



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Mecánica Industrial

**“DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO
DE PRENSAS DESMA PARA PRODUCCIÓN DE BOTA DE HULE,
EN LA EMPRESA HULERA CENTROAMERICANA S.A.”**

Ricardo Antonio Castillo Chávez

Asesorado por el Ing. Cesar Leonel Ovalle Rodríguez

Guatemala, octubre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**“DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE
PRENSAS DESMA PARA PRODUCCIÓN DE BOTA DE HULE, EN LA
EMPRESA HULERA CENTROAMERICANA S.A.”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RICARDO ANTONIO CASTILLO CHAVÉZ
ASESORADO POR EL ING. CESAR LEONEL OVALLE RODRÍGUEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Victor Hugo Garcia Roque
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Inga. Karla Lisbeth Martinez Vargas
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

“DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRENSAS DESMA PARA PRODUCCIÓN DE BOTA DE HULE, EN LA EMPRESA HULERA CENTROAMERICANA S.A.”,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela Mecánica Industrial el 21 de septiembre de 2005.



Ricardo Antonio Castillo Chávez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como catedrático asesor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRENSAS DESMA PARA PRODUCCIÓN DE BOTA DE HULE EN LA EMPRESA HULERA CENTROAMERICANA S.A.** Presentado por el estudiante universitario **Ricardo Antonio Castillo Chavéz**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Una firma manuscrita en tinta que parece decir 'L. Ovalle'.

Cesar Leonel Ovalle Rodríguez
Ing. Mecánico Industrial
Colegiado No. 3,983

Ing. Cesar Leonel Ovalle Rodríguez
Catedrático Asesor de Trabajos de graduación
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala Julio de 2006

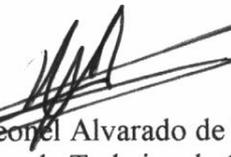
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRENSAS DESMA PARA PRODUCCIÓN DE BOTA DE HULE EN LA EMPRESA HULERA CENTROAMERICANA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Ricardo Antonio Castillo Chávez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela Mecánica Industrial
Ingeniero Industrial
Colegiado No. 5,334

Guatemala julio de 2006

/mgp

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRENSAS DESMA PARA PRODUCCIÓN DE BOTA DE HULE, EN LA EMPRESA HULERA CENTROAMERICANA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Ricardo Antonio Castillo Chávez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. José Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR
Escuela Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2006.

/mgp

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.419.2006

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PRENSAS DESMA PARA PRODUCCIÓN DE BOTA DE HULE, EN LA EMPRESA HULERA CENTROAMERICANA S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Ricardo Antonio Castillo Chávez**, procede a la autorización para la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO



Guatemala, Octubre 24 de 2006

/gdech

Todo por ti, Carolingia Mía
Dr. Carlos Martínez Durán
2006: Centenario de su Nacimiento

AGRADECIMIENTO A:

DIOS	Gracias por la vida y su guía, por el sendero de la vida, por el consuelo y las lágrimas; ante ti me inclino, ingeniero más grande de todos.
SANTA MARÍA	Azucena que ha perfumado mi campo, lleno de ixcanal y de cardos, gracias.
MIS PADRES	Ismaela y Ricardo, lo mejor de ustedes está en mí, sus cuidados y sacrificios permiten que hoy les dedique la meta alcanzada, gracias, los quiero.
MIS HERMANAS	Verónica, Jennifer, Astrid y Madelin, en quienes he apoyado mi vida, gracias por ese apoyo, las quiero mucho.
MIS HERMANOS	Amado y Joseth, su cariño ha sido la razón de seguir adelante, con mucho respeto y cariño.
MIS TIOS Y TIAS	Elvira, Juanita, Teodora, Odilia, Manuel, Alberto, Genaro, Alfonso (Q.E.P.D.), por su ayuda, gracias.
MIS ABUELOS	Margarita y Melecio (Q.E.P.D.); y María del Carmén y Ricardo (Q.E.P.D.), con respeto y mucho cariño.
MIS PRIMOS	A todas gracias por su apoyo, comprensión y cariño en los malos y los buenos tiempos compartidos.
MIS COMPAÑEROS	Daniel, Guillermo, Tico, Edwin, Alberto, y Byron; gracias por iluminar las sombras con la luz de su amistad y ayuda, ha sido un honor combatir a su lado en el camino de la vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	1
INTRODUCCIÓN	3
1. ANTECEDENTES GENERALES	5
1.1 Historia de la empresa.	5
1.2 Administración.	5
1.2.1 Elementos clave para la administración.	7
1.2.1.1 Misión.	7
1.2.1.2 Visión.	7
1.2.1.3 Planificación.	7
1.2.1.3.1 Reconstrucción.	8
1.2.1.3.2 Traslado.	8
1.2.1.3.3 Instalación.	8
1.2.1.4 Objetivos.	9
1.2.1.5 Políticas.	9
1.2.1.6 Estrategias.	10
1.2.1.7 Mercado.	10
1.2.1.8 Oferta.	11
1.2.1.9 Demanda.	11
1.3 Descripción general de la prensas marca Desma 600c.	12
1.3.1 Condiciones de las prensas.	14
1.3.2 Condiciones actuales de las prensas.	16

2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRENSAS A INSTALAR	17
2.1 Descripción de sistemas de las prensas.	17
2.1.1 Descripción del sistema mecánico.	20
2.1.1.1 Sección de plantilla.	24
2.1.1.2 Sección de la suela.	24
2.1.1.3 Sección del lado derecho.	25
2.1.1.4 Sección del lado izquierdo.	25
2.1.1.5 Sección central o habitáculo del pie.	25
2.1.2 Descripción del sistema hidráulico.	26
2.1.2.1 Cilindro de estampado horizontal.	27
2.1.2.2 Cilindro de estampado vertical.	27
2.1.2.3 Válvulas de activación eléctrica.	28
2.1.2.4 válvulas de activación hidráulica.	28
2.1.3 Descripción del sistema eléctrico.	29
2.1.4 Descripción de dispositivos de apoyo.	31
2.1.4.1 Tanque contenedor de aceite hidráulico	32
2.1.4.2 Bomba generadora de presión	32
2.1.4.3 Tanques de nitrógeno	33
2.1.4.4 Tablero de control	33
2.2 Descripción del sistema de vulcanizado.	33
2.2.1 Descripción del proceso.	34
2.2.2 Diagrama de operación del proceso.	37
2.2.3 Diagrama de flujo del proceso.	39
2.2.4 Diagrama de interrelación hombre y máquina.	41
3. PROCESO PARA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO	43
3.1 Parámetros para instalación de prensas Desma.	43
3.1.2 Instalación física de las presas.	46
3.1.2.1 condiciones de cimentación.	46

3.1.2.2 Características de las prensas	47
3.1.2.3 Distribución adecuada y posicionamiento.	49
3.1.2.4 Condiciones de instalación de sistemas de apoyo.	53
3.2 Consideraciones para instalaciones específicas de las prensas.	55
3.2.1 Instalación de sistemas mecánicos.	55
3.2.1.1 Chasis.	56
3.2.1.3 Mecanismo de plataforma de guía central.	57
3.2.1.3 Mecanismo de vaivén.	58
3.2.2 Instalación de sistemas hidráulicos.	61
3.2.3 Instalación del sistema eléctrico.	64
3.2.3.1 Instalación de dispositivos medidores.	65
3.2.3.2 Instalación de pirómetros.	66
3.3 Creación de programa de mantenimiento.	67
3.3.1 Mantenimiento del sistema mecánico.	67
3.3.2 Mantenimiento del sistema Hidráulico.	69
3.3.2.1 Prensas.	69
3.3.2.2 Banco de presión y red de tubería.	69
3.3.3 Mantenimiento del sistema eléctrico.	70
3.3.4 Procedimiento para mantenimiento seguro.	72
3.3.5 Mantenimiento diario, semanal, mensual y anual.	73
3.3.5.1 Mantenimiento diario.	73
3.3.5.2 Mantenimiento semanal.	75
3.3.5.3 Mantenimiento mensual.	75
3.3.5.4 Mantenimiento anual	76
4. IMPLEMENTACIÓN	79
4.1 Plan de trabajo para instalación de prensas.	79
4.1.1 Conocimiento del trabajo.	83
4.1.2 Habilidad del trabajador.	84

4.1.3 Disponibilidad de mano de obra.	84
4.1.4 Tipo de maquinaria.	84
4.1.5 Herramienta a utilizar.	84
4.1.6 Equipos a utilizar.	84
4.1.7 Materiales.	85
4.1.8 Disponibilidad de materiales.	85
4.1.9 Calidad y costo de los materiales.	85
4.1.10 Métodos.	86
4.1.11 Aceptación del personal.	86
4.1.12 Cronograma de actividades de instalación.	90
4.1.13 Análisis para determinar requerimientos.	91
4.1.2.1 Análisis para determinar mano de obra.	91
4.1.2.2 Análisis para determinar maquinaria y equipo.	94
4.1.2.2.1 Maquinaria necesaria.	94
4.1.2.2.2 Equipo a utilizar.	95
4.1.2.3 Análisis para determinar insumos y repuestos.	96
4.2 Estudio económico de costos.	99
4.2.1 Estudio económico de costos de instalación.	99
4.2.1.1 Costo de maquinaria y equipo.	103
4.2.1.2 Costo de mano de obra.	103
4.2.2 Estudio económico de costos de operación y mantenimiento.	105
4.2.2.1 Costo por mantenimiento diario.	105
4.2.2.2 Costo por mantenimiento semanal.	105
4.2.2.3 Costo por mantenimiento mensual.	106
4.2.2.4 Costo por mantenimiento anual.	106
4.2.2.5 Costo promedio estimado de energía eléctrica.	107
5. PLAN DE MEJORA CONTINUA	109
5.1 Definición de propuestas a largo plazo.	109

5.1.1 Mejoras en las prensas.	111
5.1.1.1 Mejoras en los moldes.	112
5.1.1.2 Mejoras en el sistema mecánico.	113
5.1.1.3 Mejoras en el sistema hidráulico.	114
5.1.1.4 Mejoras en el sistema eléctrico.	115
5.1.1.5 Mecanismos de seguridad.	116
5.1.1.6 Mejoras en materiales para producción.	120
5.1.2 Propuesta para mejora de seguridad al personal.	120
5.1.2.1 Vestimenta.	121
5.1.2.2 Procedimiento de preparación de las prensas.	121
5.1.2.3 Proceso continuo.	122
5.1.2.4 Instalaciones.	123
5.1.2.5 Mejora del proceso productivo.	124
5.2 Desarrollo de plan de mejora continua.	129
CONCLUSIONES	133
RECOMENDACIONES	135
REFERENCIAS	137
BIBLIOGRAFÍA	139
ANEXO	141

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Estructura organizacional de Hulera Centroamericana S.A.	6
2	Prensa Desma 600C.	19
3	Chasis de la prensa Desma 600C.	20
4	Mecanismo de la plataforma de guía central.	22
5	Mecanismo de vaivén.	23
6	Diagrama esquemático hidráulico.	28
7	Tablero de control Desma 600C.	29
8	Detalle del corte de material para laterales de bota.	36
9	Detalle del corte de material para suela de bota.	36
10	Diagrama de operación del proceso.	37
11	Diagrama de flujo del proceso.	39
12	Diagrama de interrelación hombre y máquina.	41
13	Detalle de anclaje y cimentación.	49
14	Posicionamiento de prensas y tableros de control.	52
15	Ubicación de banco de presión y tubería.	54
16	Detalle de guía de bronce de plataforma móvil.	58
17	Acople adaptador de tubería milimétrica a métrica.	62
18	Elemento medidor.	65

19	Diagrama de Pareto.	81
20	Diagrama de causa y efecto.	83
21	Grafica CPM. Actividades con duración en días.	88
22	Grafica CPM. Duración de seguimiento.	88
23	Cronograma de actividades de instalación.	90
24	Prensa Desma modelo 968Z.	110
25	molde con tubería de aire.	113
26	Ubicación de diodos infrarrojos de seguridad.	118
27	Circuito electrónico para diodos infrarrojos de seguridad.	119
28	Diagrama de flujo de proceso mejorado.	125
29	Diagrama de interrelación hombre máquina, proceso mejorado.	127
30	Estructura organizacional durante el plan de mejora continua.	130

TABLAS

I	Resumen del diagrama DOP actual.	38
II	Resumen del diagrama DFP actual.	40
III	Actividades y tiempos para instalación.	80
IV	Porcentaje de incidencia para cada actividad.	80
V	Actividades y su duración en días.	87
VI	Rutas de CPM y su duración en días.	89
VII	Holguras para cada ruta.	89

VIII	Número de trabajadores por actividad.	92
IX	tiempos estimados de CPM.	93
X	Costos de los insumos.	100
XI	Costos de mano de obra.	104
XII	Resumen del diagrama DFP mejorado.	126

LISTA DE SÍMBOLOS

	Marca registrada.
	Operación.
	Inspección.
	Combinada, inspección y operación.
	Bodega de producto terminado.
	Traslado.
	Demora.
	Válvula de globo.
	Tee, de tubería.
	Cruz de tubería.
°C	Grados Celcius.
°F	Grados Farenheit.
	Resistencia.
	Diodo.
	Transistor.
	Conección a tierra.
	Fuente de energía.
	Bobina.

GLOSARIO

Anclaje	Dispositivo de una pieza o compuesto de otras utilizado para sujetar máquinas o partes de ellas.
Anticorrosivo	Elemento químico o mineral destinado a inhibir el oxido y la corrosión en los metales.
Baquelita	Material compuesto de polímeros degradados y carbono, con características de fragilidad, baja transferencia de calor y resistente a altas temperaturas.
Bastidor	Parte de una máquina destinada a mantener unida una pieza al chasis de la misma o al anclaje.
Bobina	Porción de alambre esmaltado enrollado en un núcleo, metálico o plástico, utilizado para generar o recibir campos electromagnéticos.
Buje	Elemento metálico o plástico cuya característica principal es la alta resistencia a la fricción, utilizado para mantener posicionada una pieza en una máquina, principalmente ejes.
Butilo	Material polimérico compuesto, con características elásticas.
Carcaza	Parte de máquina cuya función es la de proteger de las condiciones exteriores y de personas a las partes móviles, hidráulicas o eléctricas de las mismas al mismo tiempo que provee de protección al operador especialmente de descargas eléctricas.
Cepillos carbones	Elementos móviles compuestos principalmente de carbón y cobre, cuya función es la de transferir electricidad al elemento rotor de un motor eléctrico u otro dispositivo.
Chasis	Parte principal de cualquier máquina, se utiliza de base para la colocación y aseguramiento de todas las

piezas de la misma a través de pernos u otros dispositivos de sujeción.

- Cheque** Es un dispositivo hidráulico o neumático colocado en el paso de un fluido, cuya función es la de permitir el flujo en un sólo sentido.
- Ciclo** Actividad realizada en un tiempo determinado que al terminarse se encuentra en el punto de partida para realizarse nuevamente exactamente de la misma forma.
- Cilindro hidráulico** Dispositivo hidráulico compuesto de una camisa de cilindro, un embolo y un vástago, su función es la de transformar la energía contenida en la presión hidráulica en fuerza.
- Cimentación** Tratamiento que se le da al suelo mayormente con concreto para la colocación de una máquina de forma segura y estable, evitando movimientos vibraciones y/o hundimientos.
- Cojinete** También llamados rodamientos, son elementos utilizados para mantener fijo un eje y transferir las cargas en él al chasis y evitar el lo posible la fricción, la mayoría de rodamientos se componen de un anillo exterior, anillo interior, elementos rodantes (bolas o rodillos) y un retenedor de los elementos rodantes (o jaula) y retenedores para grasa.
- Cold rold** Se conoce con este nombre al material metálico ferroso comercial que es un acero con un porcentaje medio de carbono.
- Conmutador** Dispositivo eléctrico que funciona como un multi interruptor y se utiliza para cambiar dos o más vías de un circuito entre sí.
- Desvirado** Tarea de producción en manufactura, cuya finalidad es la de retirar los residuos adheridos al producto semi-terminado.
- Dial** Cuadrante que presenta un espectro de divisiones calibradas de una magnitud determinada, sobre el cual se ubica una aguja para indicar la magnitud exacta.

Diodo	Elemento electrónico semiconductor hecho a base de silicio, su característica principal es la permitir el paso de corriente en un sólo sentido, su uso puede ser variable, puede usarse como rectificador, como regulador de voltaje, generador de luz (visible o infrarroja).
Eficiencia	Es la relación entre un objetivo y los recursos utilizados para lograrlo, así un objetivo que consume menos recursos para alcanzarlo se realizó con mayor eficiencia que si hubiese consumido más.
Fitting	Es una unión o acoplamiento entre dos conductos, pueden ser de diferentes materiales, tamaños y formas.
Galvanómetro	Es principalmente una bobina móvil colocada sobre un muelle con resortes en espiral, la cantidad de movimiento es proporcional a la corriente eléctrica que recorre la bobina, así se puede interpretar el pulso eléctrico en términos de la magnitud de la variable que la generó.
Habitáculo	Espacio designado a albergar el cuerpo humano o partes de él, puede ser de cualquier forma o tamaño.
Hertz	Es la unidad de medida para una cantidad de ciclos realizados en un minuto, especialmente ciclos de inversión de corriente alterna.
Hormigón	Se le llama así al cemento o concreto reforzado con varillas de acero entrelazadas con forma determinada.
Irradiar	Transferir energía al ambiente y cuerpos cercanos.
Isopreno	Material de origen sintético.
Kerosén	Combustible producido a partir de petróleo con características similares a las del Diesel.
Láser	Rayo de luz muy potente producido a partir de una frecuencia exacta que se puede utilizar como base comparativa.

Machuelo	Herramienta hecha de acero extremadamente rígido con forma de tornillo con canales, utilizado para tallar roscas en agujeros para colocar tornillos con la misma medida de rosca.
Manivela	Elemento en forma de palanca utilizada para dar rotación a una máquina a través de fuerza muscular.
Moledora	Herramienta eléctrica utilizada para cortar, gastar o pulir metales, también conocida como pulidora.
Oxiacetileno	Mezcla de gas acetileno y oxígeno utilizado para fundir metales y así soldarlos, cortarlos o doblarlos, utilizando un equipo especial conocido como equipo de soldadura oxiacetilénica.
Pirómetro	Dispositivo electrónico que se utiliza como regulador de temperatura de una máquina.
Plasma	Producto de la mezcla de gas argón y xenón en un arco eléctrico utilizado para lograr una zona estable sin oxígeno para soldar o cortar metales.
Rubersil	Nombre comercial que se le da al caucho sintético.
Sandblast	Palabra en inglés que se le da al proceso de lavado utilizando arena disparada a presión.
Sonda	Elemento utilizado para medir una magnitud en un ambiente cerrado.
Sopladuras	Burbujas de aire incrustadas en un material en el proceso de fundición o transformación.
Tamiz	Malla muy fina que se utiliza como filtro.
Tee	Elemento hidráulico que se utiliza como unión para tres conductos.
Temporizador	Dispositivo eléctrico, electrónico o mecánico utilizado para activar o desactivar otro dispositivo en un tiempo programado.

Termo copla	Elemento bi-metálico cuya resistencia varia según la temperatura en que se encuentra.
Timer	Palabra en inglés para temporizador.
Vulcanizado	Proceso de adhesión y curado del caucho en una forma determinada utilizando calor y presión.
Vástago	Parte del cilindro hidráulico, cuya función es la de transmitir la fuerza producida por el embolo dentro del cilindro a otro elemento externo.

RESUMEN

En la fabrica de productos de hule HUCASA, la fabricación de bota es una actividad que deja a la empresa muchos beneficios económicos, para producir botas de hule se utilizan prensas de alta temperatura que comprimen la materia prima, ésta consiste en planchas de hule con dimensiones y forma específica que tienen un proceso previo de elaboración para que puedan ser utilizadas en las prensas. A pesar de los beneficios capacidad instalada de la empresa para la producción de bota de hule es ya muy baja para la demanda que se tiene en el mercado centroamericano y mexicano del producto, además, que el desgaste normal de las prensas que funcionan actualmente, provoca que la productividad sea pobre, y los paros continuos de las máquinas disminuyan significativamente el rendimiento de la línea de producción. La solución es la instalación de 8 prensas marca Desma, éstas prensas fueron adquiridas en el extranjero a mediados de los 70's, pero por falta de recursos no fueron instaladas, actualmente, existe la disponibilidad y los recursos para que sean instaladas y puestas a producir, pero se necesita realizar un estudio adecuado que permita que el plan de producir botas con estas máquinas sea cumplido de forma adecuada y eficiente. Para la instalación de estas prensas se necesita personal con conocimiento en éstas prensas y con ideas claras de la instalación adecuada de las mismas, sin embargo mucho del personal disponible no está familiarizado con éstas máquinas, es por eso que se necesita proporcionarles los lineamientos necesarios con base no sólo en las especificaciones del fabricante, sino también, considerando las modificaciones que se efectuarán en las prensas, para mejorar su eficiencia y evitando así problemas en el futuro.

De la calidad del estudio a realizarse depende grandemente el éxito del sistema de producción de bota de hule con las prensas que fueron fabricadas hace 40 años, pero que tuvieron poco uso o en algunos casos ninguno, con una adecuada instalación y un adecuado mantenimiento se puede producir de forma eficiente.

Ante la disposición que existe en la empresa para que se instalen las prensas surge la necesidad de realizar además del estudio para la instalación, un estudio para el diseño de un programa de mantenimiento de las prensas, para lograr una producción eficiente de bota de hule a través del tiempo, este estudio debe contener tanto los parámetros de instalación y funcionamiento del fabricante, como las condiciones en las cuales se realizará ese trabajo en el área otorgada por la empresa.

La empresa fundada en 1958 como una empresa guatemalteca logró mantenerse en el mercado de los productos de hule gracias en parte a su estructura organizacional burocrática, tiene en el mercado nacional y extranjero bien posicionadas las marcas de bota de hule Colibrí y Jabalí las que produce utilizando las prensas Desma Modelo 600C. Estas botas son producidas a partir del caucho natural modificado con algunos productos de origen químico y naturales procesado en formas y cantidades específicas para cada modelo y medida de bota para que pueda ser vulcanizada en la prensa. Para el vulcanizado de la bota la prensa comprime el material con una fuerza horizontal de 70 toneladas y una fuerza vertical de 40 toneladas mientras que los moldes lo calientan a 350 grados centígrados. La fuerza de la proporcionada por dos cilindros hidráulicos, uno vertical y uno horizontal que utilizan la presión hidráulica de aceite proporcionado por un banco de presión a 1500 libras sobre pulgada cuadrada. El calor proporcionado por los moldes es producido por 8 resistencias eléctricas incrustadas en cada

sección del molde lo que sumadas hacen un total de 32 resistencias funcionando a 440 voltios.

Para la instalación de las prensas es necesario someterlas a un proceso de reconstrucción y re acondicionamiento, lo que implica el desarmado total de las prensas para la limpieza de las partes, el reemplazo de algunas, la modificación de otras y la colocación de algunas piezas nuevas que no estaban en el modelo original.

Uno de los factores más importantes en la instalación de las prensas Desma lo constituye la estandarización de los elementos a utilizar como las roscas de tubería y pernos, que fueron diseñados con especificaciones con las que no es posible obtener reemplazos; en la actualidad en el mercado guatemalteco para que la instalación sea rentable. Además se deberá diseñar un sistema eléctrico con elementos de comando electrónico para obtener el mayor potencial de la parte mecánica e hidráulica de la prensa.

Para la reconstrucción de las prensas se deberán trasladar a una sección de la planta con condiciones de taller para realizar los trabajos, una de las secciones que necesitarán reconstrucción completa es el sistema eléctrico que por el tiempo que tienen de estar almacenadas se degradó de tal manera que es casi inutilizable, sin embargo esto es una ventaja si se considera que se puede reconfigurar el sistema utilizando piezas de última generación con las cuales se puede lograr un considerable aumento en la productividad. Después de la reconstrucción y el re acondicionamiento de las prensas se debe asegurar el funcionamiento óptimo de las mismas por mucho tiempo para lo cual se deberá crear un programa de mantenimiento que contenga en primer lugar los procedimientos para la operación normal de las prensas además de contener las tareas de mantenimiento preventivo diario, semanal, mensual y anual, este programa

de mantenimiento tendrá también el procedimiento a seguir para proporcionar el mantenimiento y las reparaciones necesarias de forma segura.

Para lograr poner en marcha el plan de instalación de las prensas Desma, es necesario diseñar un procedimiento de implementación para el cálculo de insumos, mano de obra maquinaria y equipo y los recursos económicos necesarios para el proyecto, además se debe determinar el tiempo necesario para la realización de la instalación de las prensas, para lo cual se desarrolla el plan de trabajo en el programa de Microsoft Project, el cálculo de los insumos necesarios puestos en términos monetarios arrojan un costo de instalación de 62,977 quetzales con 20 centavos y un costo de mantenimiento de 25,197 Quetzales con 10 centavos .

OBJETIVOS

GENERAL

Desarrollar un sistema para la instalación y mantenimiento de prensas Desma, para la producción de bota de hule en la fábrica HUCASA, con el fin de obtener una instalación exitosa y una producción eficiente de bota a través de un estudio técnico que considere los parámetros del fabricante y las condiciones de operación y mantenimiento en las cuales operará.

ESPECÍFICOS

1. Evaluar el estado de las máquinas a instalar, con el fin de establecer requerimientos de materiales y mano de obra.
2. Analizar el funcionamiento de las máquinas que se encuentran funcionando, para establecer condiciones de operación y proponer mejoras en instalación.
3. Comparar parámetros y especificaciones del fabricante con las condiciones de desgaste y proponer ajustes para una adecuada operación.
4. Proponer una adecuada distribución en planta, con el fin de obtener la ubicación óptima.
5. Realizar un estudio económico de la instalación de las prensas.

6. Desarrollar un programa de mantenimiento considerando el estado y mejoras realizadas en la instalación.
7. Analizar los beneficios a largo plazo de un programa adecuado de mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, cualquier empresa que quiera sobrevivir y asegurarse un futuro próspero en el mercado competitivo necesita cultivar la confianza de sus clientes, para tal tarea es necesario poseer capacidad instalada suficiente para cumplir con la demanda que debe considerarse creciente, además de ofrecer puntualidad y calidad en la entrega de sus pedidos. En la fabrica de productos de hule HUCASA, la fabricación de bota de hule es una actividad que deja a la empresa muchos beneficios económicos, pero la capacidad instalada de la empresa para la producción de bota de hule es ya muy baja para la demanda que se tiene en el mercado centroamericano y mexicano del producto, además el desgaste normal de las prensas que funcionan actualmente, provoca que la productividad sea pobre, y los paros continuos de las máquinas disminuyan significativamente en el rendimiento de la línea de producción. La solución es la instalación de 24 prensas marca Desma que son prensas de alta temperatura que comprimen la materia prima que consiste en planchas de hule con dimensiones y forma específica que tienen un proceso previo de elaboración para que puedan ser utilizadas en las prensas. Para instalar estas prensas se necesita diseñar un procedimiento adecuado que permita que el plan de producción de botas con estas máquinas sea cumplido de forma eficiente y que considere tanto los parámetros de instalación y funcionamiento del fabricante como las condiciones en las cuales se realizará ese trabajo en el área otorgada por la empresa. Estas prensas fueron fabricadas hace 40 años, algunas fueron utilizadas en Inglaterra por 3 ó 4 años, tuvieron poco uso y en algunos casos ninguno, fueron adquiridas por la empresa Hulera Centroamericana S.A. en 1974 pero no fueron instaladas hasta entonces, por lo que necesitan,

no sólo una adecuada instalación sino también un adecuado mantenimiento que permita una producción eficiente. Uno de los factores más importantes en la instalación de las prensas Desma lo constituye la estandarización de los elementos a utilizar como las roscas de tubería y pernos, que fueron diseñados con especificaciones con las que no es posible obtener reemplazos; en la actualidad en el mercado guatemalteco para que la instalación sea rentable. Además, se deberá diseñar un sistema eléctrico con elementos de comando electrónico para obtener el mayor potencial de la parte mecánica e hidráulica de la prensa.

En el primer capítulo se describe aspectos generales de la empresa como historia, administración y mercado, además, se describe de forma básica lo que son las prensas Desma modelo 600c.

En el segundo capítulo se describe más a fondo las prensas, así como también, el proceso de vulcanizado con ellas.

En el tercer capítulo se presenta las consideraciones del diseño del proceso de instalación y la creación del programa de mantenimiento.

En el cuarto capítulo se determina la implementación del proceso diseñado, así como también, un estudio económico del proceso.

En el quinto capítulo se crean las bases para un plan de mejora continua a corto y largo plazo.

1. ANTECEDENTES GENERALES

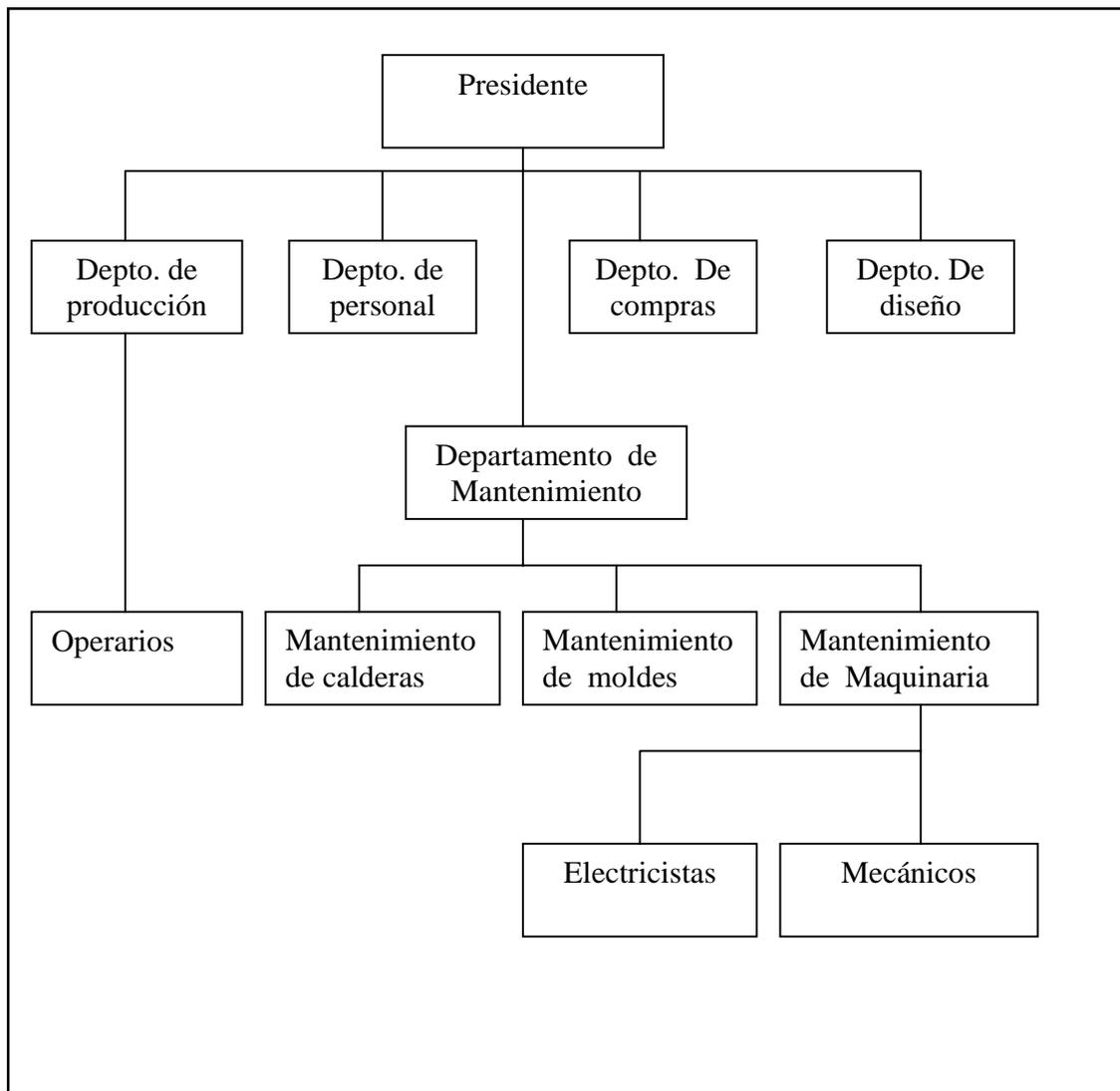
1.1 Historia de la empresa

La empresa Hulera Centroamericana S.A. o HUCASA dedicada exclusivamente a la manufactura de productos de hule se inició como una empresa 100% nacional en el año de 1958 como consecuencia de la creciente necesidad en el mercado guatemalteco de productos elaborados a partir del caucho natural extraído de forma artesanal en el nor occidente del país. Fue fundada por el empresario guatemalteco Miguel Torrebiarte Shoanin, que la dirigió hasta 1976, es importante señalar un hecho histórico ocurrido en 1978 cuando la empresa adquiere las prensas Desma que son la base del presente trabajo a una empresa manufacturera en Liverpool Inglaterra, muchas de las cuales no habían sido usadas. En 1996 la empresa absorbe a la empresa dedicada a la misma rama de la industria INCATECU con lo cual incrementa su capacidad instalada al trasladar la maquinaria y parte de la mano de obra de la misma a sus instalaciones. Actualmente, la empresa pertenece al consorcio Grupo Cobán S.A. y posee grandes segmentos de mercado en Centroamérica y México.

1.2 Administración

El tipo de administración que se maneja en la empresa posee una estructura Burocrática, “se basa en reglas, una jerarquía establecida, una clara división del trabajo y procedimientos detallados.”¹. La toma de decisiones no está descentralizada pues todas las iniciativas deben pasar por el presidente de la compañía. La estructura organizacional básica se puede visualizar en la figura 1.

Figura 1. Estructura organizacional de Hulera Centroamericana S.A.



1.2.1 Elementos clave para la administración

Para dar forma a una organización es necesario definir los lineamientos básicos que conducirán a los individuos que trabajan en ella a pensar de la forma que requiere la organización, para lograr formar esa idea en la mente de los trabajadores se deben estructurar los aspectos que constituyen los elementos clave para la administración, estos elementos clave servirán no sólo como guía para los miembros de la organización sino también serán útiles para formar una idea clara de la empresa frente a la población general fuera de la organización, estos elementos clave son los siguientes.

1.2.1.1 Misión

Mantener la competitividad de los productos manufacturados y lograr mejoras para ampliar la participación en nuestros mercados tradicionales y nuevos.

1.2.1.2 Visión

La visión de la empresa es mantener la calidad de los productos para lograr la confianza de los clientes en el mercado y ganar terreno en el mundo globalizado.

1.2.1.3 Planificación

La empresa no cuenta con un plan por escrito específico para cada departamento, a cada uno se le dan los lineamientos básicos para el trabajo a corto plazo y los jefes de los mismos deben llevarlos a cabo sin tomar decisiones importantes.

La planificación de instalación de las prensas de vulcanización de bota contempla 3 fases:

Reconstrucción.

Traslado.

Instalación.

1.2.1.3.1 Reconstrucción

Esta fase consiste en el desarmado de las prensas, la limpieza de cada una de las partes y la identificación de piezas desgastadas y señales de fatiga para que sean remplazadas o reparadas, también incluye la creación de un sistema eléctrico nuevo con funciones y componentes de última generación.

1.2.1.3.2 Traslado

Como el lugar donde se encuentran almacenadas las prensas no es adecuado para los trabajos de reconstrucción y el lugar donde se instalarán será diferente se requiere el traslado de las prensas primero hasta el lugar de reconstrucción y luego hacia el lugar de la instalación.

1.2.1.3.3 Instalación

Durante la fase de instalación se crearán las condiciones necesarias para el anclaje de las prensas, la colocación de acometida eléctrica y colocación de tubería hidráulica para la puesta en marcha de la línea de producción de prensas Desma 600C.

Sin embargo debe desarrollarse un plan de trabajo con base en un procedimiento que permita optimizar los recursos al máximo, incluyendo mano de obra, bajo costo y menor tiempo para la instalación.

1.2.1.4 Objetivos

Los objetivos principales de la empresa son:

1. Mantener la calidad de los productos manufacturados a través del mejoramiento de los métodos de producción y el óptimo funcionamiento de la maquinaria, con el fin de mantener la competitividad de la planta.
2. Satisfacer de la demanda actual de los productos existentes utilizando mejores métodos para mantenimiento, renovando continuamente la maquinaria, y desechando la maquinaria con muestras de obsolescencia.
3. Obtener un incremento de la oferta de productos fuera del mercado nacional a través del aumento de la capacidad instalada de la planta, con el fin de procurar un crecimiento constante a nivel global.

1.2.1.5 Políticas

La empresa posee políticas generales que abarcan las necesidades de la misma, con una importante versatilidad de aplicación a cada departamento dependiendo del papel que desempeñe cada uno para lograr los objetivos de la empresa.

Para la instalación de las prensas Desma se designó al departamento de mantenimiento la tarea de lograr el objetivo que constituye el aumento de la capacidad instalada de la planta, que es el volumen de productos

terminados que se pueden producir, o la capacidad de producción de bota de hule que tiene la planta actualmente, por esta razón la política en este caso se encamina a desarrollar el proyecto con eficiencia.

1.2.1.6 Estrategias

Las estrategias de la organización se encaminan actualmente a lograr un incremento de la participación en el mercado a través del obtener un aumento en el volumen de producción, especialmente en la producción de bota de hule.

Además se trabaja actualmente en estrategias orientadas a la introducción al mercado de productos nuevos que se consideran con gran demanda potencial y que pueden tener mucha aceptación dependiendo del nivel de calidad con que se saquen al mercado y el volumen de producción que se maneje.

1.2.1.7 Mercado

El mercado de la empresa lo constituye mayormente otras empresas que compran artículos semi-manufacturados para la industria de calzado que les serán necesarios para la elaboración de productos terminados, estos artículos son suelas, tacones para zapatos bandas y tacos para reencauche de neumáticos, rodajes de llantas sólidas y hules para empaquetaduras. Además la empresa posee un segmento importante del mercado centroamericano y mexicano de productos terminados como botas de hule y planchas de piso de seguridad.

1.2.1.8 Oferta

La empresa Hulera Centroamericana S.A. Tiene disponible en el mercado una variedad amplia de productos de hule en sus diferentes fórmulas y formas de uso, todos producidos a partir del caucho natural y utilizando modificadores naturales como la parafina, el aceite mineral y la resina natural y modificadores sintéticos como el rubersil, el plástico y los colorantes artificiales, entre los productos líderes se encuentran:

- Suelas para zapatos Rhino ® en sus estilos: Roopert, Rajah y postman.
- Suelas Alexiss.
- Suelas Garsport.
- Suelas para zapatos de football.
- Suelas Bulldozer.
- Suelas Rocardura.
- Botas de hule Jabalí.
- Botas de hule Colibrí.
- Planchas de *neolite* y *superlite*.
- Planchas de piso de seguridad.
- Planchas de *Microcel* lisas.
- Ginas Palmera.
- Ginas Confort.
- Ginas Balco.
- Banda y taco de reencauche Premier ®.

1.2.1.9 Demanda

Los productos antes descritos tienen gran demanda en el mercado nacional como las suelas para la industria de calzado, además

productos como las botas de hule tienen gran demanda en Centroamérica, México y el Caribe y se espera mucha aceptación de las variantes nuevas de estos productos como bota de hule aromática y con punta de acero.

Aunque la demanda para productos como la banda de reencauche y las planchas de piso de seguridad es baja la producción de los mismos no constituye una actividad importante de la empresa.

1.3 Descripción general de las prensas marca Desma 600C

La máquina para vulcanizado de bota marca Desma modelo 600C es una prensa de barra de apriete horizontal construida completamente en acero. La operación de la prensa comienza con el asentamiento perfecto de las piezas que tienen las molduras de los lados de la bota con la ayuda del cilindro estampador horizontal quien se apoya en el cuerpo principal de la máquina para ejercer una fuerza sobre el material de aproximadamente 75,000 libras.

Luego de la operación de cierre horizontal se asienta la moldura sujeta al dispositivo de vaivén la cual estampará la forma de la punta y la suela de la bota con la ayuda del cilindro estampador vertical que ejerce una fuerza similar a la del cilindro horizontal.

La fuerza requerida para el cierre de la prensa se transfiere directamente de los cilindros estampadores a las bombas ubicadas en un banco que contiene los dispositivos tanto generadores de presión como contenedores de aceite hidráulico y medidores, este banco tiene la capacidad para proporcionar presión hidráulica a 8 prensas funcionando simultáneamente.

El sistema hidráulico particular de cada prensa es comandado por dispositivos especiales contenidos en la misma como electro válvulas y válvulas de descompresión las cuales son regidas por el sistema eléctrico quien a su vez se encarga de dar el tiempo necesario de cierre y apertura de cada cilindro.

La prensa en las secciones en contacto con la materia prima debe ser calentada hasta una temperatura aproximada de 150 grados centígrados, para lograr esto cada elemento moldeador tiene inserto 8 resistencias de 110 voltios cuya conexión puede ser configurada para 220 voltios o 440 voltios. El calentamiento y la regulación de la temperatura son regidos por elementos reguladores o pirómetros electrónicos conectados tanto a elementos medidores como a la línea de alimentación y contactotes eléctricos.

El peso aproximado de la máquina es de 3,6 toneladas, ejerciendo una presión sobre el suelo de 3 toneladas por metro cuadrado.

Las botas coloreadas en dos tonos o dos colores diferentes es difícil y costoso de lograr con una prensa sencilla con calentamiento de vapor. Sin embargo esto puede hacerse con el funcionamiento activo la prensa de vulcanizado DESMA 600C. Que es una máquina totalmente automática que producirá no solo botas de un solo color sino también botas de dos colores de caucho coloreado. En lugar de muchos movimientos activos solos por un gran número de obreros que hasta ahora era necesario en el sistema transportador vulcanizador convencional, en esta máquina una bota completa se comprime en un solo ciclo funcionamiento.

En la prensa Desma modelo 600C el caucho sintético puede utilizarse aunque con una baja calidad y un volumen de producción igualmente bajo, para lograr mejorar la calidad del producto terminado se deben utilizar mezclas de materiales y calidades diferentes, las calidades diferentes de caucho pueden utilizarse para integrar partes diferentes de la bota, así un material con mejor calidad en tracción puede usarse para la parte superior, un caucho suave para la planta del pie y un material mas duro para la suela de la bota.

Para mejorar la calidad en comodidad y reducir los costos significativamente, la planta del pie de botas de caucho apretadas puede contener el corcho desechado.

La prensa Desma puede producir también botas con caucho a prueba de aceite, gasolina y diesel, y el proceso es tan sencillo como con cualquier otro material convencional.

La prensa Desma 600 tipo B puede ser reconfigurada como la tipo C con sólo cambiar el mecanismo de vaivén que contiene la moldura de la suela de la bota en el mecanismo de volteo que permite la separación de colores y durezas de cauchos en la suela, por esta razón se considerarán como iguales los dos modelos en los aspectos de instalación y mantenimiento.

1.3.1 Condiciones de las prensas

Las prensas que se instalarán han estado almacenadas desde hace más de 20 años, aun así la estructura básica y sus elementos se encuentran en buen estado general debido a que cuando se transportaron

fueron embalados de forma adecuada y este embalaje se conservó intacto cuando se almacenaron en una bodega destinada específicamente para ellas. Debido a que las prensas tienen diferentes partes cuyo deterioro es particular debe ser descrito el estado de cada una por separado en tres grupos, partes mecánicas, partes hidráulicas y partes eléctricas.

La parte mecánica de las prensas es la que se encuentra mejor conservada ya que las mismas son de acero de alta calidad y recubiertas de pintura especial para evitar la corrosión, las partes móviles que se encuentran sin la protección de la pintura tienen recubrimientos de cromo y bronce, además de estar engrasados de forma adecuada, por lo que se conservaron en perfecto estado.

Las partes hidráulicas de las prensas aunque no se encuentran en perfecto estado sí se puede considerar como buenos, especialmente las tuberías y empaquetaduras. Sin embargo algunas partes necesitan atención especial, como los cilindros estampadores en los cuales se encuentran atascados los émbolos por lo que deben ser desarmados y limpiados, el mismo tratamiento debe ser proporcionado a las válvulas eléctricas, válvulas de descompresión y cheques que en muchas de las prensas se encuentran atascados.

El sistema eléctrico es la parte que se encuentra en peores condiciones, el tiempo ha degradado tanto los aislantes como los conductores, además dispositivos que ya en el tiempo que fueron construidas las prensas eran de baja calidad deben ser reemplazadas por piezas modernas con mayor desempeño como es el caso de los puentes rectificadores de diodos, temporizadores y piezas electrónicas de los pirómetros.

1.3.2 Condiciones actuales de las prensas

Después de sacar las prensas de la bodega de almacenaje y puestas en el lugar donde se evaluará el estado de cada una y los requerimientos generales y particulares y donde se llevarán a cabo los trabajos para poner en óptimas condiciones las prensas antes de llevarlas al lugar de instalación. Para evitar daños en las coberturas o tapaderas éstas se retiran y deben ser tratadas y puestas de nuevo cuando se instalen, el tratamiento para ellas debe estar encaminado al mejoramiento estético mas que funcional de las prensas.

Ninguna de las prensas puede ser armada y puesta a funcionar ante el riesgo que esto puede representar para los trabajadores de mantenimiento debido a que muchas de las piezas especialmente eléctricas se encuentran visiblemente dañadas por lo que es necesario reemplazarlas antes de intentar una prueba de funcionamiento. Otra de las piezas que se encuentran visiblemente dañadas son los pirómetros, que son dispositivos electrónicos completamente análogos que debido a poseer piezas muy sensibles se deterioran con facilidad y deben ser reemplazadas antes de conectarlos.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS PRENSAS A INSTALAR

En este capítulo se evaluará el estado y funcionamiento mecánico de las máquinas para lo cual se tomarán medidas de desgaste, presiones, temperatura y posibles fugas. Además de realizar un análisis de las operaciones de la línea de producción para establecer parámetros y requerimientos para lo cual se deben realizar diagramas de operación de proceso y flujo del proceso se establecerá a través de un estudio de métodos las condiciones de producción de la línea utilizando diagrama de hombre máquina.

Se estudiarán también los parámetros y especificaciones del fabricante para determinar condiciones ideales.

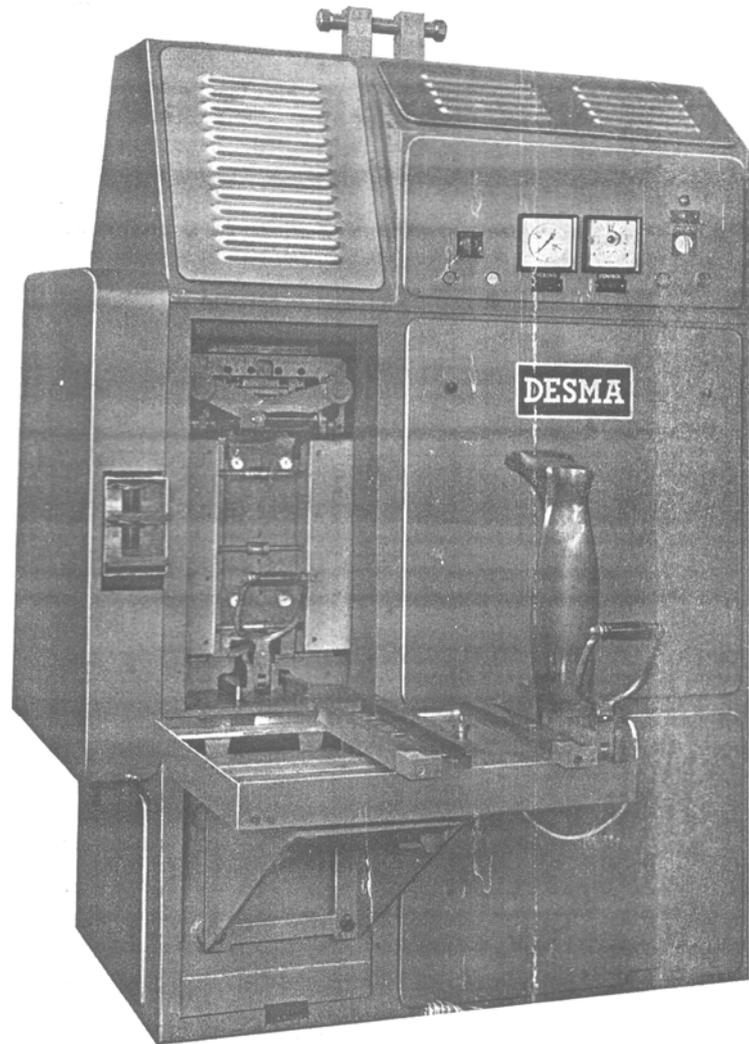
2.1 Descripción de sistemas de las prensas

El trabajo necesario para la instalación de las prensas Desma 600c tiene la particularidad de que necesita de conocimientos multidisciplinarios por parte del personal que realizará la instalación, para que no exista ninguna deficiencia durante la instalación que pueda ocasionar pérdida de tiempo y de otros recursos. Es así que se necesita estudiar por separado cada sistema de la prensa, no sólo para simplificar las tareas, sino también para que exista cierto grado de especialización por parte de quién se encargará de un sistema en particular. Con base en esa idea el personal encargado de la instalación de la parte mecánica se mantendrá enfocado en su trabajo y no requerirá de consulta ni ayuda alguna del personal encargado del sistema hidráulico y el personal del sistema eléctrico, de la misma manera que estos no

requieran atención de los otros. Como se ha dado una descripción generalizada de la prensa para vulcanizado de bota de hule Desma 600c. y una breve descripción del funcionamiento básico de la misma, ya se tiene una idea de lo complejo que resulta describir la prensa como un todo, por lo que es necesario describir cada parte importante de la prensa con el fin de simplificar su descripción y para que cuando se hable de cada sistema particular se hable bajo los mismos términos técnicos y especializados en el área particular a la cual pertenece.

A continuación se presenta la descripción de los sistemas mecánico, hidráulica y eléctrico, tomando en cuenta que se necesita de un enfoque particular en cada sistema, con el fin de lograr mejores resultados en la instalación de cada uno con base en la especialización de conocimientos.

Figura 2. Prensa Desma 600C

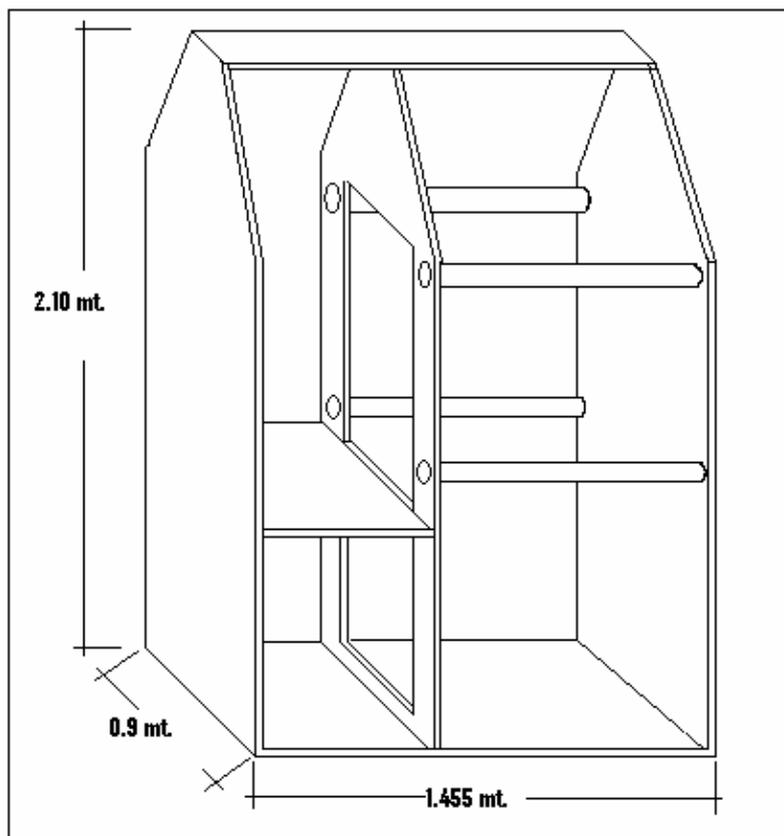


Fuente: Lista de partes Desma 600C DESMA-WERKE.

2.1.1 Descripción del sistema mecánico

Como se ha mencionado con anterioridad, la máquina está construida en acero de alta calidad con una mezcla media de carbono con características similares al acero comercial contemporáneo conocido como cold rod. De este mismo acero está construido el chasis o parte principal de la prensa fabricado con planchas de 25 milímetros en los lados de la máquina y reforzados con el mismo material de forma que se ofrezca mayor resistencia en donde los cilindros estampadores ejercen presión como se puede apreciar en la figura 3.

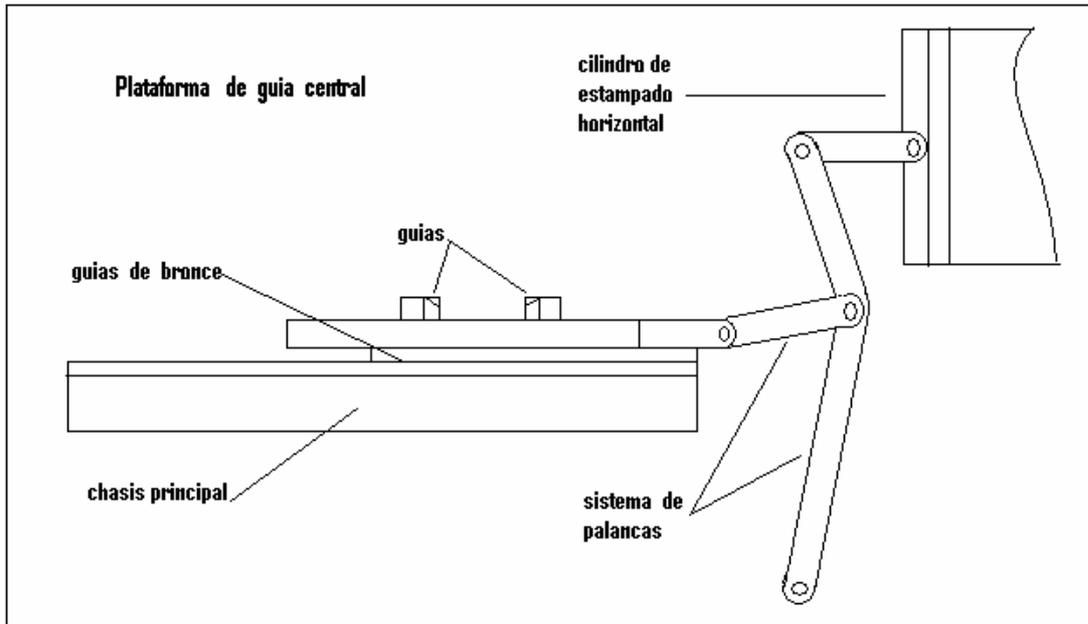
Figura 3. Chasis de la prensa Desma 600C



La sección que aloja al cilindro de estampado horizontal está constituida por 4 pernos de 80 milímetros de diámetro sujetos al chasis de la prensa, estos pernos ofrecen un ligero ajuste con las tuercas para proporcionar un asentamiento óptimo de la moldura horizontal, estos ajustes deberán ser calibrados cuando el cilindro pueda ser operado de forma normal y deberá hacerse con los moldes puestos para verificar las tolerancias de funcionamiento normal.

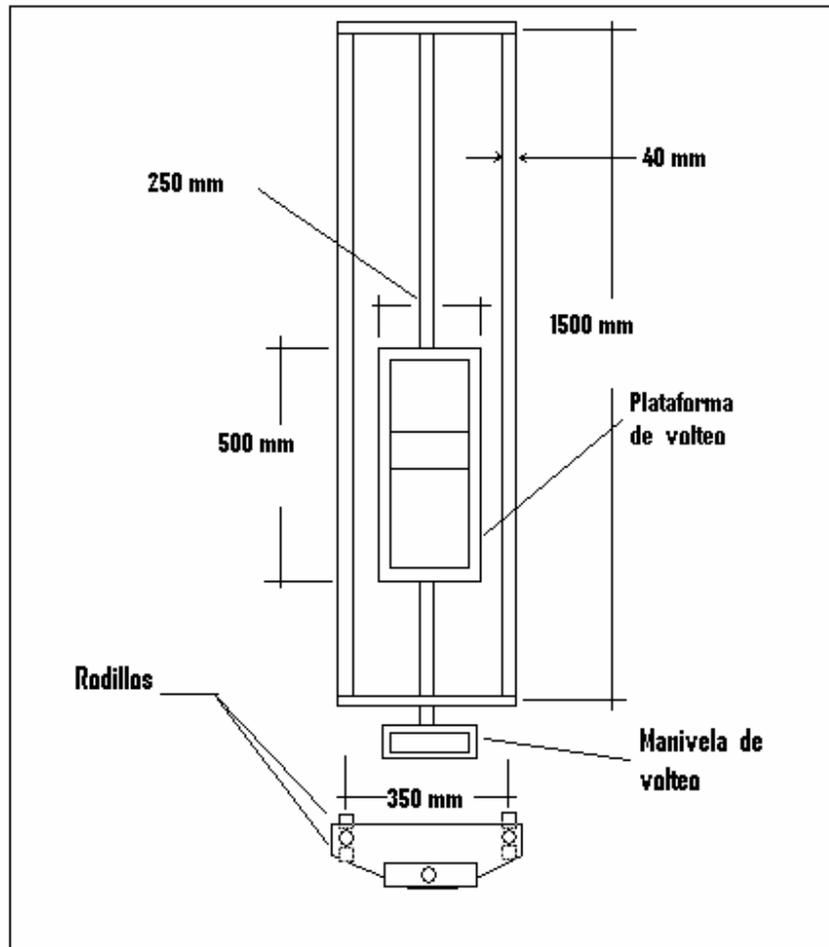
Una de las partes móviles que necesita atención especial es la plataforma horizontal que trabaja también como guía para el molde de la sección interior de la bota, esta parte se ubica a la altura de trabajo del operario, a 900 milímetros del suelo y la conforman tres partes principales, la primera es la plataforma propiamente, esta tiene las guías para la moldura interior y está sujeta a la segunda parte que esta constituida por un carrizo que corre sobre el chasis de la prensa y posee para deslizarse y evitar desgaste prematuro dos placas de bronce que deben estar lubricadas de forma permanente, estas placas deben ser calibradas para que tenga un ajuste óptimo, o sea que permita el libre movimiento de la pieza y que no tenga movimientos laterales indeseados. La tercera de las partes que constituyen la plataforma horizontal es el mecanismo de empuje de la guía, este mecanismo toma movimiento del cilindro de estampado horizontal y debe reducirlo a la mitad para la guía, esto lo hace con un sistema de palanca sujeta al chasis y proporciona un movimiento de relación 2:1 para la plataforma de la guía, las coyunturas de las palancas deben estar lubricadas de forma permanente con engrasado de forma manual.

Figura 4. Mecanismo de la plataforma de guía central



Otra pieza que también necesita atención y es importante es el mecanismo de vaivén que sostiene el mecanismo de volteo de la plantilla y la suela de la bota. La pieza está formada por tres barras de acero de 40 milímetros de diámetro y 1500 milímetros de largo, dos de las barras dispuestas a 350 milímetros de distancia una de otra de forma paralela, se encuentran sujetas a rodillos puestos en la parte alta del chasis de la prensa que las sostiene, la tercera de las barras atraviesa de forma paralela también el centro de las otras dos y conforma el mecanismo de volteo, en el centro de la barra se encuentra la plataforma que sujeta la sección formadora de la plantilla de la bota y la de la suela de la misma. Este mecanismo de jala y se voltea de forma manual por el operario de la prensa según el proceso de fabricación.

Figura 5. Mecanismo de vaivén



Las piezas mecánicas más importantes de las prensas son los moldes, no sólo por que son las partes directamente involucradas en la producción de bota de hule sino porque también constituyen piezas extremadamente precisas en términos de tolerancias y especificaciones, el molde puede considerarse como una sola pieza si se ensambla fuera de la prensa para fines de almacenaje o puede separarse en 5 piezas que constituyen una sección de la moldura, tres de estas secciones tienen incrustadas resistencias eléctricas que proporcionan

el calor al molde cuando está en producción; el molde esta constituido por las piezas que se describirán para referencia a cada una de ellas mas adelante cuando se describa su uso y también el papel que juegan en el sistema eléctrico e hidráulico, estas partes representan partes de la bota terminada y son:

- Sección de plantilla.
- Sección de la suela.
- Sección de lado derecho.
- Sección de lado izquierdo.
- Sección central o habitáculo del pie.

2.1.1.1 Sección de plantilla

Esta sección forma la parte de la bota de hule que esta en contacto con la planta del pie en el momento de ponerse la bota, la forma y la consistencia dependerá del diseño particular en cada modelo de bota.

2.1.1.2 Sección de la suela

La sección de la suela como su nombre los define es la pieza que marca la forma de la suela de la bota, la forma y la profundidad de la huella depende del diseño del modelo de bota que se haga, esta sección así como también la sección de la plantilla se encuentran montadas juntas a ambos lados del mecanismo de volteo que se sujeta al mecanismo de vaivén para que pueda producirse bota de dos colores al cambiar la moldura después del pre formado de la plantilla de la bota.

2.1.1.3 Sección del lado derecho

Esta sección del molde forma el lado derecho de la bota, desde la punta hasta el borde exterior de la misma, esta pieza se encuentra fija al bastidor de la prensa.

2.1.1.4 Sección del lado izquierdo

Esta sección del molde forma el lado izquierdo de la bota, esta pieza está sujeta a la parte móvil del extremo del cilindro estampador horizontal y se mueve junto al mismo, esta sección así como la del lado derecho tienen incrustadas 12 resistencias cada una que proporcionan el calentamiento para la vulcanización del material, además de tener 2 elementos medidores cada una de las piezas que van hacia los elementos reguladores de temperatura.

2.1.1.5 Sección central o habitáculo del pie

Esta pieza es la encargada de formar la parte del habitáculo del pie de la bota, y debe sacarse de la máquina de forma manual con la bota ya formada al momento de producirse. Este molde está hecho de acero macizo y no posee elementos calentadores, puede pesar de 75 libras a unas 160 libras dependiendo de la talla de bota a la que pertenece, se divide en dos partes a través de un mecanismo interno de palancas de forma manual desde la planta del pie a lo largo de molde hasta la sección más baja de la moldura que es la parte más alta de la bota terminada.

Para sacar los moldes la prensa posee una plataforma en la parte frontal donde se ubica el molde, esta plataforma mide 50 cm. por 50 cm.

Posee unas guías en forma de rieles, cuando la prensa abre el molde estos rieles se ubican junto frente a las guías de la plataforma de guía central para permitir que se encarrile la parte central del molde cuando éste se jale para desmoldar la bota, en la parte de abajo de los rieles posee 4 rodos de 20 centímetros de largo y 5 centímetros de diámetro montados sobre cojinetes, estos soportan el peso de la parte central del molde para facilitar que se jale y se empuje hacia adentro de la prensa.

2.1.2 Descripción del sistema hidráulico

Como ya se ha señalado con anterioridad el funcionamiento de las prensas depende de gran manera de la fuerza hidráulica de cilindros que toman la presión de un banco de abastecimiento hidráulico que posee tanto la bomba principal de aceite como de elementos estabilizadores de presión, este banco de abastecimiento hidráulico no se considera como parte hidráulica de la prensa, sino como dispositivo de apoyo, ya que este proporciona fuerza hidráulica a 8 prensas que se conectan hidráulicamente a la tubería de aceite que conduce el fluido a 100 atmósferas de presión o 1470 libras sobre pulgada cuadrada, los elementos hidráulicos que constituyen el sistema hidráulico de las prensas son:

Cilindro de estampado horizontal.

Cilindro de estampado vertical.

Válvula de cheque para cilindro de estampado vertical.

Válvula de activación eléctrica de cierre de cilindro vertical.

Válvula de activación eléctrica de apertura de cilindro vertical.

Válvula de activación eléctrica de cierre de cilindro horizontal.

Válvula de activación eléctrica de apertura de cilindro horizontal.

Válvula de activación hidráulica de apertura de cilindro vertical.

2.1.2.1 Cilindro de estampado horizontal

El cilindro de estampado horizontal es el encargado de presionar el material para la vulcanización de los lados de la bota de hule, este cilindro debe hacer un movimiento de cierre de 350 milímetros con un requerimiento de aceite de 7 litros, este movimiento debe durar 7 segundos y presionar los moldes con una fuerza normal de 70 toneladas y una fuerza máxima de 84 toneladas, el requerimiento de presión hidráulica normal debe ser de 1470 libras sobre pulgada cuadrada y una presión máxima de 1764 libras sobre pulgada cuadrada.

2.1.2.2 Cilindro de estampado vertical

El cilindro de estampado vertical es el encargado de presionar el material para el formado de la planta de la bota así como también el formado de la suela de la misma, el movimiento vertical necesario debe ser de 300 milímetros con un requerimiento de aceite de 6 litros el movimiento de cierre debe durar 7 segundos para ejercer compresión sobre el material con una fuerza normal de 40 toneladas con una presión de 1470 libras sobre pulgada cuadrada y una fuerza máxima de 48 toneladas con una presión de 1764 libras sobre pulgada cuadrada.

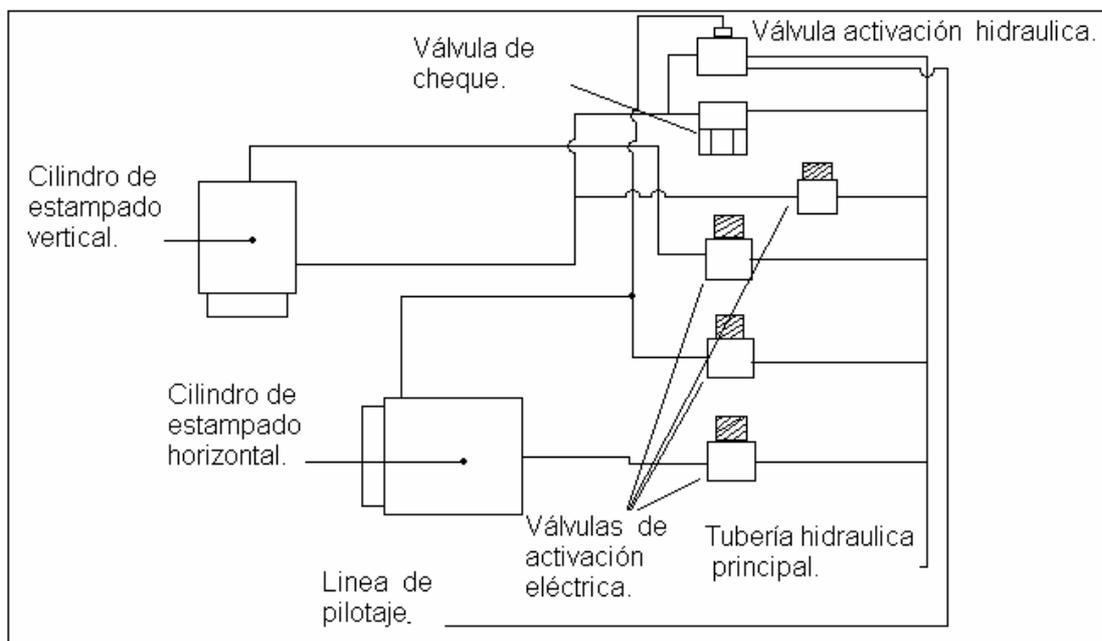
2.1.2.3 Válvulas de activación eléctrica

Las válvulas de activación eléctrica que controlan la apertura y el cierre de los cilindros de estampado poseen un embolo que es movido por un campo magnético producido por un pulso eléctrico que recorre el alambre de una bobina proveniente del tablero de control.

2.1.2.4 Válvula de activación hidráulica

Del mismo modo que la válvula anterior ésta válvula posee un embolo, pero este es movido por la presión hidráulica de una línea de pilotaje.

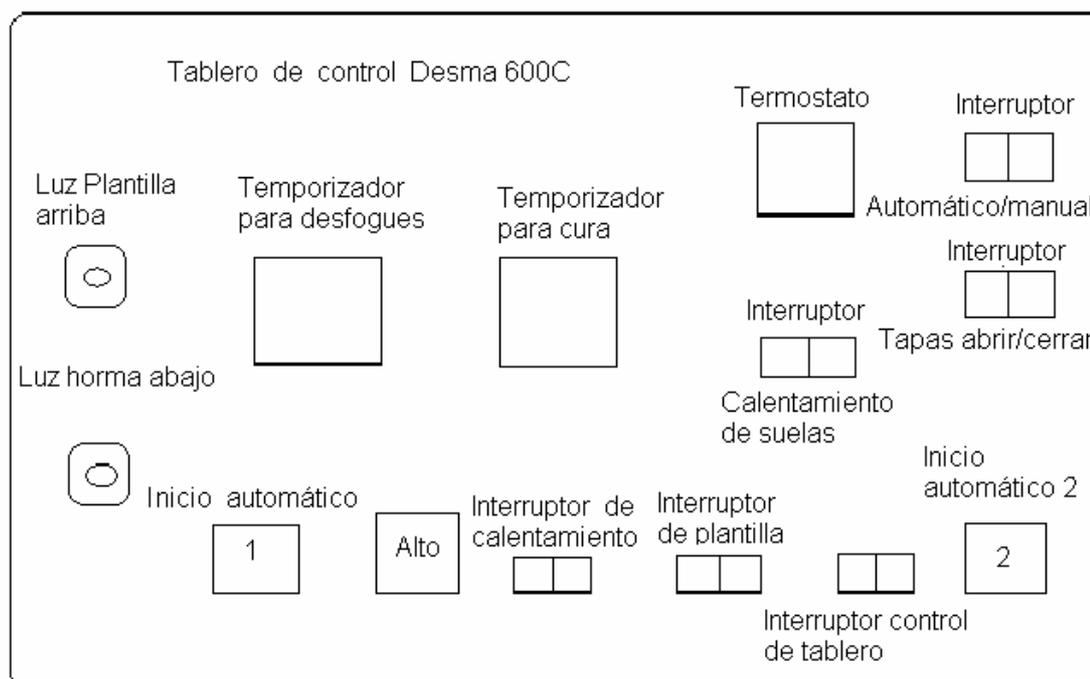
Figura 6. Diagrama esquemático hidráulico



2.1.3 Descripción del sistema eléctrico

Para el sistema eléctrico de las prensas su parte principal lo constituye el tablero de control, en él se ubican la mayor parte de circuitos eléctricos que proporcionan los pulsos necesarios a las válvulas eléctricas que controlan los cilindros estampadores para producir los movimientos al momento de producir; en el tablero principal se encuentran los interruptores para la operación manual de las prensas como también se encuentran los temporizadores y relés que generan los pulsos con diferencia de tiempo para la operación automática de la misma. Los temporizadores son dispositivos electrónicos que envían un pulso de activación cada cierto tiempo programado manualmente y los relés son dispositivos de tipo electromecánico cuyo trabajo consiste en amplificar la potencia del pulso eléctrico. La distribución de los dispositivos en el tablero principal se presenta en la figura 7.

Figura 7. Tablero de control Desma 600C



El interruptor de inicio automático 1 es el que se debe activar cuando se va a empezar a trabajar con la prensa, éste proporciona corriente eléctrica a los reguladores de temperatura para que se calienten los moldes, partiendo de la temperatura ambiente se tomará un tiempo aproximado de 50 minutos para llegar a la temperatura de operación de 150 grados centígrados con un consumo promedio en ese tiempo de 12.5 KW. Con una configuración de resistencias para 220 voltios.

Los dispositivos encargados de la regulación de la temperatura de operación de los moldes son los pirómetros, estos son aparatos electrónicos completamente análogos, funcionan con el principio básico de los galvanómetros midiendo continuamente la temperatura de los moldes a través de elementos medidores compuestos por tubos metálicos y resistencias variables cuya resistencia varía de 0.1 *ohms* con una temperatura de 350 grados centígrados a 5 *ohms* con una temperatura de 20 grados centígrados. La regulación de la temperatura la realiza por medio de la aguja indicadora de temperatura, que atraviesa un campo magnético que se puede mover a lo largo del cuadrante (de 0 °C a 350 °C) la interrupción del campo magnético es captada por un circuito electrónico que envía un pulso eléctrico para activar o desactivar un interruptor eléctrico que es el encargado de conectar a la línea de 220 voltios las resistencias internas de cada sección del molde para evitar que pierda la temperatura fijada en la calibración del pirómetro.

Cada prensa tiene un tablero separado que alberga 5 pirómetros, cada uno controla la temperatura de una sección del molde de la bota, las secciones de cada lado de la bota son controladas por 2 pirómetros cada una debido a que son masas de acero demasiado grandes y deben tener 16 resistencias cada una. La parte del molde sujeta a la

plancha de volteo tiene 8 resistencias que deben ser controladas por un pirómetro, la corriente final es enviada por 5 interruptores de activación eléctrica para aumentar la potencia de la salida del control de temperatura. La configuración de conexión de las resistencias en cada sección de calentamiento de los moldes se hará de tal manera que se pueda conectar a una línea de corriente alterna de 440 voltios, con esta medida se busca reducir el consumo de corriente de 12.5 kilovatios (KW) a 9.5 KW aproximadamente. Sin embargo, también se aumenta la probabilidad de falla, ya que 4 de las 8 resistencias de cada sección se conectarán en serie y en paralelo cada nodo de 4 resistencias, provocando que quede inutilizada media sección si se quema una resistencia.

2.1.4 Descripción de dispositivos de apoyo

Cando de habla de dispositivos de apoyo se cumplen con dos características básicas:

- 1) Deben ayudar a que la prensa funcione.
- 2) No son parte directa de la prensa o sirve para muchas unidades.

En este sentido los dispositivos de apoyo de las prensas son: el precalentador de materia prima y el principal el banco generador de presión hidráulica.

El precalentador de materia prima es un dispositivo que funciona como un pequeño horno, trabaja con resistencias eléctricas para mantener una temperatura interna de aproximadamente 50 grados centígrados, en él deben ponerse las planchas de hule 15 minutos antes de ponerlos en el molde para vulcanizado, con el precalentamiento se obtiene un

vulcanizado más uniforme cuando se produce bota a dos colores, por lo que se puede omitir cuando se produce bota en un solo color.

El dispositivo de apoyo que se considera indispensable es el banco generador de presión hidráulica o unidad hidráulica, esta unidad hidráulica debe proporcionar una presión de 100 atmósferas a 8 prensas de forma continua. La unidad hidráulica está compuesta de 5 partes principales que son:

- Tanque contenedor de aceite hidráulico.
- Bomba generadora de presión.
- Motor eléctrico de 25 hp.
- Tanques de nitrógeno.
- Tablero de control.

2.1.4.1 Tanque contenedor de aceite hidráulico

El tanque contenedor de aceite hidráulico también es el chasis de la unidad hidráulica, a él se fijan las otras partes de la unidad como la bomba de presión y los tanques de nitrógeno, el tanque tiene una capacidad de 50 galones de aceite hidráulico de densidad equivalente a una categoría SAE 20.

2.1.4.2 Bomba generadora de presión

La bomba generadora de presión deberá suplir de fluido hidráulico a las prensas con una presión máxima de 120 atmósferas y un caudal promedio de 60 litros por minuto.

Motor eléctrico de 25 hp.

Este motor es el que proporciona la fuerza motriz a la bomba de presión, es de 3 fases, 25 caballos de fuerza y 440 voltios con un consumo aproximado de entre 30 KW. y 35 KW.

2.1.4.3 Tanques de nitrógeno

Los tanques de nitrógeno son los encargados de mantener una presión constante y estable para la operación de las prensas, para ello mantiene nitrógeno comprimido en 6 tanques a una presión aproximada a la de operación de la bomba hidráulica, el nitrógeno mantiene la presión constante durante los cambios de temperatura.

2.1.4.4 Tablero de control

En el tablero de control se muestran los datos de operación de la unidad hidráulica, a través de 5 manómetros que muestran:

- Presión de la bomba hidráulica.
- Presión de operación.
- Presión de nitrógeno.
- Presión de operación de nitrógeno.
- Temperatura del aceite hidráulico.

2.2 Descripción del sistema de vulcanizado

El vulcanizado es el proceso mediante el cual se transforma el caucho amorfo previamente mezclado con otros productos en un producto determinado a través de la aplicación de presión y calor, la descripción del sistema de vulcanizado con prensa Desma 600C se presenta a continuación.

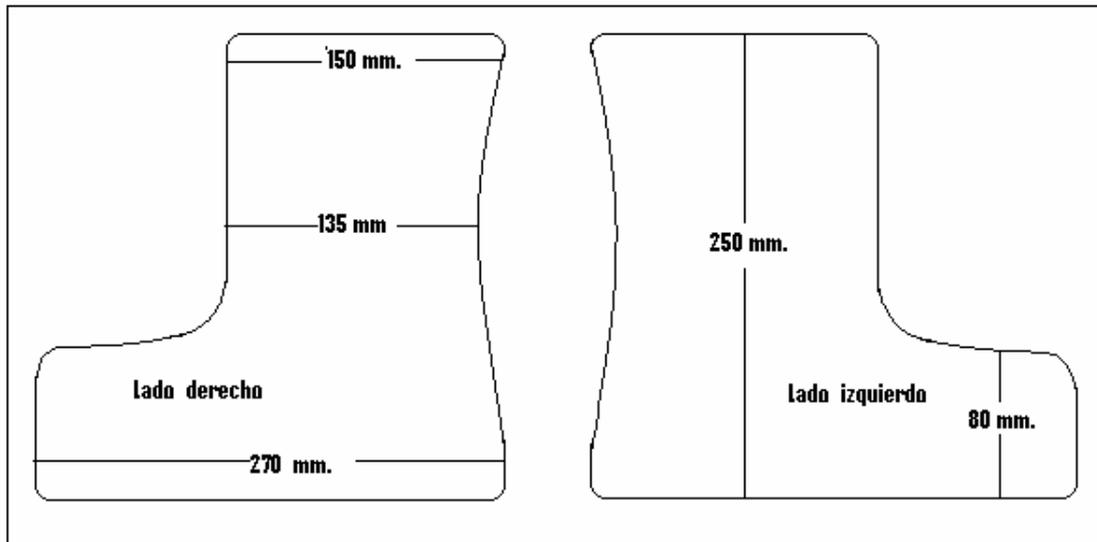
2.2.1 Descripción del proceso

El proceso de vulcanizado comienza con el corte del material necesario para la producción de bota de hule, este está conformado por tres piezas de hule con forma y medidas específicas según la talla y el diseño que se elabora, dos piezas con la forma de los lados y una tercera que conformará la suela de la bota, antes de introducir el material en el molde de la prensa este debe precalentarse por aproximadamente 10 minutos hasta que alcance una temperatura aproximada de 50 grados centígrados, luego se pone éste material en el molde para la plantilla del pie de la bota, como este molde se encuentra sobre la plataforma de volteo se debe asegurar que éste se encuentre con la cara formadora hacia arriba, después de colocar este material sobre el molde deberá empujarse el dispositivo de vaivén hacia adentro de la prensa, con el cilindro de estampado horizontal cerrado y el mecanismo de vaivén adentro, se debe bajar el cilindro de estampado vertical hasta que cierre la tapa, se deberá liberar la presión del cilindro un par de veces para evitar la incrustación de burbujas de aire en el material (llamadas sopladuras), a este movimiento se le conoce como desfogue, luego del desfogue se deberá presionar el cilindro de estampado vertical por 5 minutos para el preformado de la plantilla de la bota. Luego del preformado se debe abrir el cilindro vertical y retirar el material del molde para ponerlo luego con la plantilla hacia abajo para poder voltear la plataforma de volteo y exponer el molde de la suela de la bota con la cara hacia abajo, se deberá abrir el cilindro de estampado horizontal para poner el material de los lados de la bota en los moldes correspondientes, después de cargado el material se debe introducir el molde del habitáculo del pie dentro de la prensa sobre las

guías de la plancha móvil de forma manual. Después de los anterior se han completado las etapas de preformado y carga de la prensa con lo cual se procede a cerrar las molduras laterales cerrando el cilindro de estampado horizontal haciendo el respectivo desfogue para evitar sopladuras y cerrando definitivamente los moldes laterales, luego se cierra el cilindro de estampado vertical haciendo el respectivo desfogue para mantener cerrados los dos cilindros por un aproximado de 12 minutos para la vulcanización. Transcurridos los 12 minutos se abre primero el cilindro vertical y luego el cilindro horizontal, para poder jalar de forma manual el elemento del molde del habitáculo que ahora esta cubierto por la bota semi terminada. Para liberar la bota del molde se deberá mover la palanca del mecanismo de división del molde y que empuja el talón hacia arriba para que se despegue la bota y lograr así que se pueda extraer jalándola de forma manual, a pesar de la ayuda que brinda el mecanismo divisor, no siempre se despega correctamente la bota, esta queda adherida al molde y es difícil retirarla ya que si se le aplica mucha fuerza la bota se daña, para disminuir este efecto se debe trabajar con el molde limpio y pulido.

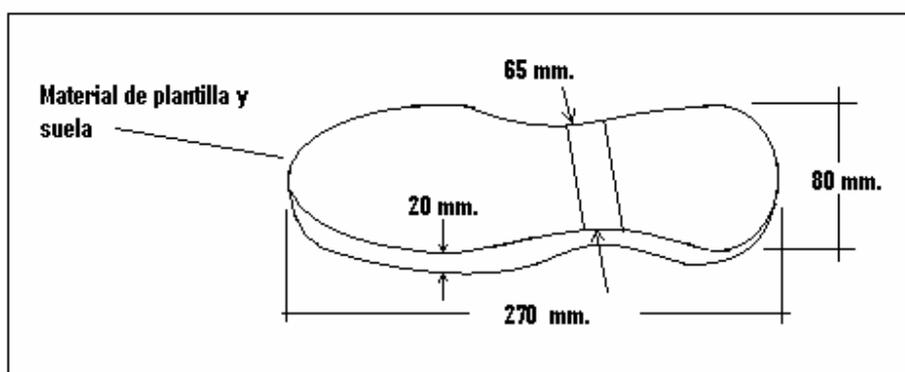
En la figura 8 se muestra el detalle del corte de hule de plancha de 12 milímetros para elaboración de los laterales de bota Colibrí talla 7 sin incrustación y de un solo color, este material necesario para la elaboración de la bota se hace a través de un proceso previo de mezclado, tratado y preformado de acuerdo a la talla y diseño de la bota a elaborar, con el fin de disminuir los desperdicios.

Figura 8. Detalle del corte de material para laterales de bota



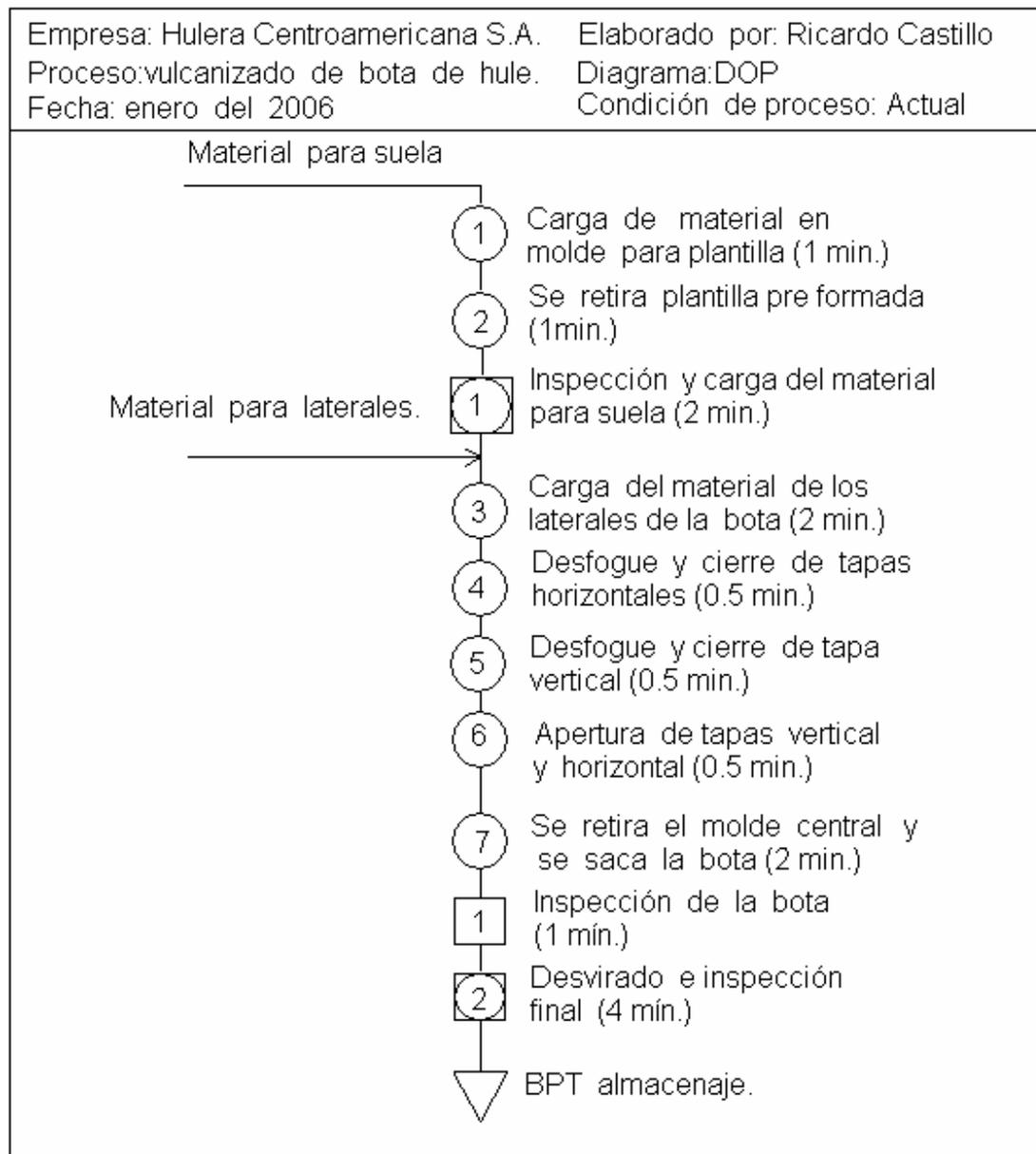
En la figura 8 se muestra el detalle de corte del material para suela de bota de hule Colibrí talla 7 de un solo color.

Figura 9. Detalle del corte de material para suela de bota



2.2.2 Diagrama de operación del proceso

Figura 10. Diagrama de operación del proceso ²



Resumen

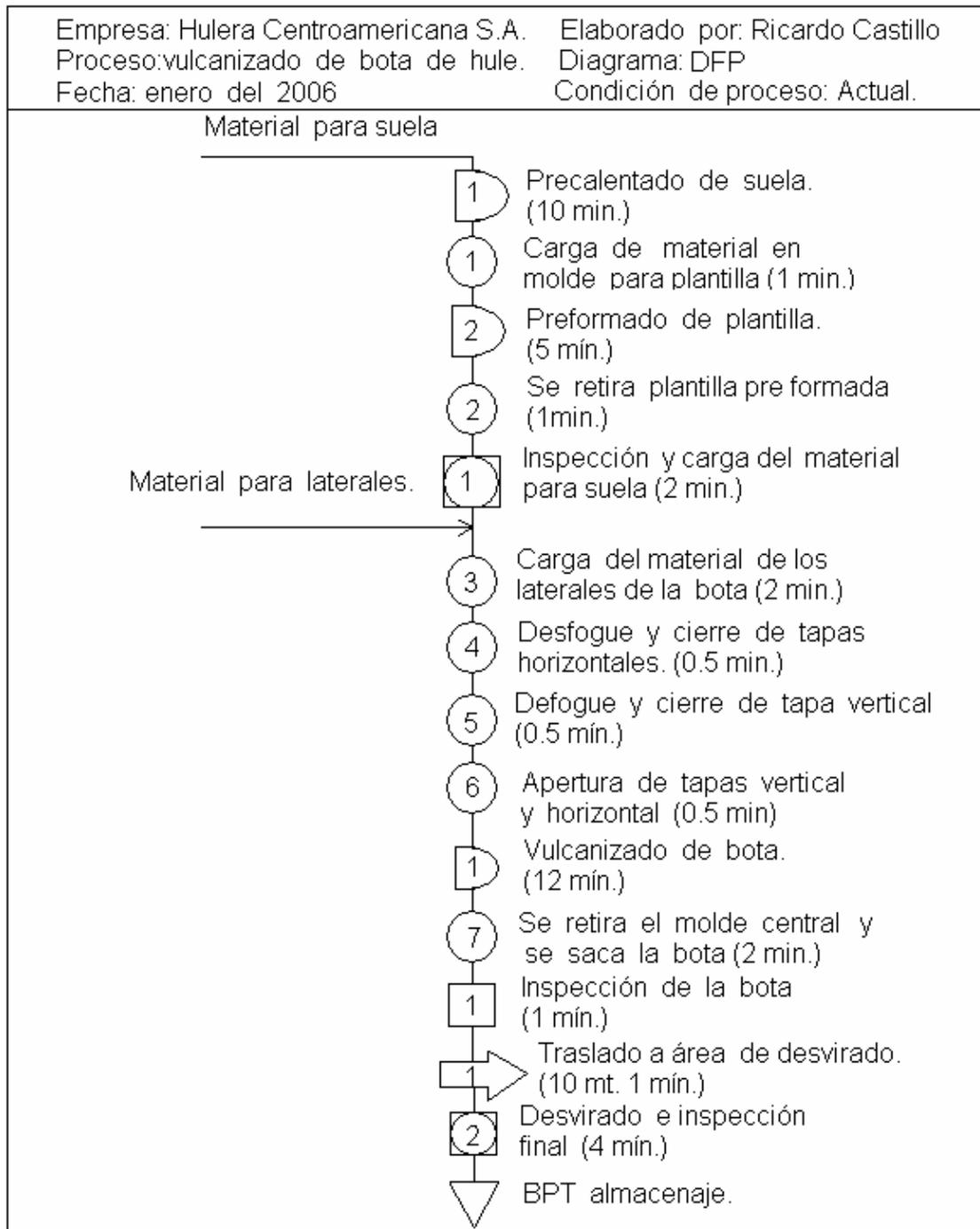
Tabla I. Resumen del diagrama DOP actual

Actividad	Figura	Cantidad	Tiempo
Operación	○	7	7.5
Inspección	□	1	1min.
Combinada	◻	2	6 min.
			Total 14.5 min.

Este diagrama de operaciones muestra las actividades principalmente del operador que intervienen en el proceso, es por eso que el tiempo es corto comparado con el tiempo total el proceso en el que interviene el tiempo del preformado y vulcanizado de la bota, esto se aprecia mejor en el diagrama de flujo de la figura 11.

2.2.3 Diagrama de flujo del proceso

Figura 11. Diagrama de flujo del proceso ³



Resumen

Tabla II. Resumen del diagrama DFP actual

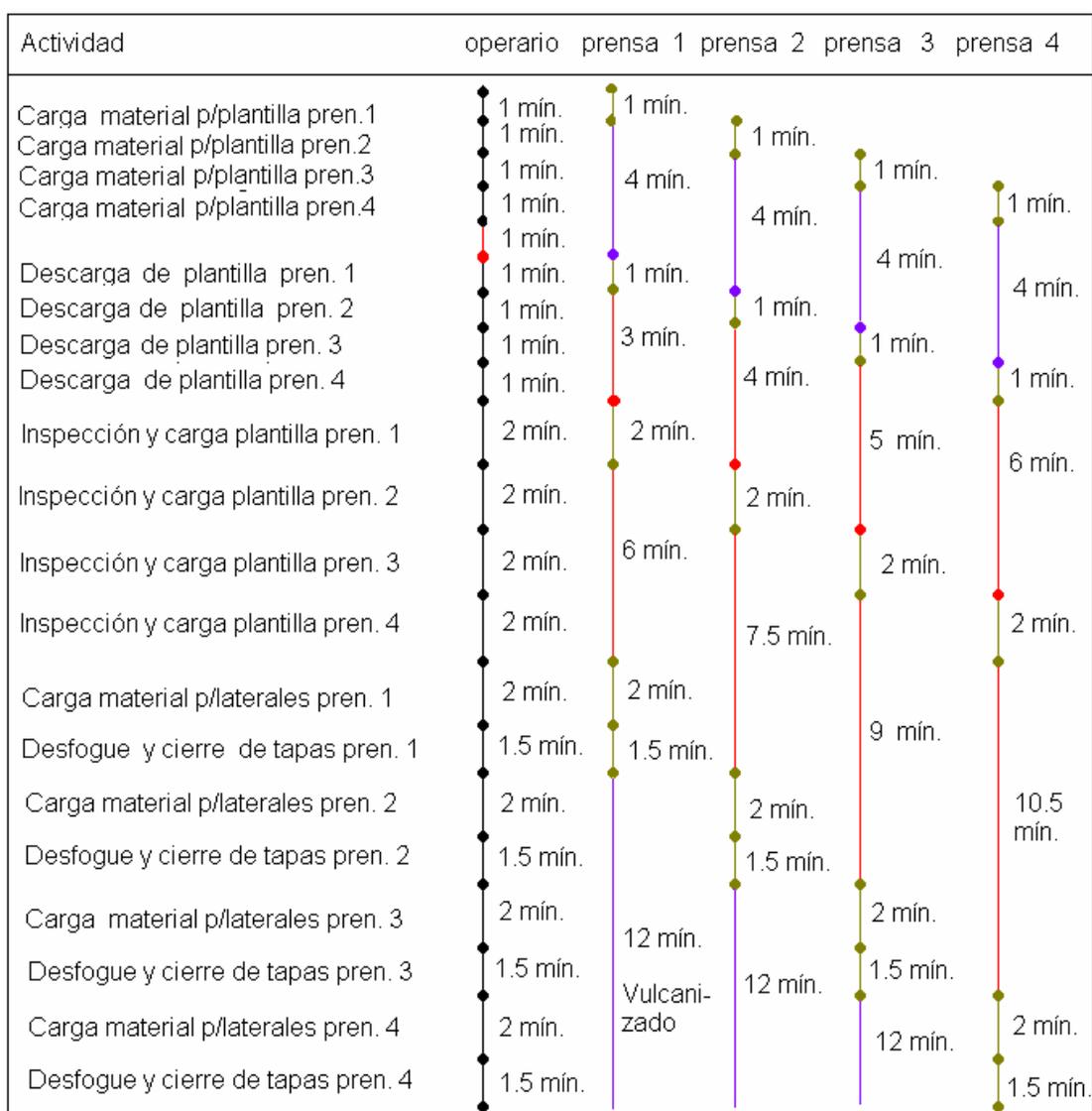
Actividad	Figura	Cantidad	Tiempo
Operación	○	7	7.5
Inspección	□	1	1 min.
Combinada	◻	2	6 min.
Espera	D	3	27 min.
transporte	➡	1	1 min.
		Total	42.5 min.

En este diagrama de flujo se puede apreciar el tiempo total del ciclo de vulcanizado para una bota de hule utilizando la prensa Desma 600C que es de 42.5 minutos, de este tiempo el 63.5 % corresponde al preformado y vulcanizado de la bota en la prensa a una temperatura aproximada de 150 grados centígrados. Mientras la prensa vulcaniza el operador puede dedicarse a otra prensa ya que cada operador se encarga de 4 prensas para prestarles atención en carga y descarga de material, operación, calibración y control de las mismas, las tareas estrictamente realizadas por el operador se presentan claramente en el diagrama de operaciones como se señaló anteriormente. Para lograr formar una idea más clara del proceso es necesario presentar tanto las tareas del operador como el trabajo de las prensas, pero además se necesita relacionar al operador con cada una de las 4 prensas que atiende a mismo tiempo que se intercalan los ciclos de procesamiento de una prensa y otra, esto se aprecia mejor en el diagrama de interrelación hombre y máquina que se presenta a continuación en la figura 12.

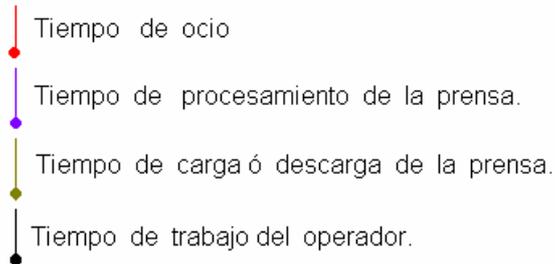
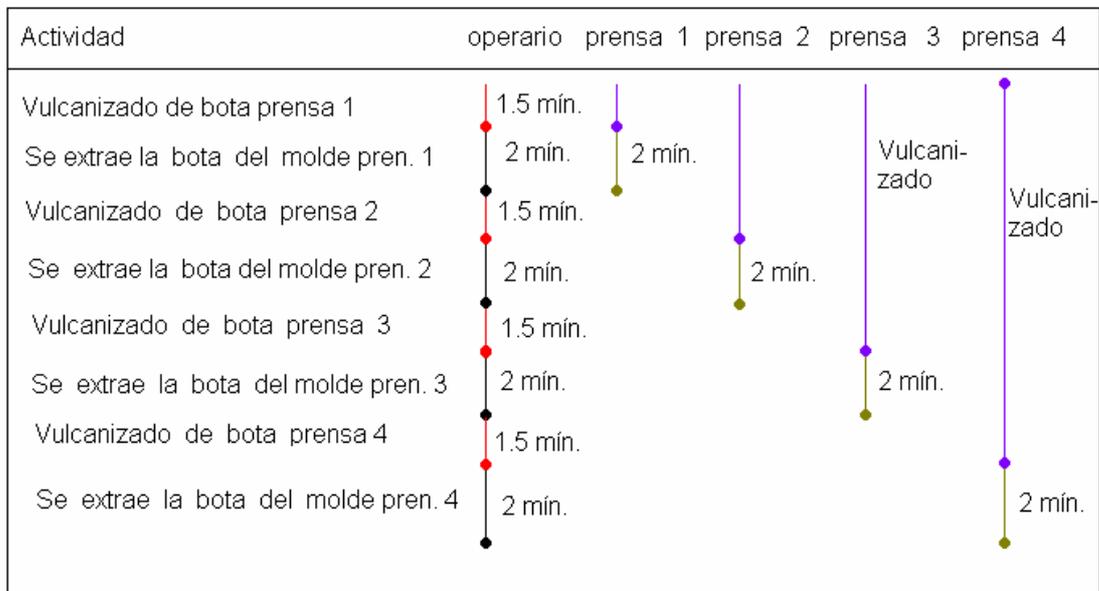
2.2.4 Diagrama de interrelación hombre y máquina

Muestra la interrelación entre el operario y la máquina que opera para este caso son 4 prensas marca Desma 600C

Figura 12. Diagrama de interrelación hombre y máquina⁴



Continuación:



Tiempo de ocio del operador 7 minutos.
 Tiempo de ocio de cada prensa 19.5 minutos.
 Tiempo total del ciclo 45 minutos.

El tiempo de ocio del operador es el tiempo que el operador está sin realizar ninguna actividad de tipo productivo, de igual forma el tiempo de ocio de la prensa es el tiempo que la misma se encuentra sin realizar ninguna actividad del proceso, ya sea de vulcanizado o carga y descarga de material. El tiempo total del ciclo es el tiempo que dura el proceso de producción de una bota de hule en cada prensa, éste es de 45 minutos.

3. PROCESO PARA INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

El proceso para instalación y mantenimiento de prensas Desma se desarrollará para 8 prensas que son la cantidad máxima que puede operar como una sola línea de producción según la capacidad de la bomba de presión hidráulica, para asegurar que no exista deficiencia en la entrega de cantidad y presión de aceite en algún momento de requerimiento máximo de más de 4 prensas, para la instalación prevista de 24 prensas se tomará en cuenta que se requiere de 3 veces las cantidades necesarias.

3.1 Parámetros para instalación de prensas Desma

Los parámetros para la instalación de las prensas deben ser los que se adapten perfectamente a las condiciones de operación que se mantendrán a lo largo de la vida útil del proyecto, se deben tomar en cuenta las adaptaciones hechas para asegurar una compatibilidad óptima de sistemas de medidas y productos que requieran ser adquiridos en el mercado nacional, especialmente en cuanto a tubos, mangueras, acoples, válvulas, pernos y otros dispositivos necesarios para la instalación.

La tubería principal de presión de aceite que alimenta cada prensa en un circuito de forma paralelo debe conectarse a cada prensa a través de un tubo de 40 milímetros para 3,000 psi. pero este tipo de tubería no es comercial en Guatemala por lo que debe acoplarse a un tipo de tubería común y de alta disponibilidad de existencia de accesorio para asegurar mantener un bajo costo de instalación y

procurar obtener reemplazos fácilmente en el futuro, para lograr este acoplamiento y mantener las características de funcionamiento del circuito hidráulico se eligió utilizar una tubería de acero de 2 pulgadas y con capacidad para 3,000 *psi*. Dada la abundancia en el mercado nacional de tubos y accesorios como válvulas, codos y acoples.

También se acoplará la tubería de retorno de presión de 30 milímetros para 1,000 *psi*, a una tubería de 1 y ½ pulgadas para 1,200 *psi*. La forma de acoplar las tuberías se estudiará mas adelante.

Como se explicó brevemente en la sección 2.1.3. la conexión eléctrica que originalmente trabaja a 220 voltios se reconfigurará para que trabaje a 440 voltios al menos en el sistema de calentamiento de las prensas, por lo que el sistema eléctrico se considerará de 440 voltios. Solamente el motor de la bomba de presión trabajará con alimentación trifásica de 220 voltios. La forma en que se conectarán las prensas y la bomba que explicará mas adelante.

Parámetros que deben tomarse en cuenta.

Presión de operación:	normal 100 atm. (1470lbs./pulg. cuadrada)
	Máximo 120 atm. (1764 lbs./pulg. cuadrada)

Fuerza de cilindro:	a 100 atm.	a 120 atm.
---------------------	------------	------------

Cilindro horizontal:	70 toneladas.	84 toneladas.
----------------------	---------------	---------------

Cilindro vertical:	40 toneladas.	48 toneladas.
--------------------	---------------	---------------

Consumo de aceite: requerimiento mínimo del circuito y bomba
7 litros (1.85 galones.) compensación del
contenedor para succión de la bomba
11.5 litros (3.04 galones.)

Requerimiento total: 18.5 litros (4.89 galones.)

Tiempo de cierre de cilindros: 7 segundos.

Tiempo de apertura de cilindros: 7 segundos.

Tiempo de precalentamiento: aproximadamente 50 minutos.

Conexión eléctrica: corriente trifásica de:
Sistema original: 220 voltios.
Configuración nueva: 440 voltios.

Potencia en precalentamiento: a 220 voltios a 440 voltios.
12.5 kw. 10 kw.

Potencia en calentamiento
continuo: 2.5 – 3.5 kw. 2 – 3 kw.

Tiempo de precalentamiento: aproximadamente 50 minutos.

Peso completo de la prensa

Con molduras: 3.5 toneladas.

Carga del suelo: 3 toneladas por metro cuadrado.
0,28 toneladas por pie cuadrado.

3.1.2 Instalación física de las prensas

En las consideraciones de instalación física de las prensas se contemplarán factores como el espacio que utilizarán y la distribución en planta de las mismas, además de condiciones de cimentación para asegurar en buen funcionamiento con el uso continuo y evitar daños típicos provocados por condiciones inadecuadas de cimentación como desnivel, desbalances, hundimientos y movimientos innecesarios.

También se procura con la distribución adecuada de las prensas una optimización del espacio al mismo tiempo que se proporciona un área segura para transitar a los operarios y otras posibles personas que se encuentren en la zona de trabajo.

3.1.2.1 Condiciones de cimentación

Para la cimentación adecuada de las prensas se deben tomar en cuenta las características físicas de las prensas como el área de contacto con el suelo y el peso de la prensa, además de factores como vibración de la prensa y movimientos que realiza especialmente si estos movimientos provocan fuerzas grandes en el suelo, sin embargo algunos de estos factores como la vibración son tan pequeños que pueden considerarse despreciables por lo que no requiere de ningún material especial para que la absorba, los movimientos que realiza la prensa pueden generar fuerzas que son neutralizadas por el chasis aunque no en su totalidad por lo que pueden ser o no ser consideradas en el cálculo del soporte necesario de la prensa dependiendo del criterio de cimentación.

La prensa estará anclada en una base de 12 centímetros de espesor de hormigón o concreto reforzado con varillas de acero de ½ pulgada y sujeta a 4 pernos de ¾ de pulgada fundidas en el hormigón, el fin de este cimiento es el de distribuir las cargas concentradas que las prensas provocan en el suelo del terreno de tierra que tiene presiones unitarias admisibles muy por debajo de la presión generada por la prensa.

La base del tablero de control de las prensas también se anclara al concreto a través de 4 pernos de 3/8 de pulgada, el peso total del tablero es de 120 libras y su base cuadrada tiene arista de 0.4 metros que genera una presión de 750 libras / metro², que comparado con la presión de la prensa se puede considerar despreciable.

3.1.2.2 Características de las prensas

Peso total completa con molduras: 3.5 toneladas (7,000 libras)

Área de contacto con el suelo: 0.9 mt. * 1.455 mt. = 1.31 mt.²

Carga que debe soportar el suelo:

$$3.5 \text{ toneladas} / 1.31 \text{ mt.}^2 = 2.6717552 \text{ toneladas} / \text{mt.}^2$$

$$5343 \text{ libras} / \text{mt}^2$$

$$1630 \text{ lbs.} / \text{pie}^2$$

La empresa exige un coeficiente de seguridad de 1.5 por lo que la carga a soportar es de:

$$5343 \text{ libras} / \text{mt}^2 * 1.5 = 8014.5 \text{ libras} / \text{mt}^2$$

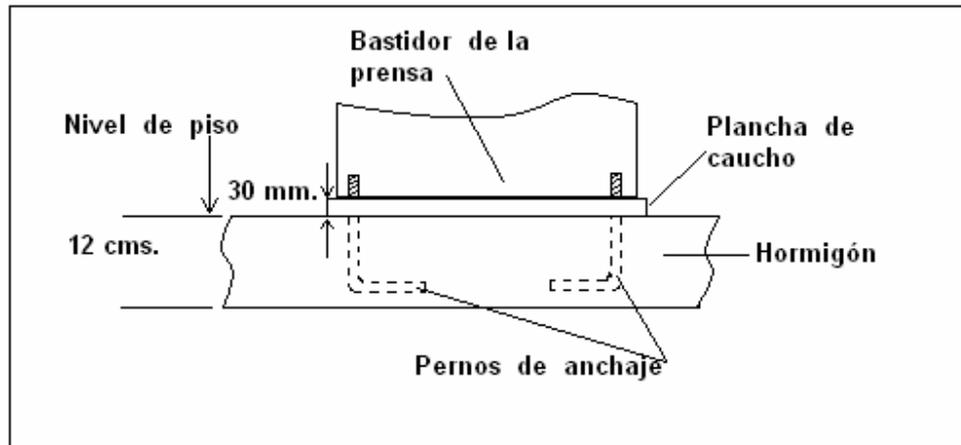
La presión admisible sobre la loza es de 10 kg./cm.²

$$10 \text{ kg./cm.}^2 * 2.2 \text{ lbs./kg} = 22 \text{ lbs./cm.}^2$$

$$22 \text{ lbs./cm.}^2 * 10000 \text{ cm.}^2/\text{mt.}^2 = 220000 \text{ lbs./mt}^2$$

Comparando la presión que provocará la prensa con la presión admisible del piso se puede asegurar que soportará perfectamente sin sufrir ningún daño por el peso o por vibración, por otro lado los movimientos que realiza la prensa son muy lentos como para provocar fuerzas significativas que puedan dañar el cimiento dada la masa total de la prensa y además las 8 prensas estarán colocadas en una loza común sujetas con pernos y separadas del piso con una plancha de caucho de 30 mm. Para evitar transferencia de vibración y evitar la corrosión mayormente de los pernos para que sea factible desmontar fácilmente para futuras reparaciones, cambios, traslados y otras actividades de mantenimiento y puedan ser montadas de igual forma cuantas veces sea necesario. Para lograr esto se colocaran 4 pernos de ¾ de pulgada embebidos en el concreto dispuestos en cada una de las esquinas de la base rectangular de la prensa, en la parte del perno que se colocará dentro del concreto tendrá un dobléz a 90 grados para permitir que una parte de 10 centímetros del perno se coloque en forma horizontal y evitar así que éste se salga, el detalle de la colocación de los pernos se muestra en la figura 13.

Figura 13. Detalle de anclaje y cimentación



3.1.2.3 Distribución adecuada y posicionamiento

El objetivo principal de estudiar la forma adecuada de distribución y posicionamiento de las prensas es el de lograr una eficiente utilización del espacio designado para la colocación de las mismas y cumplir con las expectativas de la empresa en torno a 3 ejes, que son:

1. Optimización de proceso productivo.
2. Proveer de seguridad e higiene industrial a los operarios.
3. Mantener un bajo costo de instalación y mantenimiento.

Para lograr una optimización del proceso productivo de bota de hule con el conjunto de prensas que se instalarán es necesario cumplir con aspectos como la reducción significativa del tiempo de producción a través de evitar paros no programados, evitar en lo posible la fatiga de los operarios, sincronización adecuada de las prensas, facilitar el acceso de materia prima y salida de producto semi terminado.

Proveer de seguridad e higiene industrial a los operarios es otro de los objetivos que se puede lograr con la distribución adecuada de las prensas tomando en cuenta en primer lugar que los operarios necesitan de una zona segura donde transitar sin entorpecer o perder movilidad mientras se mueven de una prensa a otra, cargan materia prima, sacan producto semi terminado y sin sacrificar los espacios necesarios para mantener una cantidad necesaria de materia prima y un lugar donde almacenar temporalmente el producto hasta que pueda ser trasladado al área de desvirado y empaque.

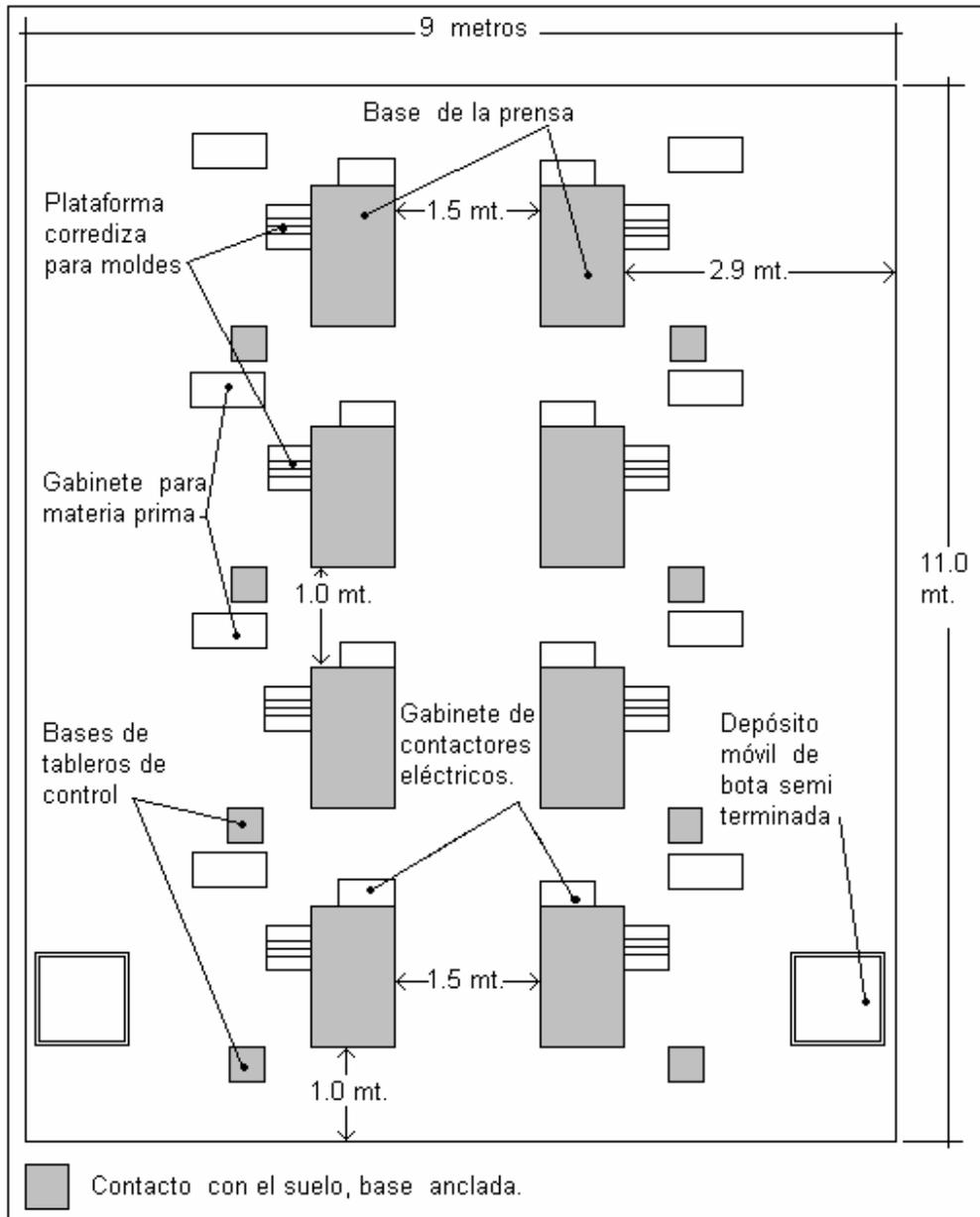
En cuanto a la higiene industrial es necesario tomar en cuenta que las prensas trabajan a alta temperatura, por lo que el calor que irradian afecta con el tiempo la salud del operario, quien puede presentar problemas de deshidratación y enfermedades renales, se pueden disminuir estos efectos adversos manteniendo cierta distancia entre el operador y la prensa, instalando extractores de aire en el área de trabajo y proveer al operario suficiente agua pura y suero oral para evitar la deshidratación.

La distribución adecuada de las prensas puede disminuir los efectos del calor antes mencionados si se prevé de suficiente espacio para que el operador se mantenga un tanto alejado de la fuente de calor y al mismo tiempo se pueda evitar en cierta medida la desmotivación de los trabajadores.

Mantener un bajo costo de instalación y mantenimiento es otro de los objetivos de la distribución y posicionamiento adecuado de las prensas Desma, para lograrlo es importante señalar que se deben colocar las mismas con no mucha distancia entre una y otra para evitar colocar secciones muy largas de tubería. Las prensas son alimentadas de presión de aceite por la parte posterior, o la parte contraria a donde se meten y sacan las molduras, esto es definitivamente una ventaja ya que las prensas se pueden colocar espalda con espalda dejando solo el espacio necesario para las tuberías y sus accesorios y para que se le pueda dar el mantenimiento adecuado sin mucho esfuerzo, al mismo tiempo se protegen las tuberías de daños provocados por objetos que caigan en ellas o personas que pasen sobre ellas designando esta área como restringida al paso de personas que no sean de mantenimiento.

De acuerdo con el tamaño del área designada por la empresa para la instalación de las prensas y tomando en cuenta los aspectos antes mencionados se puede diseñar la distribución de las prensas sin necesidad de utilizar un método numérico. La forma del posicionamiento de las prensas se puede apreciar en el croquis de la figura 14.

Figura 14. Posicionamiento de prensas y tableros de control



3.1.2.4 Condiciones de instalación de sistemas de apoyo

En la sección 2.1.4 se definió el concepto de dispositivos de apoyo, en este marco de referencia se establecerán las condiciones de los sistemas de apoyo que en esta sección se describirán, como la posición y la forma de conexión de los dispositivos de apoyo, especialmente en cuanto al banco generador de presión hidráulica se refiere, pues este al igual que las prensas difícilmente se moverá de su posición exceptuando ciertas tareas de mantenimiento que así lo ameriten, en tanto que el precalentador de materia prima se podrá ubicar a la entrada de la línea de producción cerca del banco generador de presión hidráulica dado que sólo debe conectarse a una línea de corriente eléctrica de 220 voltios y podrá moverse con facilidad o dejar de usarse ya que se considera opcional para la producción de bota de hule de un solo color.

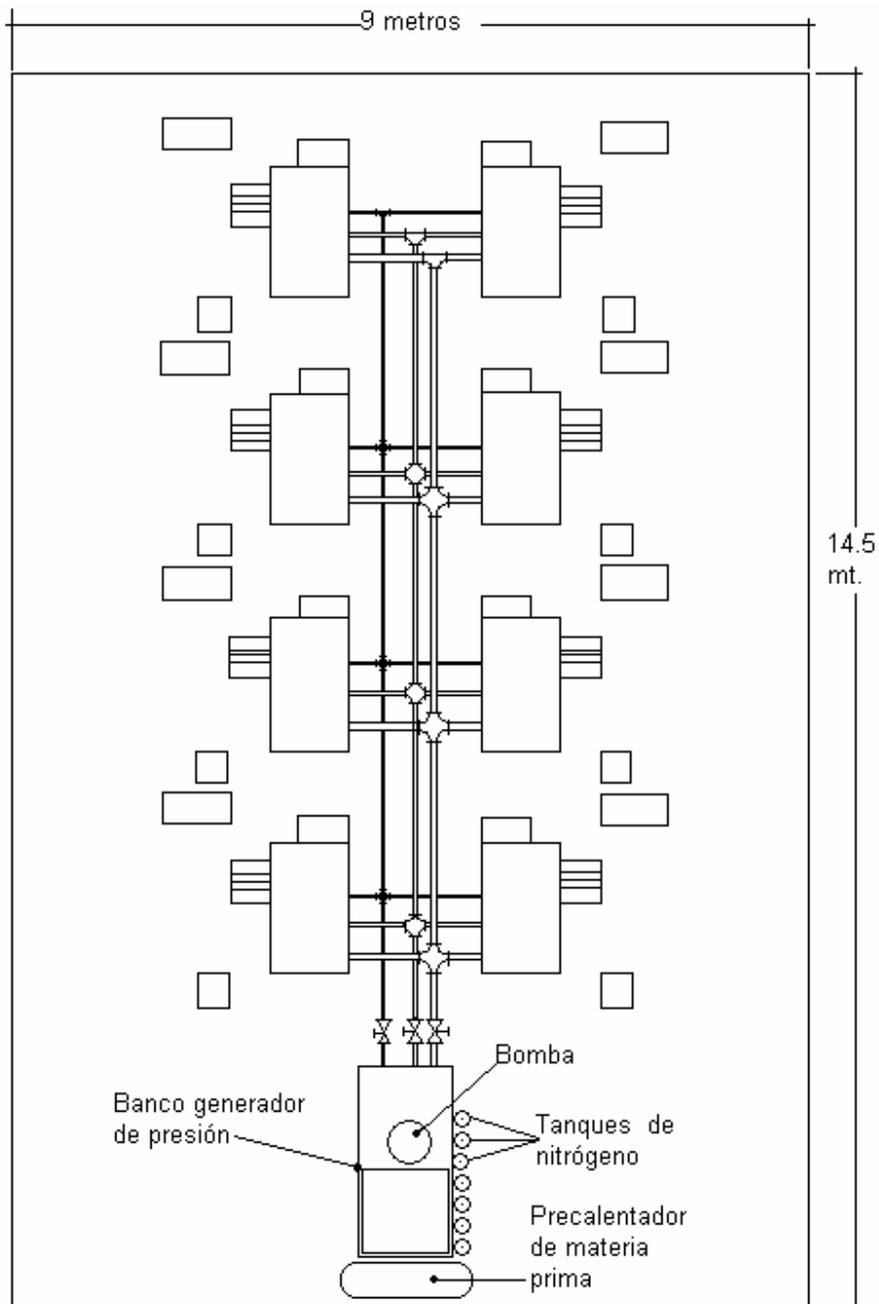
Para el posicionamiento del banco generador de presión hidráulica se deben tomar en cuenta 3 condiciones:

1. Debe facilitar su inspección y monitoreo continuo.
2. Debe estar cerca de las prensas para evitar pérdidas de presión.
3. Debe facilitar el paso de materiales y personas a las prensas.

Para cumplir con estas condiciones el banco generador de presión hidráulica deberá ubicarse a la entrada de las dos hileras de prensas y facilitar también la instalación hidráulica.

En el croquis de la figura siguiente se presenta la ubicación del banco generador de presión hidráulica al mismo tiempo que se señala la forma de conexión de tubería de presión, retorno y pilotaje.

Figura 15. Ubicación de banco de presión y tubería



3.2 Consideraciones para instalaciones específicas de las prensas

Para la instalación exitosa de las prensas se debe separar cada uno de los sistemas de las mismas con el fin de procurar labores y materiales homogéneos entre sí, al mismo tiempo la mano de obra especializada necesaria para la instalación de cada uno de los mismos. En esta sección se describen además las partes y dispositivos más importantes desde el punto de vista de asignación de recursos para su instalación.

3.2.1 Instalación de sistemas mecánicos

La instalación de sistemas mecánicos corresponde a las piezas que necesitan ser ensambladas y colocadas en las prensas después de ser revisadas y reparadas (si fuera necesario), a las piezas que no tengan evidencia de daño significativo se les realizará un trabajo de reconstrucción menor que incluye: desarmado de la pieza y limpieza de óxido y grasa, repasado de roscas con machuelo, limpieza de resistencias eléctricas (en algunos casos) y pintura (en algunos casos) las piezas que recibirán este tratamiento serán:

Chasis.

Mecanismo de plataforma de guía central.

Mecanismo de vaivén.

Partes del molde:

Sección de plantilla.

Sección de la suela.

Sección de lado derecho.

Sección de lado izquierdo.

Sección central o habitáculo del pie.

Cada pieza se trabajará como individual pero en partes intercambiables como el mecanismo de plataforma de guía central y el mecanismo de vaivén se podrán trabajar todas juntas para ahorrar tiempo y cuantificar más fácilmente las partes de reemplazo necesarias. Para cada parte se deberán tomar las consideraciones particulares tanto de reconstrucción como de instalación estas se presentan a continuación:

3.2.1.1 Chasis

Los chasis de las prensas por la forma de su construcción no presentan ningún tipo de daño, por lo que el trabajo de reconstrucción es sencillo, en los casos en que los cilindros de estampado tanto vertical como horizontal no presenten ralladuras en el embolo se mantendrán colocados en el chasis y se tratarán como parte del chasis mismo. El trabajo a realizarse en ellos será en primer lugar, de limpieza, se retirará cualquier vestigio de oxido y grasa incluyendo las roscas, luego se le hará una inspección general para localizar fisuras, torceduras y otras muestras de deterioro y fatiga del metal, por último se le proporcionará una capa de pintura anticorrosiva verde.

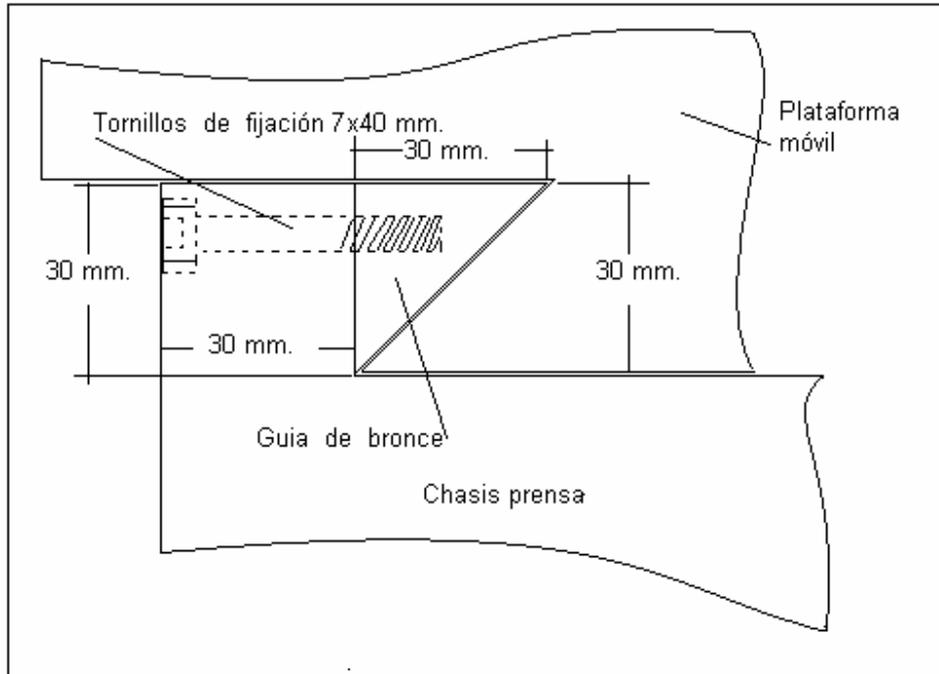
Como las prensas se ensamblarán en un lugar distinto al de instalación, el chasis solo, no tendrá ningún tipo de instalación hasta que se asegure en los pernos de ensamblaje luego de ser nivelado.

3.2.1.2 Mecanismo de plataforma de guía central

Para la reconstrucción de esta parte se debe tomar en cuenta que por ser móvil habrá sufrido desgaste significativo. En primer lugar se desarmará y limpiará el óxido y la grasa y se repasarán las roscas, luego se ensamblará de nuevo y se colocará en el chasis para evaluar el desgaste de las piezas de bronce, si se tiene un movimiento de juego mayor a 4 mm. Los rieles de bronce serán reemplazados, si el movimiento es menor se desarmará de todos modos para engrasar las piezas que rozan y se volverá a poner en el chasis. Por estar esta pieza sometida a calor y al material de hule no se pintará.

Si el desgaste es excesivo o sea que el juego será mayor de 4 milímetros se tendrán que reemplazar las guías o rieles de bronce, estos son barras de 400 milímetros de largo con una sección transversal en forma de cuña con inclinación a 45 grados, el lado contrario tiene un ángulo recto y los lados son de 30 milímetros, estas barras están sujetas por 4 tonillos de 7 milímetros por 40 de largo con cabeza hexagonal escondida en el chasis de la prensa, el detalle de estas guías se presenta en la figura 16.

Figura 16. Detalle de guía de bronce de plataforma móvil



3.2.1.3 Mecanismo de vaivén

El trabajo a realizarse en este mecanismo consiste en la limpieza de las partes móviles y barras que corren entre los rodillos de bronce sujetas al chasis de la prensa como se describió en la sección 2.1, en la limpieza se prestará especial cuidado en la barra del mecanismo de la plataforma de volteo pues deberá estar suave y correctamente lubricada para evitar el desgaste prematuro de la partes. La plataforma de volteo tiene colocadas en su interior 8 resistencias eléctricas las cuales deberán ser retiradas para la limpieza del agujero y la resistencias mismas para lograr una buena transferencia de calor al molde, al mismo tiempo deberá cambiarse los cables de conexión a los contactores electromagnéticos para asegurar un buen aislamiento

pues estos cables pasan a través de la barra central que es hueca para este fin.

Los rodillos de bronce que se aprecian en la figura 5 y que sujetan el mecanismo de vaivén sosteniendo las barras proveyéndoles rodamiento, serán remplazadas en todas las prensas, cada una tiene 8 rodillos y para las 8 prensas serán necesarios 64 rodillos de bronce.

Estos rodillos tienen un diámetro de 50 milímetros y un ancho de 40 milímetros, en el centro tienen originalmente un agujero de 12 milímetros del cual se sujetan al chasis a través de un pasador de acero, como los pasadores también serán reemplazados deben hacerse en el torno con esta medida específica, pero es más fácil comprar una barra de ½ pulgada para hacer los pasadores y ante la dificultad de hacerlos es mejor hacer los rodillos con agujero de media pulgada también para reducir el costo de fabricación.

Para la instalación de los moldes se deberá tener especial cuidado con cuatro factores importantes.

1. Colocar adecuadamente el aislamiento térmico, éste es una plancha de baquelita de 15 milímetros de espesor con la forma de la espalda de la parte del molde al cual corresponde.
2. Centrar y hacer coincidir adecuadamente cada parte en la prensa antes de apretar los tornillos que las sujetan.
3. Asegurarse de que cada parte corresponda al mismo molde.
4. Verificar que las guías estén en buen estado.

Para colocar cada parte del molde se debe seguir el orden como sigue:

Colocar primero la sección del lado izquierdo de la bota, asegurarse de que se coloque el aislamiento entre el chasis y el molde,

como ésta es la única parte fija del molde se puede centrar y asegurar cuando se coloque.

La segunda parte a colocar es la sección del lado derecho, ésta parte se sujeta al vástago del cilindro de estampado horizontal, después de colocar el aislamiento térmico y poner los tornillos sin apretarlos se deberá activar el cilindro horizontal para que cierre las dos secciones para que se puedan acoplar perfectamente y no se atasquen, luego de asegurarse que acoplen bien las dos secciones se pueden apretar los tornillos y abrir el molde ya con el cilindro para colocar las demás partes.

Después de colocar las secciones derecha e izquierda se puede instalar la sección central o la que forma el habitáculo del pie, esta sección no lleva aislamiento térmico ni tornillos de sujeción pues ésta corre sobre la plataforma móvil de guía central y en los rieles de la plataforma para desmoldar, para su instalación únicamente se retiran los topes de esta última sujetas con un sólo tornillo cada una y se desliza la sección central encarrilando sus guías en los rieles. La plataforma para desmoldar posee bajo los rieles unos rodos que facilitan meter y sacar la sección central, se debe asegurar que funcionen bien y no se atasquen, también se debe verificar que la palanca y el mecanismo que divide ésta sección en dos partes funcione correctamente y que este suave, después de instalada la sección se desliza hacia adentro de la prensa para centrar las demás piezas. Esta sección no necesita ser centrada ni calibrada solamente se debe asegurar que las guías laterales se encuentren en buenas condiciones.

Luego de colocadas las partes del molde anteriormente descritas se puede colocar la sección de plantilla o la sección de la suela no importando el orden pues se colocan de la misma forma dado que

ambas se sujetan a la plataforma de volteo una en cada cara de la misma. Para estas secciones se debe limpiar bien la espalda, que es la parte plana que se pone en contacto con la plataforma de volteo ya que solamente ésta se calienta por lo que debe haber buena transferencia de calor a cada sección. Las secciones de la plantilla y de la suela se aseguran con cuatro tornillos cada una puestos a los lados de la plataforma de volteo, se debe asegurar que las guías de las mismas se encuentren en buen estado.

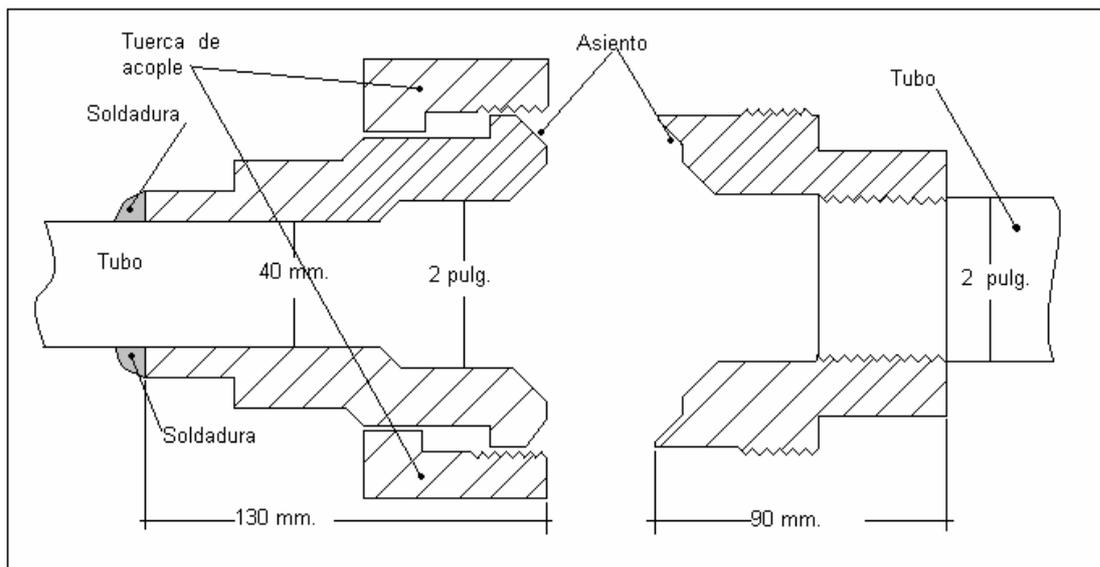
Después de fijar éstas secciones del molde se debe activar el cilindro horizontal para que cierre las secciones de los lados y la central, luego se activa el cilindro vertical para que baje la plataforma de volteo con las secciones para asegurar que acoplen bien y no se atasquen, se debe hacer esto para la sección de la plantilla como para la de la suela.

3.2.2 Instalación de sistemas hidráulicos

En la figura 15 se puede apreciar la forma en que se conectarán las prensas a la tubería de presión hidráulica, la tubería de retorno y la tubería de pilotaje, sin embargo existe una discrepancia entre la medida de la tubería de entrada de las prensas y la tubería utilizada en el circuito la tubería principal de presión de aceite que alimenta cada prensa en un circuito de forma paralelo debe conectarse a cada prensa a través de un tubo de 40 milímetros para 2,000 psi. Pero se eligió utilizar una tubería de acero de 2 pulgadas y con capacidad para 2,000 psi. para realizar esto se fabricara una pieza de acero que se soldará al tubo de entrada de presión de la prensa y se unirá al tubo alimentación de presión a través de un acople estándar.

También se acoplará la tubería de retorno de presión de 30 milímetros para 1,000 psi, a una tubería de 1 y ½ pulgadas para 1,200 psi. y la tubería de pilotaje de 10 milímetros a una de ½ pulgadas. La forma de acoplar los tubos es similar en las 3 tuberías solamente que de diferente tamaño. La forma de estos acoples se presentan en la figura 17.

Figura 17. Acople adaptador de tubería milimétrica a métrica



La pieza del lado derecho de la figura 17 pertenece a un acople común de 2 pulgadas que se puede comprar al igual que la tuerca que sujeta el acople, la única pieza que e debe fabricar es la del lado izquierdo, manteniendo las medidas de la tuerca y el asiento del acople que se comprará y la medida del tubo milimétrico al cual se soldará.

Los cilindros hidráulicos que no presenten señales de deterioro como ralladuras en recubrimiento del vástago o fugas de aceite no se desmontarán de las prensas, los que si presenten este tipo de daño se retirarán para ser reemplazados totalmente o solamente el vástago o el empaque retenedor de aceite. Al colocar otro cilindro se debe prestar atención a los asientos de los acoples para que no presenten daños como ralladuras o torceduras que podrían causar fugas de aceite mas adelante, se debe verificar también que no exista suciedad o partículas extrañas en las entradas de tubería.

Otro elemento hidráulico que debe ser revisado es la válvula de cheque que funciona también como válvula de descompresión esta debe estar limpia, libre de partículas, óxido y otros elementos extraños que pueden provocar que se atasque, a la entrada de ésta válvula se encuentra un filtro tamiz que debe ser revisado para que no tenga agujeros u objetos atascados. El mismo tratamiento debe dársele a las válvulas de activación eléctrica o electro válvulas con la diferencia de que estas tienen una bobina eléctrica que debe ser revisada, asegurando que tengan señales de sobre calentamiento, deterioro del la cinta aislante.

Las bobinas de éstas válvulas están protegidas contra humedad con una cobertura de aluminio, se debe revisar que esta cobertura y el empaque que la sella se encuentren en buenas condiciones con lo que aumentará la vida útil de la bobina.

Las electro válvulas deberán ser conectadas al tablero de control y probadas antes de ser conectadas a la tubería de presión hidraulica para asegurarse que estén conectadas a donde corresponde, como la acometida eléctrica será nueva es preferible que junto a las bobinas se coloque conectores de colocación rápida debidamente señaladas para facilitar el mantenimiento y el reemplazo de las bobinas.

3.2.3 Instalación del sistema eléctrico

La instalación del sistema eléctrico será quizá la mas complicada de realizar por que todo el cableado será reemplazado y algunos dispositivos serán cambiados por unos más modernos y avanzados, este es el caso de los temporizadores, serán quitados los análogos de aguja de 220 voltios y 50 *Hertz*. Por otros digitales del mismo voltaje y para 50 y 60 *Hertz*.

Cada prensa se conectará a una línea trifásica de 440 voltios, ésta entrará en el gabinete de los contactores electromagnéticos, allí se colocará un interruptor general para cortar el paso de corriente a la prensa y un fusible de 30 amperios.

Los contactores electromagnéticos estarán conectados a la línea de 440 voltios para el circuito que interrumpe, o sea la corriente que va hacia las resistencias de los moldes, sus bobinas de activación recibirán entonces corriente de 220 voltios provenientes de los relés de pilotaje de los pirómetros.

Una de las líneas de 220 voltios se dirigirá al tablero de control, un interruptor conmutador dirigirá la corriente hacia los temporizadores para que la prensa funcione como automática ó la dirigirá donde se distribuirá a todos los dispositivos pulsadores para operar la prensa como manual.

Si el interruptor conmutador se pone en manual, la corriente pasa a otro interruptor para precalentar la prensa, éste último interruptor pasa corrientes separadas para cada uno de los contactores electromagnéticos que alimentan las resistencias para que calienten de forma continua hasta que es desactivado por un termo interruptor que se desactiva cuando el molde está a 100 grados centígrados.

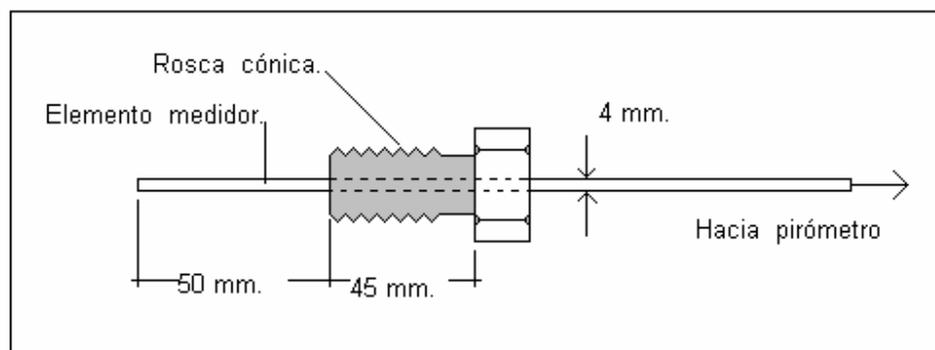
Si el interruptor conmutador se pone en automático la corriente deberá pasar a los pirómetros al igual que a otros dispositivos, los pirómetros toman entonces el control de los contactores electromagnéticos de las resistencias y por lo tanto controlan el calentamiento de la prensa.

3.2.3.1 Instalación de dispositivos medidores

Los dispositivos medidores son sondas que se ubican en cada sección de molde, estas sondas son llamadas también termo coplas, las secciones laterales del molde tienen 2 termo coplas, cada una de las termo coplas tiene un elemento que varía su resistencia eléctrica según la temperatura, como se describió en la sección 2.1.3, de éste elemento salen dos cables que van hacia la conexión de pirómetros.

La punta de la sonda tiene la apariencia de un alambre de hierro de 4 milímetros, se sujeta al molde por medio de un elemento metálico con rosca cónica que al entrar el molde aprieta la sonda, en la figura 18 se puede apreciar la forma en que se asegura.

Figura 18. Elemento medidor



La rosca cónica de sujeción del elemento medidor se mueve a lo largo del mismo por lo que al instalarlo se debe procurar dejar 50 milímetros desde la rosca hasta la punta de la sonda, antes de colocarla es necesario limpiar perfectamente el agujero del molde para evitar variaciones innecesarias en la medición y por lo tanto en el calentamiento del molde ya que el pirómetro controla la temperatura según la medición que recibe.

3.2.3.2 Instalación de pirómetros

Para la instalación de pirómetros es necesario probar cada uno para que se pongan solamente los que funcionan perfectamente, esto quiere decir que las agujas del galvanómetro no se traben y la activación y desactivación del contactor electromagnéticos que comanda se realiza dentro de un rango de 10 grados centígrados, 5 a cada lado de la calibración del mismo. En la parte trasera del pirómetro se encuentran las espigas de conexión conectándose de la siguiente manera: 1A y 2 A son las entradas de corriente 220 voltios 60 Hertz, el 3A es la salida del relé interno de activación, este comanda el contactor de las resistencias eléctricas y cuando saca corriente eléctrica el molde se calienta, también esta conectada a la luz amarilla del tablero que indica el calentamiento, en el 5A se conecta la luz roja del tablero que indica que el molde se enfría, en el 8B y el 7B se conectan los cables de la resistencia variable o elemento medidor, en el 2B y el 3B se debe poner un puente.

Antes de colocar el pirómetro en su gabinete se deben limpiar sus espigas, preferiblemente con lija fina y limpiador de contactos, también se debe verificar la empaquetadura de hule para que sea reemplazada si fuera necesario y evitar así que entre humedad y polvo.

3.3 Creación de programa de mantenimiento

La creación de un programa de mantenimiento implica que se debe asignar los recursos a las prensas para procurar el funcionamiento continuo de las mismas día tras día, evitar fallas prematuras e inesperadas, para cumplir con las expectativas de eficiencia y seguridad respecto al funcionamiento de las mismas. Los recursos que se necesitan para lograr los objetivos del mantenimiento exitoso son tiempo, mano de obra y repuestos, claro que todo esto se puede poner en términos de costo monetario al igual que las pérdidas por paros innecesarios de las prensas a causa de un mantenimiento inadecuado o con recursos limitados. Por otro lado la administración de tareas de mantenimiento sin una planeación adecuada o sin un programa de mantenimiento puede conducir al fracaso del sistema productivo al presentar una acumulación de problemas mecánicos, aunque se cuente con todos los recursos necesarios.

3.3.1 Mantenimiento del sistema mecánico

El mantenimiento del sistema mecánico incluye todas las partes móviles de la prensa, especialmente las piezas que rozan unas con otras metal con metal, no importando si se mueven a bajas velocidades.

Mientras se mantiene una producción constante de bota se presenta el deterioro de los moldes, el deterioro mas significativo que presenta es el de las guías metálicas, estas deben centrar el molde a medida que se cierra, y como por el lugar donde se encuentran no puede tener ningún tipo de lubricante y el desgaste se presenta muy

rápido, es por eso que las guías deben revisarse periódicamente y reemplazarlas de forma programada o cuando muestre daño severo.

El molde en la parte que determina la forma externa de la bota puede presentar incrustaciones de hule o material adherido al mismo, este material adherido produce imperfecciones en el producto, estas imperfecciones bajan la calidad o pueden provocar que se deseché el producto semi terminado, esto se traduce directamente con una baja eficiencia y baja productividad de la línea, para evitar esto prestar el mantenimiento adecuado oportuno es la solución, éste puede limitarse únicamente a la limpieza del molde con un cepillo de alambre eléctrico. El problema de adhesiones se presenta después de sacar aproximadamente 200 botas por lo que se puede programar la limpieza para prevenir el problema.

La plataforma para sostener la parte central del molde cuando se jala tiene 8 cojinetes en 4 rodos bajo los rieles que deben ser engrasados por la parte de abajo de la plataforma por lo que puede ser fácil olvidarlos cuando se engrase la prensa, por esta razón debe incluirse en la programación del mantenimiento preventivo. La plataforma móvil de guía central también debe engrasarse periódicamente para evitar desgaste prematuro de sus parte móviles, especialmente las guías de bronce en la parte de abajo de la misma.

El mantenimiento preventivo del mecanismo de vaivén consistirá en engrasar lo bujes de la barra central que sostiene el mecanismo de volteo, estos tienen fitting de engrasado por lo que esta tarea resulta relativamente sencilla, los rodillos de bronce que sostienen el mecanismo de vaivén deben engrasarse también pero deben desarmarse para que sean engrasados de forma manual.

3.3.2 Mantenimiento del sistema Hidráulico

El mantenimiento del sistema hidráulico se deberá realizar en 2 frentes que son:

3.3.2.1 Prensas

Aquí se incluyen los cilindros estampadores, las válvulas de activación eléctrica y válvula de cheque.

3.3.2.2 Banco de presión y red de tubería

Aquí se incluye la bomba hidráulica, depósito de aceite (aceite y filtros) tanques de nitrógeno y la tubería distribuidora de aceite.

El trabajo de mantenimiento a realizarse en los cilindros estampadores será únicamente el de cambio de empaques cuando existan pérdidas de aceite, como la disponibilidad de estos empaques es baja su cambio no será programado muy seguido, por lo que se deberá inspeccionar periódicamente.

Las electro válvulas y la válvula de cheque recibirán el mismo tipo de mantenimiento que será el de desarmado inspección y limpieza de los filtros tamiz, también serán reemplazados los empaques tanto de retención como de presión según el deterioro que e muestre en la inspección.

El trabajo a realizarse en el banco de presión será un tanto complicado por la cantidad de piezas a desarmar, especialmente en la bomba de presión, es por eso que se deberán monitorear constantemente los cambios en la presión para evitar desarmar

innecesariamente la misma, cuando se haga será para cambio de empaques y quizá cojinetes para evitar daños severos sorpresivos. el mantenimiento aplicado al tanque de aceite se resumirá a la evaluación del aceite en cuanto a color y suciedad , el aceite recomendado por el fabricante debe tener una viscosidad de 8 a 9 grados Engler, pero se utilizará aceite hidráulico SAE 20, el mas utilizado en el mercado y en la planta, se deberán limpiar o cambiar periódicamente los filtros para evitar daños en la bomba. Se deberá monitorear también la temperatura del aceite la presión de trabajo (en la tubería de presión) la presión del nitrógeno y la presión de la bomba.

El mantenimiento en la tubería de aceite hidráulico será de cambio de acoples, tubos y accesorios cuando se presenten fugas especialmente en las válvulas de globo y válvulas de compuerta.

3.3.3 Mantenimiento del sistema eléctrico

El sistema eléctrico es al que se le realiza menos trabajos de mantenimiento y más espaciados, pero es el que necesita mayor precisión, por que las piezas que pueden sufrir daños por el uso continuo son las que tienen partes móviles como los relés, motores y bobinas para las válvulas.

Las tareas de mantenimiento deberán eliminar también posibles fallas a causa de chispas normales en los platinos de cada contactor, es por eso que éstos últimos se deben desarmar periódicamente para limpiarlos y lijar los platinos eliminando malformaciones e incrustaciones para evitar que en algún momento se peguen, de igual manera se deberá realizar en los relés.

Es importante realizar durante las inspecciones o visitas de mantenimiento revisar el cableado de la prensa en busca de daños en el aislante, daños por calentamiento, o deterioro normal, especialmente en las secciones donde se mantiene trabajando a altas temperaturas como cerca de los moldes.

Durante las visitas de mantenimiento deberá revisarse el calentamiento de los moldes, este deberá ser de forma homogénea en todo el molde, una variación de entre 5 °C o más grados en cualquier sección del molde indica mal funcionamiento de las resistencias eléctricas, una o varias de ellas pueden estar quemadas por lo que deberán ser reemplazadas. La verificación de temperatura se hará por medio de una pistola medidora a láser para lograr detectar la variaciones, la medición deberá realizarse preferiblemente con el molde abierto y después de por lo menos 1 hora de estar trabajando.

Al motor del banco de presión se le debe dar un mantenimiento adecuado ya que éste junto a la bomba hidráulica el dispositivo que mas tiempo trabajará y el que debe mantenerse trabajando de forma continúa, ya que de él dependen las 8 prensas de la línea. Se deberá monitorear continuamente indicadores de fallas o mal funcionamiento en el motor como aumento significativo de la temperatura (no mayor de 65 °C.), vibración, ruido y aumento en el consumo de energía. El mantenimiento a realizarse de forma normal será de engrasado de cojinetes y limpieza externa, pero también deberá quitarse cada cierto tiempo para hacerle limpieza interna, cambio de cepillos o carbones y cojinetes.

3.3.4 Procedimiento para mantenimiento seguro

Para lograr prestarle la atención adecuada a las tarea de mantenimiento deberán seguirse las recomendaciones para trabajar de forma segura y evitar accidentes, es importante recordar que las prensas pueden trabajar de forma automática, pueden abrir y cerrar los cilindros estampadores, y calentar según tiempos establecidos.

Las visitas de inspección son las tareas que pueden tornarse más peligrosas puesto que la evaluación debe realizarse cuando la máquina está funcionando normalmente y en producción, afortunadamente con el uso de la pistola láser de medición de temperatura no es necesario tocar ninguna parte de la maquina y las lecturas pueden hacerse desde una distancia segura, preferiblemente de 50 centímetros, tomar lecturas de presiones, amperajes y temperatura del aceite hidráulico del banco de presión no implica acercarse demasiado a las máquinas por lo que es recomendable no tocar ninguna durante las visitas de inspección.

Cuando se realicen tareas de mantenimiento que impliquen tocar o desarmar cualquier pieza de la prensa será necesario cortar el suministro de energía a través de un interruptor general que se encuentra en el gabinete de los contactores electromagnéticos del lado izquierdo de la prensa, con esta medida se previene que la misma ejecute alguna acción que pueda resultar peligrosa para el personal de mantenimiento, de igual forma se debe cortar la energía eléctrica cuando se realicen las tareas de mantenimiento al sistema eléctrico.

Cuando se trabaje con el banco de presión hidraulica se deberán tomar en cuenta las indicaciones antes mencionadas y además otras especialmente para éste dispositivo, cuando se saque el aceite del depósito para limpieza del mismo y de los filtros se deberá tener cuidado de evitar derrames de aceite, se evitará en lo posible tocar tanto el aceite,

el depósito (especialmente los bordes filosos) y la bomba. se deberá evitar también tocar o quitar la tubería de presión de nitrógeno y la válvula al sistema hidráulico, si es necesario se cerrarán las válvulas de globo en cada tanque y tubería.

3.3.5 Mantenimiento diario, semanal, mensual y anual

Las tareas de mantenimiento para que puedan ser realizadas eficientemente deben dividirse de acuerdo a la frecuencia con que se realizan, así las fallas que tengan mayor incidencia durante el tiempo de producción deberán ser evitadas mediante el mantenimiento más seguido o realizado más frecuentemente, por esta razón deberá planearse que tareas de mantenimiento deben realizarse día a día y cuales cada mes o cada año, las tareas de mantenimiento que se realizan en las prensas así como la frecuencia con que se realizan se presentan a continuación.

3.3.5.1 Mantenimiento diario

En las tareas de mantenimiento diario estará en primer lugar las visitas de inspección, se evaluará e cada prensa los siguientes aspectos:

Temperatura de los moldes.

Deterioro de las guías de los moldes.

Deterioro de las guías de las plataformas.

Perdida de aceite en las uniones y por los vástagos de los cilindros.

Deterioro del cableado.

Funcionamiento adecuado de los pirómetros es decir que las agujas del galvanómetro no se traben y la activación y desactivación se realice dentro de un rango de 10 grados centígrados, 5 a cada lado de la calibración del mismo, y que el contactor no oscile en la activación.

Limpieza del molde, (libre de incrustaciones y adhesiones).

Comentarios del operario.

En banco generador de presión hidráulica se evaluará los aspectos siguientes:

Temperatura del aceite hidráulico.

Presión de aceite (presión de trabajo, presión de la bomba) y presión del nitrógeno.

Temperatura del motor de la bomba.

Identificación de vibración y ruido extraño.

Nivel del aceite.

Dependiendo del resultado de la inspección se realizarán las siguientes tareas.

Engrasado de piezas con *fitting* de engrase.

Limpieza de molde con cepillo eléctrico de alambre (si es necesario).

Nivelación del aceite hidráulico.

Limpieza de todo el banco de presión, exteriormente.

3.3.5.2 Mantenimiento semanal

El mantenimiento semanal incluirá las siguientes tareas:

Limpieza de moldes:

La limpieza de los moldes de las prensas se hará de forma general para quitar o prevenir incrustaciones y adhesiones. Esta limpieza toma aproximadamente 1 hora realizarla a cada molde por lo que limpiar los 8 moldes tomará un día de trabajo en jornada de 8 horas.

Limpieza de plataformas:

Se deberá limpiar las plataformas de volteo, la central y la de desmolde, especialmente en los rieles y guías con cepillo de alambre procurando quitar restos de hule, oxido y grasa.

3.3.5.3 Mantenimiento mensual

El mantenimiento mensual incluirá tareas que por su dificultad, baja utilización y baja incidencia de desgaste y daños se deja para realizarse cada mes, estas son:

Engrasado de rodillos del mecanismo de vaivén:

Estos rodillos como se explicó en la sección 3.2.1 no poseen fittines de engrase y ante la necesidad de ser engrasados para prevenir el desgaste se hace indispensable desarmarlos, para hacerlo solamente se retira el seguro del pasador de cada uno y se quita se limpia y se engrasa de forma manual y se pone nuevamente, hacer esto a los 8 rodillos de una prensa toma aproximadamente 40 minutos, para realizarlo en las 8 prensas tomará 5 horas con 20 minutos aproximadamente.

Engrasado de guías y rieles de las plataformas:

Para engrasar estas partes se debe quitar la tapadera inferior del frente y el molde deberá estar abierto, es necesario después de que se habrá el molde desconectar la corriente de la prensa, realizar este trabajo toma aproximadamente 20 minutos en cada prensa, hacerlo en las ocho prensas tomará entonces 2 horas 40 minutos aproximadamente.

Engrasado de rodillos de la plataforma de desmolde:

Engrasar estos rodillos es mas sencillo que las tareas anteriores, pues se engrasan desde la parte de abajo de la plataforma y tienen *fittines* de engrase por lo que se puede utilizar una engrasadora manual, engrasar todas la prensas toma aproximadamente 1 hora y 30 minutos.

3.3.5.4 Mantenimiento anual

En el mantenimiento anual se realizan operaciones de desarmado importantes y requieren por lo tanto de tiempo y de mano de obra suficientes, será necesario detener toda la línea ya que se incluye tanto el mantenimiento del banco de presión como de las prensas.

Mantenimiento en el banco de presión hidráulica:

Los trabajos a realizarse en el banco de presión son:

a) Desarmado de la bomba

En el desarmado de la bomba se retira el motor para que se desarme y se limpie por dentro, se cambiarán los carbones y los cojinetes de ser necesario, en la bomba se quitarán los espejos y se lijarán con

lija fina, se revisará y se limpiará la válvula interna de descompresión y los empaques de salida.

b) Limpieza de tanque de aceite

El aceite del depósito de aceite se deberá drenar para limpiarlo, limpiar el tanque y los filtros, éstos son tamices de acero en forma cilíndrica por lo que no sufren deterioro, solamente se limpian y se colocan nuevamente.

c) Mantenimiento de prensas

El mantenimiento anual a realizarse en las prensas incluye el siguiente:

d) Mantenimiento en cilindros estampadores

El mantenimiento en los cilindros de la prensa se limitará a la limpieza del filtro tamiz ubicado en las entradas de tubería del mismo y a cambio de empaquetaduras, los empaques de repuesto que envía el fabricante indican una vida útil de 5 años, pero con el deterioro de los vástagos de cilindro pueden presentarse fugas antes de ese tiempo, de ser así se deberán cambiar el empaque para evitar averías repentinas.

e) Mantenimiento de válvulas

Las válvulas de activación eléctrica, válvulas de activación hidráulica, válvulas de cheque y válvulas de retorno serán desarmadas y limpiadas además de cambiárseles los empaques de retención y de presión.

f) Mantenimiento de los moldes

El mantenimiento anual a realizarse en los moldes se limitará únicamente al cambio de guías, estas deben hacerse en el taller de mantenimiento o mandarlas a hacer a un taller externo si no hubiese personal disponible, estas guías deben ser trozos rectangulares de acero mas

suave que el del molde, de 20*30*60 milímetros con un agujero para poner un tornillo de fijación.

g) Mantenimiento a contactores electromagnéticos

Los contactores electromagnéticos deberán ser desarmados y limpiados uno por uno, se deberá lijar los platinos para eliminar imperfecciones.

h) Mantenimiento a las bobinas de las válvulas

El trabajo a realizarse a las bobinas de las válvulas será de limpieza y cambio de empaques de la carcasa protectora contra humedad.

4. INPLEMENTACIÓN

En este capítulo se considerarán los parámetros determinados en los capítulos anteriores para la creación de un plan de trabajo que describa paso a paso la instalación adecuada de las prensas. Además se hará un estudio económico para determinar el costo total de instalación de las máquinas, así como también se incluirá una evaluación del costo mensual de operación y mantenimiento.

4.1 Plan de trabajo para instalación de prensas

La instalación de las prensas desma es un proyecto a corto plazo que se puede considerar de baja envergadura, sin embargo para la maximización de los recursos necesarios para la realización del proyecto es importante una planificación correcta y puntual que considere no sólo los recursos necesarios sino también las limitaciones impuestas por la empresa en cuanto a espacio, mano de obra, maquinaria y equipo e insumos. Siguiendo estas consideraciones se puede analizar el problema bajo el concepto del diagrama de Pareto la regla 80-20, las cuatro M's y el diagrama de causa y efecto.

Para el análisis de la instalación mediante la utilización de la regla 80-20 y el diagrama de Pareto se estudiarán las tareas a realizarse en una sola máquina desde la tarea que toma más tiempo hasta la que toma menos. Las tareas siguientes muestran tiempos de duración obtenidos de a reconstrucción de una prensa desma realizada a manera de plan piloto para definir no sólo tiempo sino también insumos y repuestos.

Tabla III. Actividades y tiempos para instalación

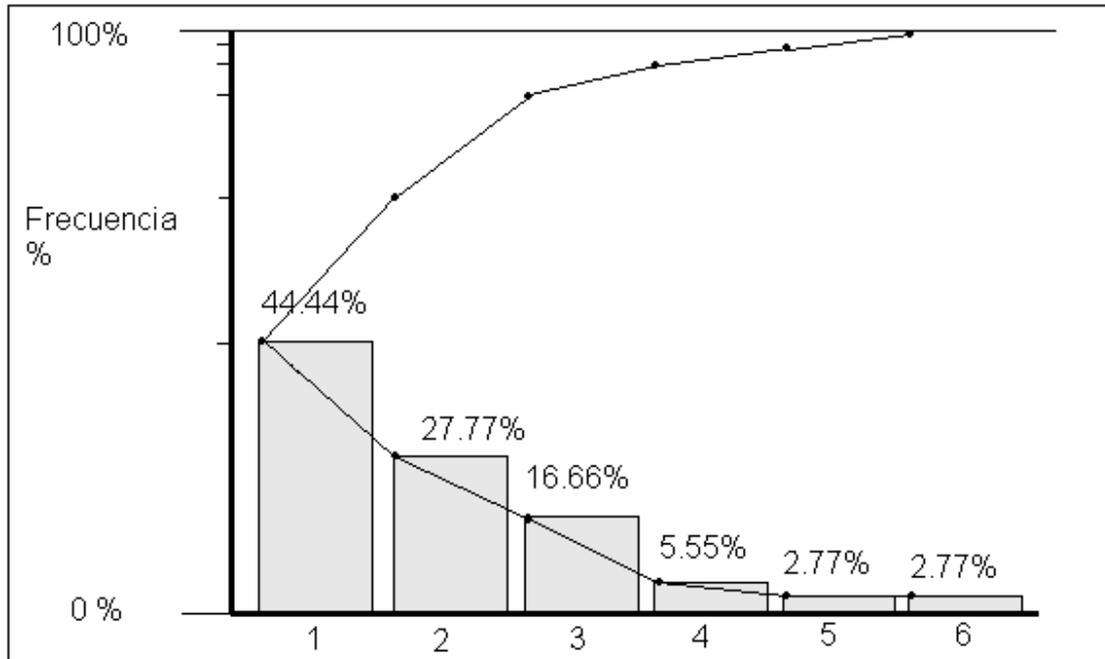
Actividad	Tiempo
Instalación del sistema eléctrico	8 días.
Instalación sistema hidráulico	5 días.
Instalación sistema mecánico	3 días.
Limpieza y pintura	1 días.
Movimiento y anclaje	0.5 días.
Conexiones hidráulica y eléctrica	0.5 días.
Total	18 días.

Tabla IV. Porcentaje de incidencia para cada actividad

No.	Actividad	Porcentaje de incidencia.
1	Instalación del sistema eléctrico	44.44 %
2	Instalación sistema hidráulico	27.77 %
3	Instalación sistema mecánico	16.66 %
4	Limpieza y pintura	5.55 %
5	Movimiento y anclaje	2.77 %
6	Conexiones hidráulica y eléctrica	2.77 %

De acuerdo con los datos anteriores se puede hacer el diagrama de Pareto de la siguiente forma.

Figura 19. Diagrama de Pareto ⁵



El diagrama de Pareto indica que las actividades que más tiempo requieren son: instalación de los sistemas eléctrico e hidráulico por lo que deben ser realizados de la mejor forma posible para evitar retrasos, cumpliéndose así la regla 80-20 que dice que el 20 % de las actividades consumen el 80 % del tiempo y por lo tanto generan el mismo porcentaje de retrasos.

Para el cumplimiento de las actividades que aparecen en el diagrama anterior se deberá realizar también el diagrama de causa y efecto analizando los factores involucrados según las 4 M's de Ishicawa siendo estos factores:

- a) Mano de obra.
- b) Maquinaria y equipo.
- c) Materiales.
- d) Métodos.

Los cuatro factores anteriores son llamados causas en el diagrama de causa y efecto, el análisis de cada uno de ellos encamina hacia la localización y consideración de sub-causas que aunque tienen menos impacto en el efecto o producto final por sí solas juntas contribuyen a que la causa cobre importancia, estas sub-causas entonces son:

a) Mano de obra

Conocimiento del trabajo.

Habilidad del trabajador.

Disponibilidad.

b) Maquinaria y equipo

Tipo de maquinaria.

Herramienta a utilizar.

Equipos a utilizar.

c) Materiales

Materiales necesarios.

Disponibilidad.

Calidad y costo de los materiales.

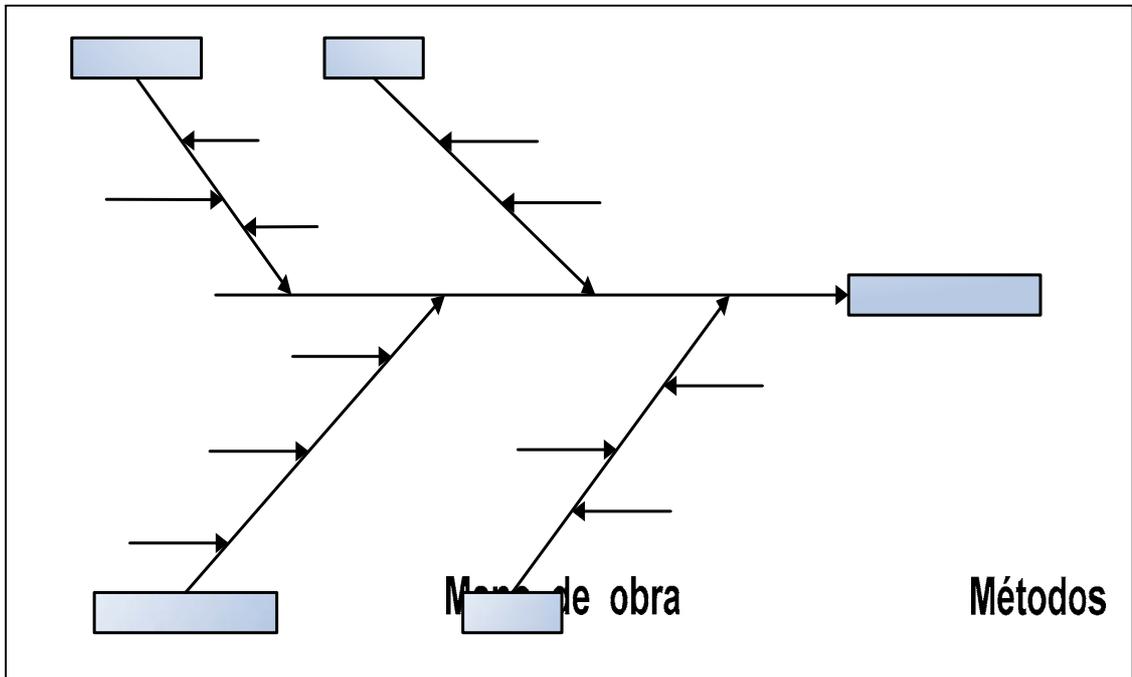
d) Métodos

Métodos adecuados a utilizar.

Aceptación del personal.

Después de localizar las causas y sub-causas que intervienen en el efecto que es la realización del proyecto de instalación de las prensas marca Desma se puede realizar el diagrama de causa y efecto.

Figura 20. Diagrama de causa y efecto⁶



Conocimiento del trabajador

4.1.1 Conocimiento del trabajo

Es importante que el trabajador designado a cierta tarea tenga los conocimientos en el trabajo a realizar, esto es importante pues una persona sin el conocimiento en el área designada puede provocar retrasos inesperados producto de instalaciones mal hechas, piezas dañadas o tolerancias fuera del límite, lo cual se traduce en costos desperdiciados cuando pueden evitarse, también se necesitará designar a otra persona que encuentre y corrija el error, esto es especialmente importante para la instalación del cableado y piezas eléctricas y la instalación de sistemas hidráulicos.

Habilidad del trabajador

Tipo de maquinaria

Herramienta a utilizar

Disponibilidad

Equipos a utilizar⁸³

Maquinaria y equipo

Mate

4.1.2 Habilidad del trabajador

La habilidad del trabajador designado a la realización de alguna tarea de instalación será de importancia solamente para ahorrar tiempo y evitar el adiestramiento de personal inexperto.

4.1.3 Disponibilidad de mano de obra

La disponibilidad del personal de mantenimiento estará determinada por la carencia de actividades inesperadas de reparación y mantenimiento en las máquinas de la planta pues para la instalación de las prensas se deberá designar al personal necesario durante el tiempo justo.

4.1.4 Tipo de maquinaria

La maquinaria necesaria para la instalación de las prensas esta limitada únicamente al uso de un montacargas para el traslado y colocación de las mismas.

4.1.5 Herramienta a utilizar

La herramienta a utilizar estará constituida mayormente por llaves de tuercas de todas medidas, llaves de tubos, alicates, pinzas, corta alambres, trinquetes, palancas, copas y otras herramientas de uso común.

4.1.6 Equipos a utilizar

Los equipos a utilizar estarán constituidos mayormente por equipos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, además de moledoras

eléctricas, taladros, máquinas de *sandblast* o aventadoras de arena a presión y tornos para roscas en tuberías.

4.1.7 Materiales

Materiales necesarios.

Los materiales necesarios estarán determinados de acuerdo al uso destinados, los únicos materiales propiamente dichos son los que se utilizarán en la instalación eléctrica, los utilizados en los sistemas hidráulico y mecánico serían repuestos, dispositivos o insumos, pero se considerarán como materiales, estos materiales serán empaquetaduras, pernos y tuercas, tubos, mangueras, válvulas, tapones, varillas y pinturas, éstos y los materiales eléctricos se determinarán mas adelante.

4.1.8 Disponibilidad de materiales

La disponibilidad de los materiales será un factor determinante en la elección de los materiales pues deberán ser de uso común y de fácil obtención en el mercado tanto actualmente como en el futuro.

4.1.9 Calidad y costo de los materiales

La calidad y el costo será otro factor determinante en la elección de los materiales, todos los materiales deberán tener estas dos características juntas deben ser de alta calidad y de tan bajo costo como sea posible, no debe ser adquirido ningún material basándose únicamente en el costo o que sea el más barato sacrificando la calidad, prefiriendo los materiales que se consideren de calidad aceptable.

4.1.10 Métodos

Los métodos a utilizar en la instalación de las prensas fueron estudiados en el capítulo 3, solamente es importante mencionar que estos pueden ser cambiados o modificados durante el proceso si así se maximizan recursos o se minimizan gastos, o sea que los métodos adecuados se determinarán mientras se realiza el proyecto.

4.1.11 Aceptación del personal

La aceptación de los métodos a utilizar por parte del personal de mantenimiento deberá ser total, si alguno no está de acuerdo se deberá escuchar su propuesta y podrán ser cambiados o modificados para evitar desmotivación del personal, siempre y cuando no se sacrifique la optimización de los recursos.

La realización del proyecto completo o sea la instalación de las primeras 8 prensas Desma, involucra muchas actividades de diferente tipo, algunas de estas actividades no pueden realizarse simultáneamente y otras sí, siempre y cuando se considere la disponibilidad del personal necesario para realizarlas. También es necesario considerar el tiempo que lleva realizar cada actividad, la planificación de las actividades considerando todo esto debe realizarse a través del Método Ruta Crítica y un diagrama CPM (Ref. 7).

Las actividades más importantes con su duración en días hábiles de trabajo en jornadas de 8 horas que se deben programar en el CPM son las siguientes:

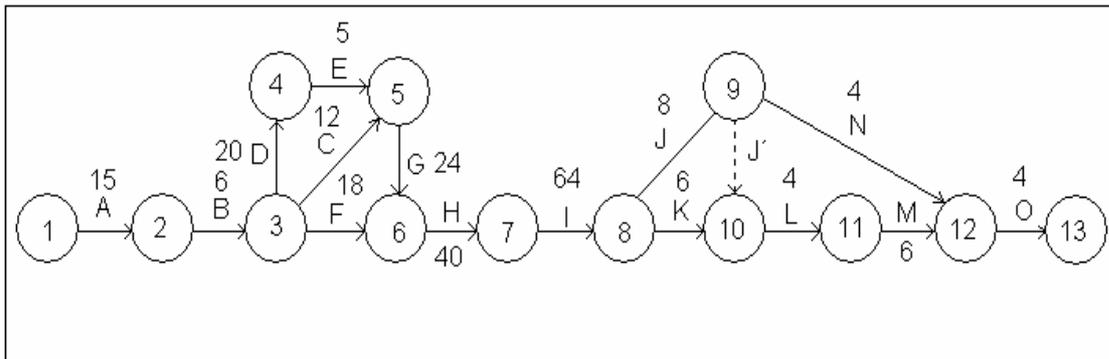
Tabla V. Actividades y su duración en días

	Actividad.	Duración.
A	Desarmado de las prensas.	15 días.
B	Desmontaje del sistema eléctrico interno.	6 días.
C	Limpieza de los bastidores.	12 días.
D	Limpieza de piezas mecánicas.	20 días.
E	Pintado de piezas mecánicas.	5 días.
F	Limpieza de piezas hidráulicas.	18 días.
G	Ensamblado de sistema mecánico.	24 días.
H	Ensamblado de sistema hidráulico.	40 días.
I	Creación e instalación de sistema eléctrico.	64 días.
J	Limpieza y pintura externa.	8 días.
K	Fundición de plataformas de anclaje.	6 días.
L	Traslado y anclado de prensas.	4 días.
M	Instalación de acometida eléctrica	6 días.
N	Instalación del banco de presión.	4 días.
O	Conexión hidráulica y eléctrica.	4 días.

La gráfica CPM de las actividades de la tabla anterior se presenta a continuación.

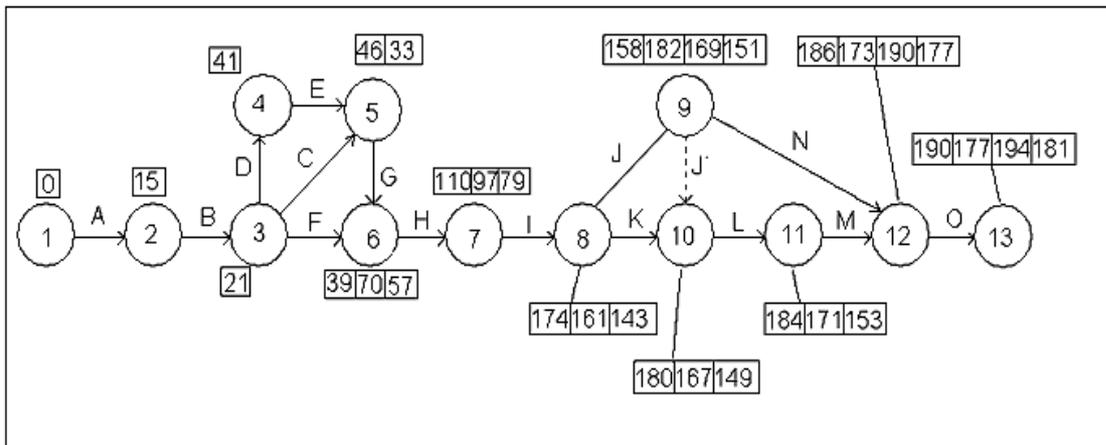
Gráfica CPM

Figura 21. Actividades con duración en días ⁷



Gráfica CPM.

Figura 22. Duración de seguimiento ⁷



De acuerdo con la gráfica anterior la duración de las rutas son:

Tabla VI. Rutas de CPM y su duración en días

No.	Ruta.	Duración.	Ruta crítica.
1	ABDEGHIJNO	190 días.	
2	ABCGHIJNO	177 días.	
3	ABFHIJNO	159 días.	
4	ABDEGHIKLMO	194 días.	*O*
5	ABCGHIKLMO	181 días.	
6	ABFHIKLMO	163 días.	

Las holguras para cada ruta son:

Tabla VII. Holguras para cada Ruta

No.	Ruta.		Holgura
1	ABDEGHIJNO	190-194	4 días.
2	ABCGHIJNO	177-194	17 días.
3	ABFHIJNO	159-194	35 días.
4	ABDEGHIKLMO	194-194	0
5	ABCGHIKLMO	181-194	13 días.
6	ABFHIKLMO	163-194	31 días.

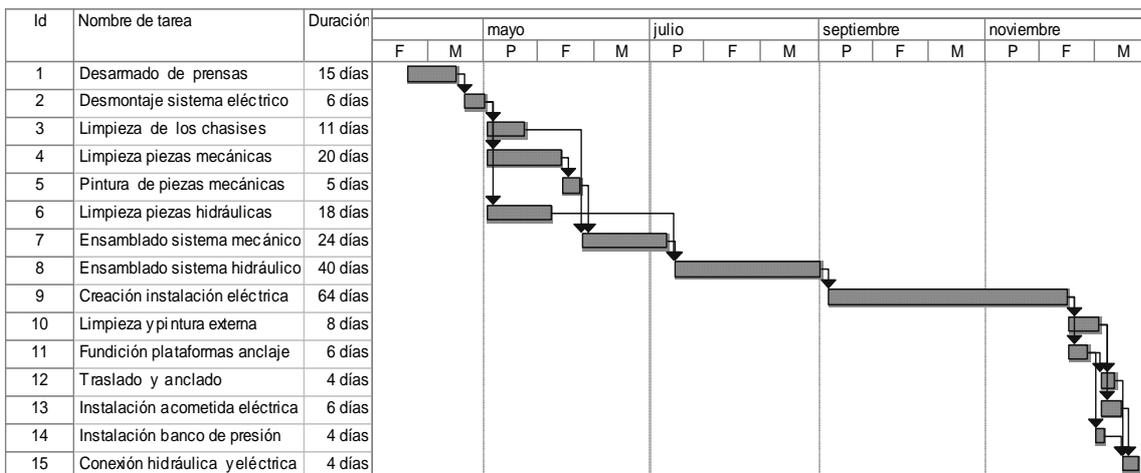
Según el resultado del análisis y considerando la ruta crítica resulta importante señalar que en actividades involucradas en esta ruta deben realizarse de manera eficiente con el fin de procurar un ahorro significativo de tiempo, para lograrlo es necesario designar al personal adecuado y de forma constante a actividades que pueden realizarse

de forma simultanea con otras pero que requieren más tiempo como es el caso de las D,E y G y asignar menos recursos a actividades que requieren menos tiempo y pueden ser terminadas con menos prisa como las actividades F, J y N.

4.1.12 Cronograma de actividades de instalación

Después de determinar los factores que intervendrán en el proyecto de instalar las prensas marca Desma, y que será necesario controlar para lograr un procedimiento eficiente y conociendo también las actividades que intervienen, su interdependencia y el tiempo que utilizará cada una y el proyecto completo, solamente queda ponerle fechas para su realización y planear el tiempo para darle seguimiento de forma sistemática. Para tal programación se utilizará en programa de Microsoft office, Project, los resultados de la misma se muestran en la grafica siguiente:

Figura 23. Cronograma de actividades de instalación



4.1.13 Análisis para determinar requerimientos

Para la realización del proyecto además de la programación de las actividades también es necesaria la planificación de la utilización de los recursos, pero antes es necesario determinar los requerimientos tanto en cantidades exactas como en calidad, costo y disponibilidad, para determinar esto se han separado en tres grupos los recursos, estos son:

Mano de obra.

Maquinaria y equipo.

Insumos y repuestos.

4.1.2.1 Análisis para determinar mano de obra

El análisis para determinar la mano de obra se torna relativamente sencillo si se parte de los tiempos determinados en el sub.tema anterior, el 4.1, sin embargo si es necesario determinar la disponibilidad del personal así como también el conocimiento y la habilidad de cada uno en el área en que trabaja, con el fin de asignar las tareas más difíciles a quienes posean un mayor conocimiento. Los tiempos obtenidos del plan piloto podrían ser un tanto mayores que los tiempos reales a la hora de realizarse el proyecto, pero se utilizarán como base para el cálculo. Además cada actividad fue realizada por una o dos personas, como de la instalación del sistema mecánico que por el tamaño y peso de las piezas requiere de dos personas para realizarla.

Las actividades, los tiempos de duración y la cantidad de personas que las realizaron se presentan a continuación:

Tabla VIII. Número de trabajadores por actividad

Actividad	Tiempo	Trabajadores.
Instalación del sistema eléctrico	8 días.	1 p.
Instalación sistema hidráulico	5 días.	1 p.
Instalación sistema mecánico	3 días.	2 p.
Limpieza y pintura	1 días.	1 p.
Movimiento y anclaje	0.5 días.	2 p.
Conexiones hidráulica y eléctrica	0.5 días.	2 p.
Total	18 días.	

Para la instalación del sistema eléctrico que es la actividad que requiere más tiempo y que seguramente será el cuello de botella del proyecto, se asignará la mayor cantidad posible de mano de obra, sin embargo en la empresa sólo hay 3 electricistas y como el mantenimiento de avería se presenta a diario en la planta solamente se podrán asignar 2 de estos y deberán ser los que poseen menos experiencia por lo que el tiempo podría reducirse solamente en un 38 por ciento, logrando reducir el tiempo de creación e instalación del sistema eléctrico de 64 días a un estimado de 40 días, si no se presentan imprevistos o atrasos en la entrega de materiales.

Otra de las actividades que según la grafica CPM. Puede ser cuello de botella es la instalación del sistema hidráulico en las prensas por lo que resulta lógica la asignación de mas personal para la realización de esta tarea, sin embargo en la empresa hay 4 mecánicos que pueden realizar esta actividad y de esos 4 solo se pueden asignar 2 de forma permanente y otro más dependiendo de la actividad en el resto de la planta, esto con tal de reducir a la mitad el tiempo de instalación del sistema

hidráulico y obtener así una reducción significativa en la duración total del proyecto.

A pesar de esta asignación de personal, el tiempo estimado en la ruta crítica se mantendrá como tiempo estimado pues no existe seguridad en la asignación de este personal, considerando el tiempo siguiente como tiempo optimista si se obtiene la mano de obra necesaria y los insumos justo a tiempo.

Tabla IX. Tiempos estimados de CPM

Actividad.	No. trabajadores	Duración.
Desarmado de las prensas.	2	15 días.
Desmontaje del sistema eléctrico interno.	1	6 días.
Limpieza de los bastidores.	2	12 días.
Limpieza de piezas mecánicas.	2	20 días.
Pintado de piezas mecánicas.	1	5 días.
Limpieza de piezas hidráulicas.	2	18 días.
Ensamblado de sistema mecánico.	2	24 días.
Ensamblado de sistema hidráulico.	2 ó 3	20 días.
Creación e instalación de sistema eléctrico.	2	40 días.
Limpieza y pintura externa.	2	8 días.
Fundición de plataformas de anclaje.	2	6 días.
Traslado y anclado de prensas.	2	4 días.
Instalación de acometida eléctrica	2	6 días.
Instalación del banco de presión.	2	4 días.
Conexión hidráulica y eléctrica.	2	4 días.
	Tiempo total	CPM. 150 días.

El personal necesario para la realización del proyecto es de 4 personas 2 electricistas y 2 mecánicos o 3 si hay disponible 1 más, pero dependiendo de la urgencia del proyecto y la disposición de la empresa para otorgar personal se puede reducir significativamente el tiempo de duración del proyecto.

4.1.2.2 Análisis para determinar maquinaria y equipo

El análisis para determinar la maquinaria y el equipo necesario para la instalación de las prensas desma depende principalmente del trabajo a realizarse en ellas, como ya se determinaron las tareas y los tiempos estimados de cada una de ellas sólo se deben separar las que necesitan de maquinaria y equipo para su realización.

4.1.2.2.1 Maquinaria necesaria

Para las tareas de desarmado de las prensas y el traslado y anclado de prensas se necesita de un montacargas, ya que en los dos casos se necesita traslado de las prensas, en la primera de ellas porque se deben movilizar las mismas del área donde se almacenan a el área donde se desarmarán, reconstruirán y se volverán a ensamblar y en la segunda porque se movilizarán de esta área al lugar donde se anclaran definitivamente dentro de la nave de la planta productiva.

La empresa cuenta con un montacargas de una capacidad de levantamiento de 4,400 libras y las prensas pesan aproximadamente con molduras 3,5 toneladas o sea unas 7,000 libras. Para el traslado de las prensas debe hacer un recorrido de aproximadamente 400 metros y gran

parte de éste es camino de terrecería, como se desea trabajar con un factor de seguridad de 1,2. Tomando esto en cuenta será necesario el arrendamiento de un montacargas de más de 8,400 libras.

4.1.2.2.2 Equipo a utilizar

En la sección 4.1 se hizo una breve descripción del equipo a utilizar para la reconstrucción e instalación de las prensas desma, estos eran mayormente equipos de soldadura, tanto eléctrica como oxiacetilénica, además de moledoras eléctricas, taladros, máquinas de *sandblast* o aventadoras de arena a presión, tornos para roscas en tuberías y tornos industriales para metales. En esta sección sólo se profundizará en cuanto a especificaciones o capacidades mínimas de estos equipos.

Soldadura eléctrica, se utilizará para las soldaduras en chasis y otras piezas mecánicas una soldadora normal de arco de 220 voltios y 56 amperios de entrada y 32 voltios y 225 amperios de salida y una soldadora de plasma con las mismas características eléctricas para las tapaderas.

a) Equipo oxiacetilénico: Este se utilizará mayormente para cortes y dobleces en caliente por lo que se utilizarán boquillas para corte y para flama de dispersión únicamente.

b) Moledoras eléctricas o pulidoras eléctricas: Estas deberán ser de 110 voltios y 2.5 caballos de fuerza con cabezal de sujeción de 5/8 de pulgada.

c) Taladros: Deberán ser también de 110 voltios y 1 caballo de fuerza como mínimo, debe haber también uno de pedestal fijo y uno de mano.

d) Máquina de *sandblast*: Esta se utilizará mayormente para limpiar los moldes y el chasis, solo hay un equipo disponible de 220 voltios, 2 caballos de fuerza y 2 libras/ minuto.

e) Torno para roscas de tubería: Se utilizará un torno de 110 voltios y 1 caballo de fuerza con dados de rosca de $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, y 2 pulgadas de diámetro de tubería.

f) Torno industrial para metales: Éste se utilizará para hacer los acoples adaptadores de tubería milimétrica a métrica por lo que servirá cualquier torno de más de 6 pulgadas de volcada.

4.1.2.3 Análisis para determinar insumos y repuestos

Dado que con anterioridad se han descrito las tareas a realizarse para la instalación de las prensas se utilizarán esas mismas como base para el cálculo de insumos para 8 prensas Desma.

a) Limpieza de los bastidores y piezas mecánicas e hidráulicas

30 pliegos de lija calibres 100 y 150.

5 cepillos de alambre de mano.

2 cepillos de alambre de 5 pulgadas para pulidora.

10 galones de kerosén o diesel.

50 libras de arena para *sandblast*.

5 libras de detergente en polvo.

b) Pintado de piezas internas

4 galones de pintura anticorrosiva verde.

2 galones de solvente para pintura.

c) Ensamblado de sistema mecánico

16 barras de bronce de 1 ½ por 1 ½ pulgadas y 40 centímetros de largo.

1 barra de acero *cold rod* de 2 metros de largo por 3 pulgadas de diámetro.

1 barra de acero *cold rod* de 2 metros de largo por 2 ½ pulg. de diámetro.

1 barra de bronce de 2 metros de largo por 2 pulgadas de diámetro.

1 barra de acero de 2 metros de largo y ½ pulgada de diámetro.

d) Creación e instalación del sistema eléctrico

500 metros de cable calibre AWG 12 color negro.

10 cintas de aislar.

16 Temporizadores para 220 voltios y 60 *hertz* de 0.2 a 30 minutos.

8 Temporizadores para 220 voltios y 60 *hertz* de 10 a 60 minutos.

24 interruptores para 220 voltios y 5 amperios de un paso.

16 interruptores para 220 voltios y 5 amperios de 2 pasos.

8 interruptores con protección térmica para 220 voltios y 50 amperios.

1 interruptor para 220 voltios y 26 amperios y 1 paso.

e) Limpieza y pintura externa

20 pliegos de lija calibre 150.
6 galones de pintura anticorrosiva verde.
3 galones de solvente para pintura.
2 cepillos de alambre de 5" para pulidora.

f) Fundición de plataformas de anclaje

Para 2.4 metros cúbicos de concreto.
5 quintales de cemento.
3 metros cúbicos de agregado (piedra y arena)
36 pernos de sujeción de $\frac{3}{4}$ de pulgada y 16 pulgadas de largo.

g) Anclado de prensas

36 tuercas de seguridad de $\frac{3}{4}$ de pulgadas.
36 roldanas de $\frac{3}{4}$ de pulgada.
8 planchas de caucho de 1.5*0.9*0.03 metros.

h) Instalación del banco de presión

1 plancha de caucho de 1*2*0.03 metros.
6 tuercas de seguridad $\frac{1}{2}$ pulgada.

i) Conexión hidráulica y eléctrica

50 metros de cable calibre AWG 10.
3 cruces de acoplamiento de tubería de 2 pulgadas.

- 3 cruces de acoplamiento de tubería de 1 ½ pulgadas.
- 3 cruces de acoplamiento de tubería de ½ pulgadas.
- 1 tee de acoplamiento de tubería de 2 pulgadas.
- 1 tee de acoplamiento de tubería de 1 ½ pulgadas.
- 1 tee de acoplamiento de tubería de ½ pulgadas.
- 2 codos de acoplamiento de tubería de 2 pulgadas.
- 2 codos de acoplamiento de tubería de 1 ½ pulgadas.
- 2 codos de acoplamiento de tubería de ½ pulgadas.
- 4 válvulas de globo de 2 pulgadas.
- 4 válvulas de globo de 1 ½ pulgadas.
- 4 válvulas de globo de ½ pulgadas.
- 18 metros de tubo de 2 pulgadas para 3,000 *psi*.
- 18 metros de tubo de 1 ½ pulgadas para 1,000 *psi*.
- 18 metros de tubo de ½ pulgadas para 3,000 *psi*.
- 8 uniones universales de tubería de 2 pulgadas.
- 8 uniones universales de tubería de 1 ½ pulgadas.
- 8 uniones universales de tubería de ½ pulgadas.

4.2 Estudio económico de costos

En esta sección se presentarán los costos de los insumos presentados anteriormente así como también los costos de mano de obra, maquinaria y equipo con el fin de estimar el costo total del proyecto a sea el costo de instalación de 8 prensas desma.

4.2.1 Estudio económico de costos de instalación

A continuación se presentan los insumos que se determinaron en la sección anterior con las cotizaciones en febrero del 2006.

Tabla X. Costos de los insumos

Cantidad	Insumo.	Costo unitario Q.	Costo total. Q.
50	Pliegos de lija calibres 100 y 150.	2.5	125
5	Cepillos de alambre de mano.	10	50
4	Cepillos de alambre de 5" para pulidora.	65	260
10 gal.	Kerosén o diesel.	20	200
50 lbs.	Arena para <i>sandblast</i> .	1.5	75
5 lbs.	Detergente en polvo.	3	15
10 gal.	Galones de pintura anticorrosiva verde.	80	800
5 gal.	Galones de solvente para pintura.	35	175
16	Barras de bronce de 1 ½ por 1 ½ pulgadas y 40 centímetros de largo.	341	5,456
1	Barra de acero <i>cold rod</i> de 2 metros de largo por 3 pulgadas de diámetro.	991	991
1	Barra de acero <i>cold rod</i> de 2 metros de largo por 2 ½ pulg. de diámetro.	689	689
1	Barra de bronce de 2 metros de largo por 2 pulgadas de diámetro.	2,565	2,565
1	Barra de acero de 2 metros de largo y ½ pulgada de diámetro.	27	27
500 mt.	Cable calibre AWG 12 color negro.	1.5	750
10	Cintas de aislar.	10	100
16	Temporizadores para 220 voltios y 60 <i>hetz</i> de 0.2 a 30 minutos.	130	2080
8	Temporizadores para 220 voltios y 60 <i>hetz</i> de 10 a 60 minutos.	110	880

Continuación			
24	Interruptores 220 voltios y 5 amp. 1 paso.	15	360
1	Carga tanque acetileno.	350	350
1	Carga tanque de oxígeno.	210	210
10 lbs.	Electrodo 6013 de 1/8 pulgada.	6	60
16	Interruptores para 220 voltios y 5 amperios de 2 pasos.	20	320
8	Interruptores con protección térmica para 220 voltios y 50 amperios.	50	400
1	Interruptor para 220 voltios y 26 amperios y 1 paso.	45	45
5	Quintales de cemento.	35	175
3	metros cúbicos de agregado (piedra y arena)	50	150
36	Pernos de sujeción de $\frac{3}{4}$ de pulgada y 16 pulgadas de largo.	25	900
36	Tuecas de seguridad de $\frac{3}{4}$ de pulgadas.	3	108
36	Roldanas de $\frac{3}{4}$ de pulgada.	1	36
8	Planchas de caucho de 1.5*0.9*0.03 metros	20	160
1	Plancha de caucho de 1*2*0.03 metros.	20	20
6	Tuercas de seguridad $\frac{1}{2}$ pulgada.	1.5	9
50	Metros de cable calibre AWG 10.	2.5	125
3	Cruces de acoplamiento de tubería de 2 pulgadas.	75	225
3	Cruces de acoplamiento de tubería de 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas.	45	135
3	Cruces de acoplamiento de tubería de $\frac{1}{2}$ pulgadas.	12	36

continuación			
1	Tee de acoplamiento de tubería de 2 pulgadas.	40	40
1	Tee de acoplamiento de tubería de 1 ½ pulgadas.	25	25
1	Tee de acoplamiento tubería de ½ pulgadas.	5	5
2	Codos 90 grados de tubería de 2 pulgadas.	25	50
2	Codos 90 grado de tubería de 1 ½ pulgadas.	20	40
2	Codos 90 grados de tubería de ½ pulgadas.	4	8
4	Válvulas de bola de 2 pulgadas.	600	2,400
4	Válvulas de bola de 1 ½ pulgadas.	150	450
4	Válvulas de bola de ½ pulgadas.	50	50
18 mt.	Metros de tubo de 2 pulgadas para 3,000 <i>psi</i> .	83.33	1,500
18 mt.	Metros de tubo de 1 ½ pulgadas para 1,000 <i>psi</i> .	58.33	1,050
18 mt.	Metros de tubo de ½ pulgadas para 3,000 <i>psi</i> .	33.33	600
8	Uniones universales, tubería 2 pulgadas.	55	440
8	Uniones universales, tubería 1 ½ pulgadas.	30	240
8	Uniones universales, tubería ½ pulgadas.	20	160
	Total.		26,120

4.2.1.1 Costo de maquinaria y equipo

Todo el equipo necesario para la instalación de las prensas Desma se encuentra en la empresa por lo que solamente se cotizarán los insumos para estos equipos, como tanques de oxígeno y gas acetileno, electrodos para soldar, discos de corte y cepillos de alambre para pulidora, los cuales se detallaron en la tabla anterior.

Como ya se determinó que el montacargas de la empresa no tiene las características de operación requeridas será necesario el arrendamiento de uno de capacidad mas alta que éste.

El montacargas más adecuado es uno con las características siguientes:

Capacidad:	10,000 libras.
Costo:	150 Q/hora. Con 5 horas mínimas.
Costo total:	750 Quetzales.

Como solo es arrendado con cinco horas mínimas el costo será de 750 Quetzales por cada vez que se lleve, y como se llevará 2 veces el costo será de 1500 Quetzales.

4.2.1.2 Costo de mano de obra

Partiendo del análisis hecho en la sección 4.1.2.1. se detalla en la tabla siguiente los costos de la mano de obra según el trabajo que desempeñan y salario devengado.

Tabla XI. Costos de mano de obra

Actividad.	Horas necesarias.	No. trabajadores	Tipo de trabajadores	Salario por hora.	Total.
A	240 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	4,152 Q.
B	48 horas.	1	Electricistas.	9.8 Q.	470.4 Q.
C	96 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	1,660.8 Q.
D	160 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	2,768 Q.
E	40 horas.	1	Mecánicos.	8.65 Q.	346 Q.
F	144 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	2,491.2 Q.
G	192 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	3,321.6 Q.
H	320 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	5,536 Q.
I	512 horas.	2	Electricistas.	9.8 Q.	10,035 Q.
J	64 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	1,107.4 Q.
K	48 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	830.4 Q.
L	32 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	553.6 Q.
M	48 horas.	2	Electricistas.	9.8 Q.	940.8 Q.
N	32 horas.	2	Mecánicos.	8.65 Q.	553.6 Q.
O	32 horas.	2	Mecánicos	8.65 Q.	276.8 Q.
			Electricistas.	9.80 Q.	313.6 Q.
				Total	35,357.2 Q.

Costo estimado total del proyecto

$$\text{Costo total} = \text{Q. } 35,357.2 + \text{Q. } 1,500 + \text{Q. } 26,120 = \text{Q. } 62,977.2$$

4.2.2 Estudio económico de costos de operación y mantenimiento

El estudio para la determinación de costos de operación y mantenimiento se hará con forme a tiempos estimados e insumos estimados durante las rutinas de mantenimiento diario, semanal, mensual y anual.

4.2.2.1 Costo por mantenimiento Diario

Tiempo estimado para visitas de inspección. 1 hora.

Tiempo estimado para realización de mantenimiento preventivo 1 hora.

Costo estimado de mantenimiento diario 30 Q.

Costo estimado para las dos horas de mantenimiento:

$2 \text{ horas} * 8.65 \text{ Q./hora} = 17.3 \text{ Q./ día.}$

Costo total mantenimiento diario: $17.3 \text{ Q. /día} + 20 \text{ Q./día} = 37.3 \text{ Q./ día.}$

4.2.2.2 Costo por mantenimiento semanal

Limpieza de molde 8 horas/semana.

Limpieza de prensas 2 horas/semana.

Costo total mantenimiento semanal: $10 \text{ horas} * 8.65 \text{ Q./hora} = 86.5 \text{ Q./semana.}$

4.2.2.3 Costo por mantenimiento mensual

Engrasado de rodillos y mecanismo de vaivén: 5.333 horas.

Engrasado de guías y rieles: 2.666 horas.

Engrasado de rodillos de plataforma: 1.5 horas.

Tiempo total mantenimiento mensual: 5.333 h.+2.666h.+1.5 h.= 9.5 horas/mes.

Costo total de mano de obra por mantenimiento mensual.

$$9.5 \text{ horas. /mes} * 8.65 \text{ Q. /hora} = 82.175 \text{ Q. /mes}$$

Costo estimado de insumos: 5 libras de grasa a 15 Q. c/u = 45 Q. /mes.

Costo total mantenimiento mensual:

$$82.175 \text{ Q. /mes} + 45 \text{ Q. /mes.} = 127.175 \text{ Q. /mes.}$$

4.2.2.4 Costo por mantenimiento anual

Tiempo estimado para mantenimiento banco de presión: 8 horas.

Tiempo estimado para mantenimiento de prensas: 24 horas.

Tiempo estimado para mantenimiento de moldes: 10 horas.

Tiempo estimado para mantenimiento de válvulas y sistema eléctrico:
3 horas.

Tiempo total estimado para mantenimiento anual: 45 horas.

Costo total de mano de obra para mantenimiento anual:

$$42 \text{ h.} * 8.65 \text{ Q. /hora} + 3 \text{ h.} * 9.8 \text{ h.} = 392.7 \text{ Q. /año.}$$

Costo estimado de materiales e insumos para mantenimiento anual.

Carbones para motor de bomba: 100 Q.

Cojinetes para motor de bomba: 200 Q. c/u = 400 Q.

Empaque y sellos de bomba: 250 Q.

Aceite hidráulico: 35 Q. /gal. * 50 galones = 1750 Q.

Empaquetaduras de cilindros: 550 Q. c/u * promedio 3 p/año = 1650 Q. /año.

Empaques de válvulas y cheques: 20 Q. c/u * 32 = 640 Q.

Guías de moldes: 20 Q. c/u * 32 = 640 Q.

Costo total de insumos por mantenimiento anual.

100 Q. + 400 Q. +250 Q. +1750 Q. + 1650 Q. +640 Q. + 640 Q. = 5,430 Q. /año.

Costo total por mantenimiento anual: 397.7 Q.+ 5,430 Q. = 5,827.7 Q. /año.

Costo total por mantenimiento por año:

5,827.7 Q. /año + 117.17 Q. /mes * 12 meses /año. + 86.5 Q. /semana * 52 semanas / año + 37.3 Q. /día * 261 días laborables /año = 25,197.1 Q. /año.

4.2.2.5 Costo promedio estimado de energía eléctrica

Consumo de prensas en precalentamiento: 80 Kw. * 1 hora = 80 Kw.

80 Kw. * 1 hora = 80 Kw. hora. /día.

Consumo de prensas en calentamiento continuo: 24 Kw.

24 Kw. * 8 horas = 192 Kw. hora. /día.

Consumo aproximado de motor de bomba de presión: 32 Kw.

32 Kw. * 8 horas = 256 Kw. hora. /día.

Consumo total por día: 528 Kw. hora. /día.

Costo de 1 Kw. /hora = 1.81 Q / Kwh.

Costo promedio de energía eléctrica:

528 Kwh. /día. * 1.81 Q. /Kwh. = 955.68 Q. /día.

955.68 Q. /día. * 23 días. /mes. * 12 meses /año. = 263,767.68 Q. /año

Costo de operación estimado por año:

263,767.68 Q. /año. + 25,197.1 Q. /año. = 288,964.78 Q. /año.

5. PLAN DE MEJORA CONTINUA

El objetivo de este capítulo es la creación de un plan de mejora continua para proporcionar mejoras a largo plazo a la línea de producción nueva que se conformará, esto con el fin de lograr un aumento en su eficiencia mientras se produce de forma continua con las prensas, logrando una amortización de costos por mejoras. Estas mejoras incluirán Todas las áreas operativas de la línea de producción de bota de hule y de las máquinas, desde mejoras en los sistemas hidráulico, mecánico y eléctrico, hasta mejoras en el área de seguridad de los operarios. Además se presentarán mejoras en el método de producción que se podrán obtener a medida que se mejora la eficiencia mecánica de la máquina a través de la automatización progresiva que se presentará.

5.1 Definición de propuestas a largo plazo

Unos de los aspectos más importantes del proyecto de instalación de las prensas marca Desma modelo 600C. es que éstas aunque tienen poco uso, pertenecen a una tecnología que muchos consideran obsoleta, sin embargo esto no es cien por ciento cierto porque si comparamos el sistema mecánico y el sistema hidráulico con un equipo que se considera de última generación como las prensas Desma 968, diseñadas por el año 2002 es difícil encontrar diferencias que se pueden asociar con obsolescencia, a excepción, claro, del hecho de que el surtido de repuestos disponibles por los fabricantes se ha limitado a los empaques de cilindros y bombas, además de esto otro factor que marca la gran diferencia entre estos dos modelos de prensas es el sistema eléctrico,

especialmente en cuanto a controladores y la tecnología que se utilizó para construirlos, porque la mayoría de dispositivos electrónicos que utiliza el modelo 968 están regidos por un sistema operativo por computadora lo que permite que un servidor controle y monitoree varias prensas simultáneamente y permite que los márgenes de tolerancias disminuyan.

En la figura 24 se presenta la prensa Desma modelo 968 Z, la prensa más moderna que ofrece la empresa Desma.

Figura 24. Prensa Desma modelo 968Z



Fuente: <http://www.Klocknerdesma.com/mchines>.

Donde se aprecian grandes diferencias como se mencionó anteriormente es en el sistema eléctrico, dado que el avance tecnológico con respecto a los sistemas con dispositivos electrónicos ha llevado al desarrollo de controladores PLC's, por que si bien es cierto que las prensas del modelo 600C. Pueden trabajar con características de autómeta, nunca podrá igualarse al sistema controlado por computadora en el modelo 968 o sistema PLC. Por estas razones es evidente que el área a trabajar para obtener mejoras significativas en las prensas que se instalarán es el sistema eléctrico especialmente en los controladores electrónicos, un paso importante en este sentido resulta ser la instalación de temporizadores o *timers* electrónicos durante la creación e instalación del sistema eléctrico, pero no se considera una mejora importante dado que en conjunto funcionarán de forma muy similar a los temporizadores antiguos de aguja que poseía el sistema original. Además de procurar mejoras en el sistema eléctrico, es importante contemplar mejoras en otros aspectos como en mecanismos de seguridad para el personal, que debe ir de la mano con un método propuesto para mejora de seguridad al personal, mejoras en los moldes, mejoras en los sistemas mecánico e hidráulico y mejoras en los materiales para producción.

Todas estas propuestas de mejoras deben ser propuestas con el objetivo de obtener mejoras en los métodos de producción, productos y condiciones laborales.

5.1.1 Mejoras en las prensas

Las mejoras que se propondrán, son sugerencias para llevarse a cabo cuando el proyecto de instalación se haya realizado, o sea que la línea de producción compuesta por la 8 prensas este trabajando, estas mejoras estarán divididas en los 6 ejes mencionados en la sección anterior, los

cuales son: moldes, sistema mecánico, sistema hidráulico, sistema eléctrico, mejoras en mecanismos de seguridad y los materiales para producción.

5.1.1.1 Mejoras en los moldes

Las mejoras a realizarse en los moldes se encaminarán a lograr mejorar el método de producción o para conseguir la utilización de materiales modernos para los que no fueron diseñados.

Una de las desventajas más importantes que posee el molde de la forma que actualmente es la dificultad para desmoldar la bota, aunque el molde central o el del habitáculo del pie es divisible a través de un sistema de palancas para empujar la bota no es suficiente para lograr sacar la bota rápidamente, este problema se agudiza al tratar de utilizar materiales sintéticos modernos.

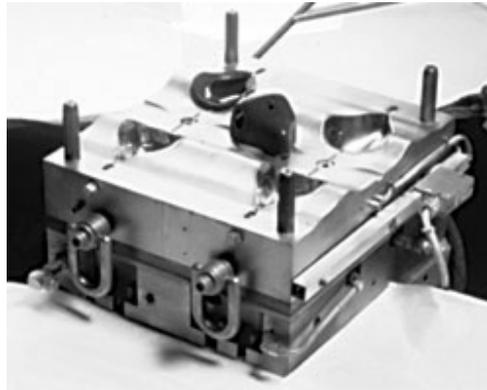
Una forma de desprender fácilmente la bota del molde es la inserción de algunos agujeros al molde para inyectar una pequeña cantidad de aire comprimido mientras se abre el molde, sin embargo esta modificación va más allá del molde porque con esta medida se deben colocar mangueras en la prensa y conectarlas a una línea de aire comprimido y por lo tanto colocar un compresor de aire, además se deberá sincronizar y regular la descarga de aire.

La descarga para inyección de aire se deberá dividir en dos, la primera para separar el producto de los lados laterales del molde y deberá efectuarse cuando el molde se ha separado en un 25 %.

La segunda descarga en la parte central del molde se debe efectuar un poco antes que el molde este completamente abierto o sea a 90 % ó 95% de su abertura y antes de que el operador saque esta

sección del molde. a continuación se muestra un molde para prensa Desma 958OZ con el sistema de inyección de aire comprimido.

Figura 25. Molde con tubería de aire



Fuente: <http://www.Advancedrubberproducts.com/safety>

5.1.1.2 Mejoras en el sistema mecánico

Las posibles mejoras a realizarse al sistema mecánico no pueden ser muy significativas dado que el diseño de la prensa se presta muy poco a modificaciones, sin embargo pequeños cambios pueden producir mejoras notables en el desempeño de la prensa, el método de producción y el desempeño de los operadores.

Una de las posibles mejoras serán la colocación de pinzas o algún otro tipo de dispositivo de sujeción en las piezas que constituyen los lados del molde, estos dispositivos de sujeción se utilizarán para sostener las piezas de materia prima previamente procesada que se describió en el capítulo 2. esta medida se implementará para lograr movilidad al operador mientras se cierra el molde, y además se obtendrá una mejora significativa

de la seguridad del operador ya que sin ellas éste debe sostener este material mientras la prensa se cierra, estando con esto propenso a accidentes que pueden ocasionar daños personales graves.

Las pinzas de sujeción que se colocarán deberán estar en primer lugar fuera de la línea de acción de cierre de la prensa y los moldes, por lo que al final del proceso sostengan los sobrantes, al mismo tiempo serán útiles para evitar así que caigan y se acumulen dentro de ellas pudiendo atrancar los rieles. En cuanto a que se puede atrasar un poco el proceso por hacer que el operador destrabe los sobrantes de las pinzas, se puede decir que este tiempo no es significativo ya que después de descargar la prensa tiene mucho tiempo ocioso antes de descargar la prensa siguiente, además que podrá simplemente jalar estos sobrantes por que el molde al cerrarse separará estos sobrantes del producto que se vulcaniza dentro.

5.1.1.3 Mejoras en el sistema hidráulico

Las posibles mejoras al sistema hidráulico tampoco pueden ser de alto impacto como el anterior pues como se dijo al principio del capítulo el sistema hidráulico así como el mecánico pueden igualarse en desempeño a un equipo moderno sin muchas modificaciones.

Una de las posibles modificaciones a efectuarse al sistema hidráulico consiste en reemplazar las válvulas de activación eléctrica que controlan los cilindros de estampado por válvulas con pilotaje hidráulico acoplado a un mando electrónico, esta medida mejora la velocidad de cierre de los cilindros al tener una respuesta más rápida al mismo tiempo que este tipo de válvulas ofrece un caudal de salida mayor hasta en un 30% al de las válvulas actuales. Además el acoplamiento de un mando

electrónico crea la base para lograr un sistema completamente automatizado que controle estas funciones en las 8 prensas o en más.

5.1.1.4 mejoras en el sistema eléctrico

Las mejoras en el sistema eléctrico si pueden ser muy importantes y son capaces de aumentar la productividad de las prensas al mismo tiempo que pueden reducir las fallas inesperadas y lograr aumento de la calidad del producto.

Una mejora importante al sistema eléctrico, que además es la única que se puede calificar de urgente es el reemplazo de los pirómetros, éstos como se explicó en la sección 3.2.3.2 son dispositivos electrónicos pero completamente análogos que funcionan mediante el movimiento de una aguja sobre un dial, lo que los hace muy susceptibles a vibraciones, errores humanos, golpes, calor y humedad además de que son muy inexactos.

Éstos pirómetros análogos originales pueden ser reemplazados por unos digitales como el presentado al mercado por Siemens el modelo 420L que es el que mejor se adapta al funcionamiento actual del sistema eléctrico por sus características similares al del original a acepción de la precisión que es de $\pm 0.05\%$ contra un $\pm 5\%$ del pirómetro original, sin embargo el costo de éstos pirómetros es de alrededor de 450 quetzales y puede ser un problema porque cada prensa utiliza 5. Por esta razón el reemplazo deberá ser paulatino, preferiblemente deberá tenerse en bodega algunos para ser reemplazados tan pronto den señales de falla los originales.

Otra de las mejoras que se pueden realizar en el sistema eléctrico es la utilización de un controlador electrónico computarizado para todas las prensas en lugar del tablero individual que tiene actualmente, siempre y cuando se hagan las modificaciones presentadas para el sistema hidráulico. Un controlador computarizado podría convertir las prensas en un sistema completo de producción de bota de hule por PLC. Un sólo ordenador sería capaz de controlar las 8 prensas y muchas más con una precisión y adaptabilidad muy superiores al sistema actual, además de poder modificar fácilmente el equipo para procesar diferentes tipos de materiales.

5.1.1.5 Mecanismos de seguridad

La descripción de las prensas Desma hecha en el capítulo 2 deja en claro que la operación de esta prensa es muy riesgosa para el operador, además los antecedentes de operación en otras prensas del mismo modelo que trabajan en la planta apuntan también al peligro latente que existe mientras se opera la máquina, especialmente durante el cierre automático del cilindro de estampado horizontal dado que una sección del mismo trabaja al descubierto.

La solución a este problema debe plantearse considerando ciertas limitantes de operación para lograr que tanto la prensa como el proceso productivo no sufran una pérdida significativa de eficacia, estas limitantes son:

No debe existir ningún objeto que interrumpa la movilidad del operador para sacar o meter el molde o el material.

El operador no debe intervenir de ningún modo con el funcionamiento del dispositivo de seguridad.

El costo del dispositivo debe ser bajo para que sea aprobada su instalación.

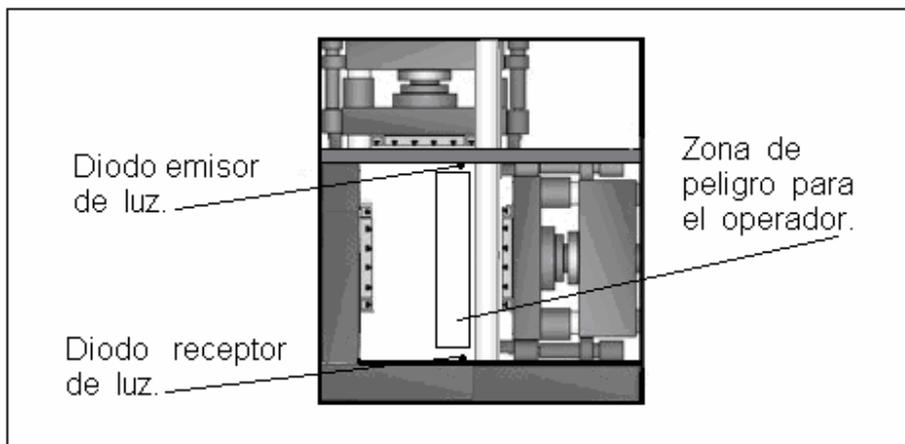
La activación del dispositivo debe impedir el funcionamiento de los dos cilindros estampadores.

Siguiendo con las directrices antes mencionadas la mejor solución al problema resulta ser la instalación de fotodiodos colocados en la entrada de alimentación de materia prima de la prensa, los fotodiodos serán de luz infrarroja por ser de bajo costo y de fácil obtención en el mercado.

El funcionamiento de estos fotodiodos es el siguiente:

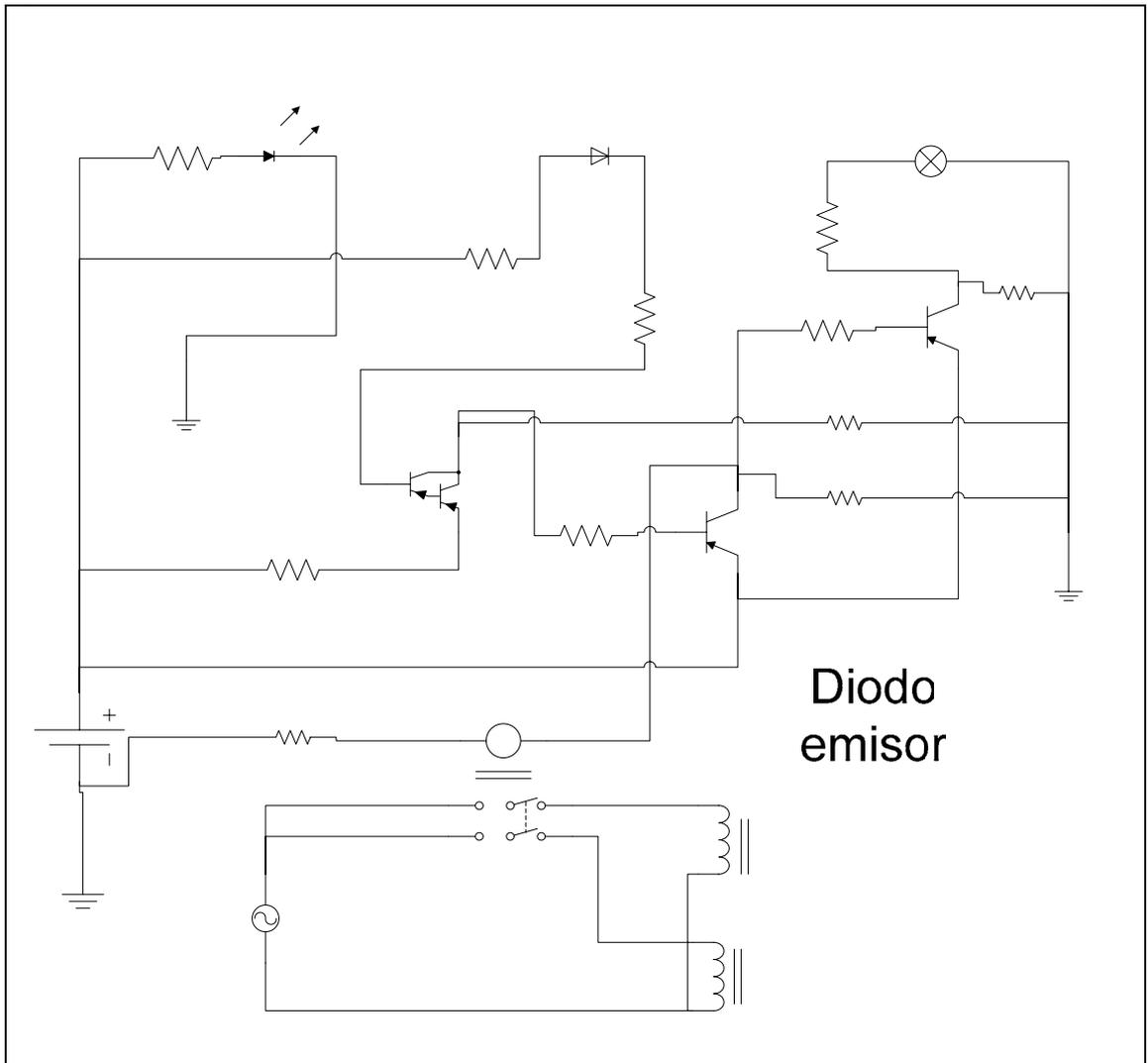
se coloca un diodo emisor de luz infrarroja en la parte superior de la entrada de la prensa y un diodo receptor de luz colocada en la parte inferior de la misma, la luz que transmite el emisor será recibida ininterrumpidamente por el receptor a menos que algo corte el rayo de luz, por ejemplo la mano del operador, en ese momento un circuito electrónico sencillo activará un relé que impedirá que las válvulas de activación eléctrica que comandan los cilindros funcionen, evitando así que estos se cierren. La colocación de estos dispositivos se muestra a continuación:

Figura 26. Ubicación de diodos infrarrojos de seguridad



El circuito electrónico necesario para controlar las válvulas de los cilindros de estampado se muestra a continuación:

Figura 27. Circuito electrónico para diodos infrarrojos de seguridad



5.1.1.6 Mejoras en materiales para producción

El mejoramiento en cuanto a materiales para producción con las prensas desma está íntimamente ligado al desarrollo de las propuestas de mejoramiento anteriores, ya que muchas mezclas de materiales que se utilizan actualmente requieren de procesos muy precisos en cuanto tiempo de vulcanizado y temperatura, además de poseer dificultades para desprenderse del molde muy superiores a las mezclas de caucho natural tradicionales, las mezclas que se podrían utilizar para producir con la prensa Desma 600C mejorada podrían incluir los siguientes materiales.

- SBR
- EPDM
- Silicones
- Neopreno
- Nitrilo
- El butilo
- Natural/Isopreno

5.1.2 Propuesta para mejora de seguridad al personal

Una propuesta para mejora de seguridad al personal debe hacerse en base al proceso productivo graficado en la sección 2.2.3. Dado que la seguridad dependerá íntimamente de la atención del operador mientras opera la prensa.

Para lograr una mejora en la seguridad para el personal se deben señalar los procedimientos correctos en cada aspecto relacionado directamente con un evento negativo causante de daños personales, con el fin de disminuir la probabilidad de que ocurra.

5.1.2.1 Vestimenta

Se deberá implementar la política de vestimenta reglamentaria para lograr disminuir efectos dañinos de eventos fuera del control del operador. La vestimenta deberá proporcionar un cierto grado de seguridad al operador al mismo tiempo que le permita movilidad y comodidad mientras trabaja, es importante recordar que las prensas trabajan a una temperatura promedio de 150 grados centígrados ó 302.00 F. por lo que el calor irradiado afecta al operador durante la jornada de trabajo.

La vestimenta mínima (sin quitársela) que se debe señalar como obligatoria deberá ser:

Pantalón de lona

Camisa o playera de algodón (preferiblemente blanca)

Zapatos de cuero con suela antideslizante a prueba de aceite.

Guantes de cuero y algodón livianos.

Además de la vestimenta mínima se deberán prohibir algunas piezas de vestuario como, Zapatos tenis, sandalias, pantalones de materiales plásticos y camisas negras.

5.1.2.2 Procedimiento de preparación de las prensas

El procedimiento de preparación de las prensas no es más que el precalentamiento de las mismas para que alcancen su temperatura de operación, el tiempo que tardan en alcanzarla es de entre 40 y 60 minutos, sin embargo por seguridad se debe seguir un procedimiento sencillo el cual consiste en:

1. Asegurarse de que todas las prensas estén vacías (sin producto o materia prima).
2. Verificar que el interruptor de mando central del tablero este en neutro (entre manual y automático)
3. Verificar que el banco de presión esté apagado.
4. Subir los interruptores de alimentación en el tablero principal.
5. Poner el interruptor de mando central del tablero en automático (para que calienten automáticamente) ó ponerlo en manual y presionar el interruptor de precalentar (se mantiene calentando por 50 minutos y se apaga automáticamente).
6. Después del precalentamiento (50 minutos aproximadamente) encender el banco de presión y empezar a trabajar.

5.1.2.3 Proceso continuo

Es importante señalar algunas recomendaciones para trabajo continuo de forma segura y confiable, por lo tanto estas recomendaciones al operador procurarán una jornada de trabajo sin percances día tras día, estas recomendaciones son:

Procurar evitar tocar partes de la prensa que sean del muelle de los moldes.

Evitar hablar mientras carga o descarga la prensa ó mientras manipula el tablero de la misma.

Procurar usar siempre los guantes para evitar daños personales al presentarse algún imprevisto.

Mantenerse alejado de las prensas cuando no las cargue o descargue.

Recordar tomar el suero oral proporcionado por la empresa cada dos horas para evitar deshidratación y las consecuencias de la misma.

Mantener el corredor de tránsito del personal libre de producto semi terminado, para hacerlo deberá echarlo siempre en el carrito para producto.

Evitar comer en el área de trabajo.

Mantener libres de material de desperdicio las prensas, especialmente los rieles del muelle.

5.1.2.4 Instalaciones

Las instalaciones, especialmente el área de trabajo deberá reunir algunas condiciones mínimas para procurar cierto grado de seguridad al operador, estas son:

Señalar como de alto riesgo los gabinetes de interruptores principales así como las tomas de corriente y cables de 440 voltios.

Mantener todas las cubiertas de tableros, prensas bombas y compresores bien puestas.

Poner al menos 1 extintor por cada 4 prensas y revisarlos cada año.

Mantener los extractores de aire y lámparas de iluminación en buenas condiciones.

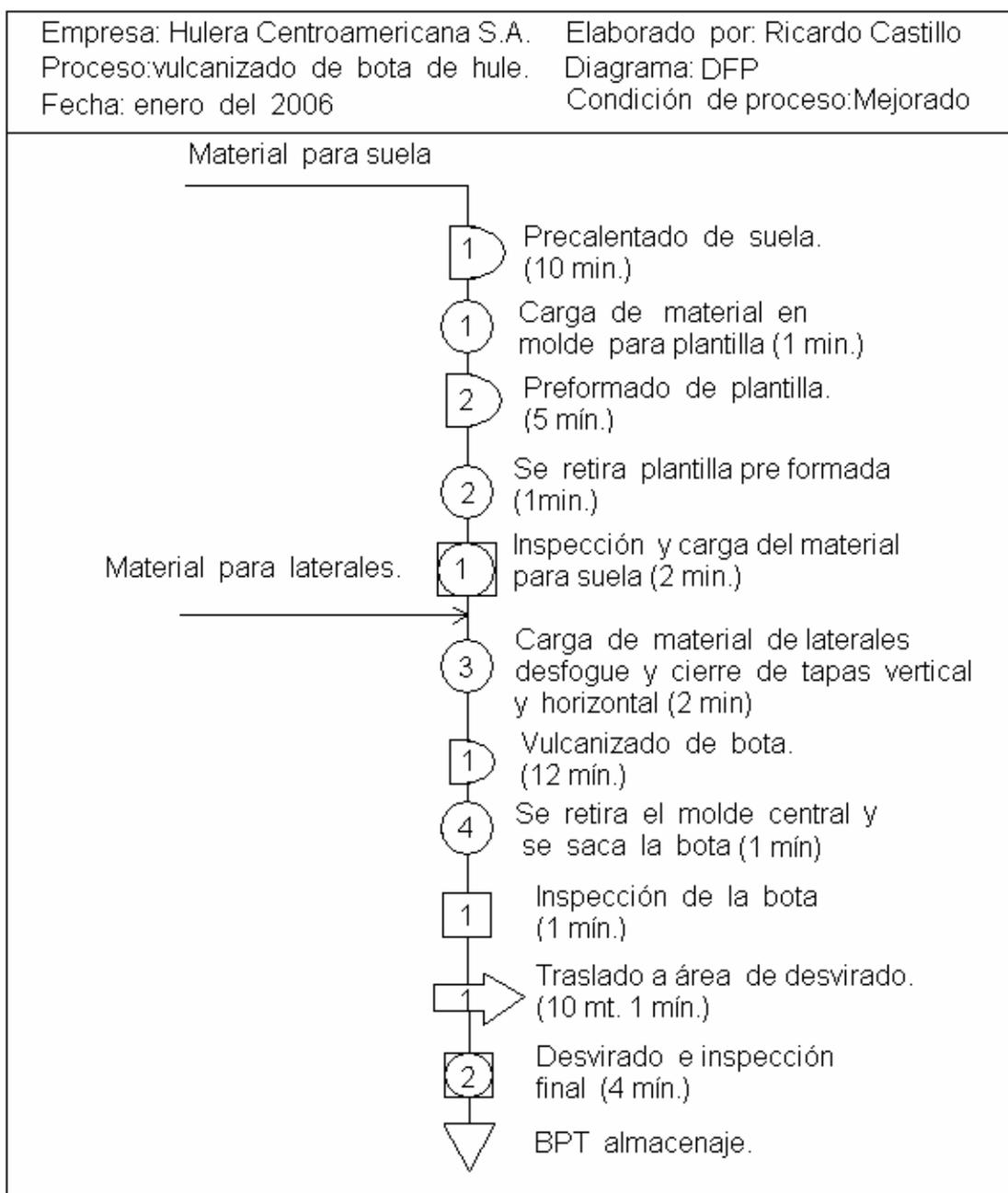
Proveer de agua potable y servicios sanitarios cercanos a los operadores.

5.1.2.5 Mejora del proceso productivo

El proceso productivo presentado en el capítulo 2 es utilizado actualmente en la empresa hulera Centroamericana S.A. en una línea de producción de bota de hule que trabaja con prensas Desma 600C y que funcionan con los sistemas originales o de fábrica, de esta forma se ha producido bota de forma continua sin ningún problema evidente por mucho tiempo, y aunque existe una baja en la producción de forma continua año con año no se debe al proceso productivo, si no que el problema es atribuible a deterioro y desgaste normal de las prensas que generan paros no programados cada vez más seguidos y más fallas en el producto terminado. A pesar de esto en éste capítulo se presentaron algunas modificaciones que se realizarán a los sistemas de las prensas con la expectativa de lograr una mejora considerable en la productividad de las mismas, estas modificaciones físicas como es de esperarse modificarán también el proceso productivo; el proceso que se presentará contiene los cambios generados por las modificaciones de las prensas, por lo tanto no implica sea el más adecuado dejando en claro la necesidad de revisarlo cuando se halla normalizado la producción con la línea nueva para lograr optimizarla.

Para lograr visualizar de mejor forma la producción y los cambios provocados por las mejoras propuestas especialmente en cuanto a tiempos y unión de algunas actividades del proceso se presenta a continuación el diagrama de flujo del proceso, el diagrama de operación del proceso carece de relevancia por los que se presentará el DFP y el diagrama de interrelación hombre y máquina.

Figura 28. Diagrama de flujo de proceso mejorado ²



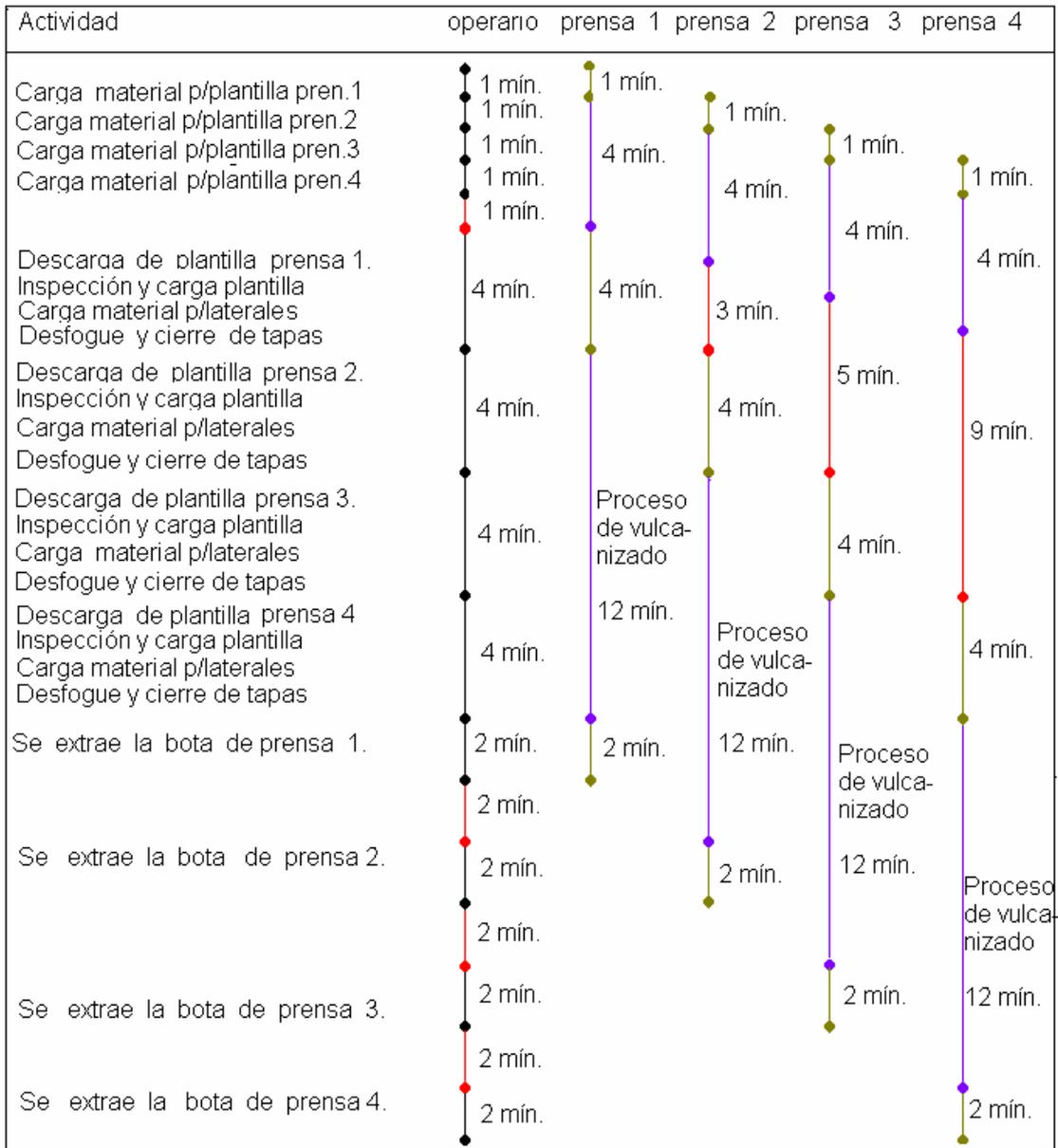
Resumen

Tabla XII. Resumen del diagrama DFP mejorado

Actividad	Figura	Cantidad	Tiempo
Operación		4	5 mín.
Inspección		1	1 min.
Combinada		2	6 min.
Espera		3	27 min.
transporte		1	1 min.
		Total	40 min.

Las mejoras a las prensas y el proceso que genera provoca también mejoras en la interrelación del operario y la máquina, lo que se traduce en mayor productividad, esto puede apreciarse mejor en el diagrama hombre y máquina que se presenta a continuación.

Figura 29. Diagrama de interrelación hombre y máquina, proceso mejorado⁴



Los cambios realizados al proceso productivo no parecen significativos ya que solamente se rebajó el tiempo total del proceso de 42.5 minutos a 40 minutos obteniendo únicamente 2.5 minutos por ciclo de producción. sin embargo mas adelante podría disminuirse el tiempo de preformado de plantilla y vulcanizado al utilizarse las mezclas para materia prima conteniendo las sustancias ultima generación descritas anteriormente; también puede rebajarse el tiempo para despegar la bota del molde central a una décima del tiempo actual al proveer a los moldes de agujeros y la conexión de descarga de aire comprimido que se presentó como propuesta de mejora.

La mejora del tiempo del proceso para cada bota puede ser bajo, pero esta modificación junto a las mejoras físicas a las prensas hacen posible que se mejore la interrelación entre hombre y máquina, como se puede apreciar en el diagrama de la figura 29 en comparación con el diagrama de interrelación hombre y máquina presentado en el capítulo 2 en el primero se tenía un tiempo de ocio del operador de 7 minutos y un tiempo de ocio por prensa de 19.5 minutos, mientras que con el nuevo proceso productivo el tiempo de ocio del operador es de 7 minutos y el tiempo de ocio por prensa es de 12 minutos. Aunque el tiempo de ocio del operador no varió el de la prensa sí con una diferencia de 7.5 minutos, esto implica que las prensas se encuentran trabajando por más tiempo, no se desperdicia energía eléctrica calentando en vacío, el costo de operación por producto baja, queda también 9 minutos por ciclo del operador por lo que se pueden realizar 13 ciclos en lugar 10 por jornada de trabajo sacando 12 botas más por día, por lo tanto todo esto se traduce en mayor productividad.

5.2 Desarrollo de plan de mejora continua

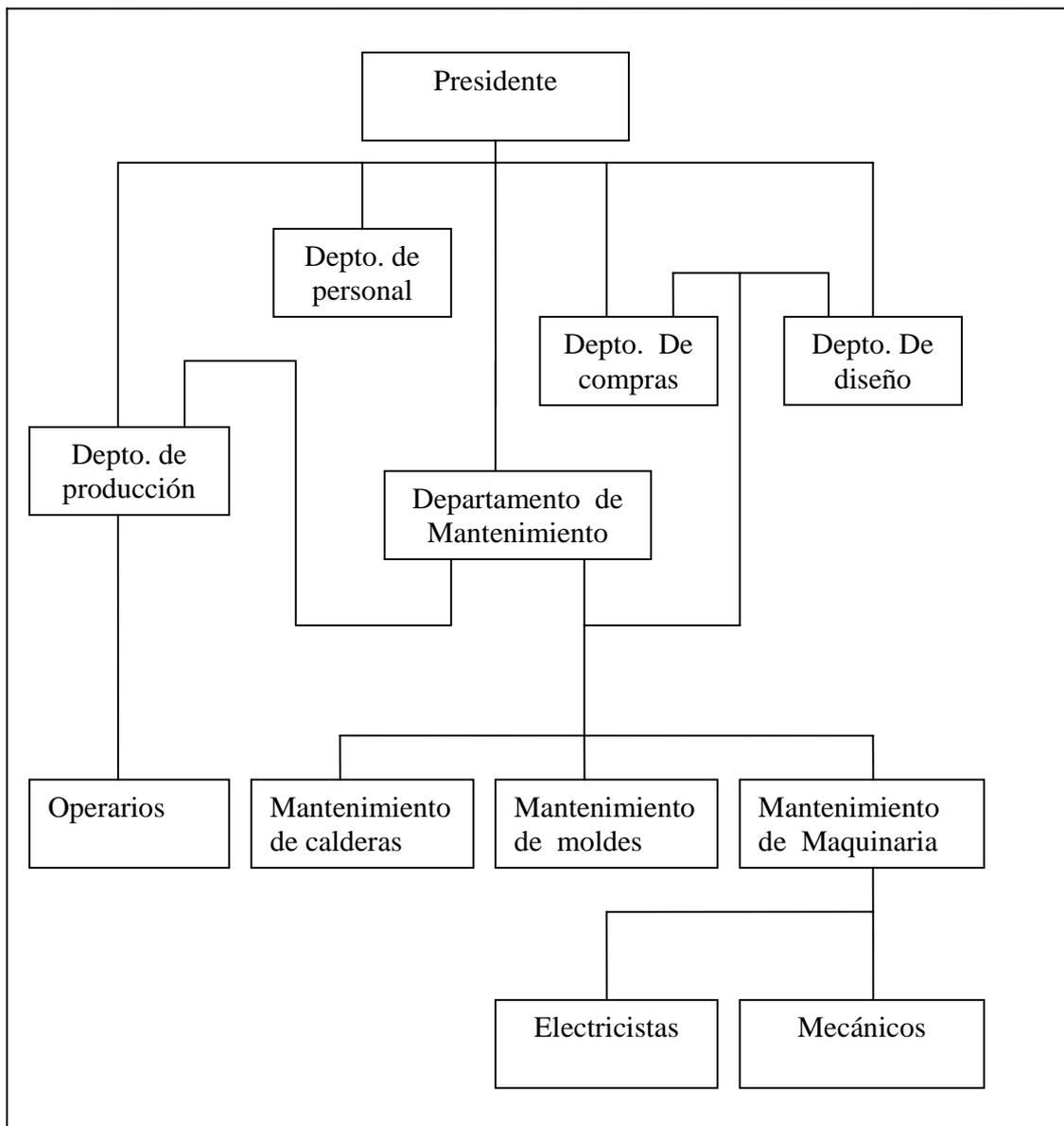
El plan de mejora continua se refiere a la creación de un método que tenga por objetivo el desarrollo de forma continua y auto sostenible de la línea de producción con las 8 prensas Desma de la instalación, tanto para mejoramiento de las mismas como también de los productos y los procesos para realizarlos.

El primer paso para que la política de mejoramiento tenga validez y pueda ponerse en practica es conseguir la buena voluntad de los altos funcionarios de la empresa, porque aunque no intervengan directamente en el proceso de mejoramiento si son los responsables de autorizar los recursos necesarios como dinero, tiempo y mano de obra además de revisar los métodos de producción.

En el caso de que se esté en medio del proceso de realización de mejora continua el departamento de producción será quien tendrá a su cargo la administración de los recursos, así como también será el responsable de la asignación de tareas y la entrega de lineamientos para los departamentos involucrados en el proceso, además de revisar y controlar los mismos para evitar desfases en los planes respecto al tiempo. Es importante señalar que esté plan de mejora se realizará mientras que las prensas estén produciendo los productos asignados inicialmente por los que los cambios que deben realizarse deben ser a tiempo y en forma paulatina evitando desordenes bruscos del funcionamiento de la línea de producción.

La forma y el orden en que las decisiones de la planificación del departamento de mantenimiento afectarán a otros departamentos se presenta en el organigrama siguiente:

Figura 30. Estructura organizacional durante el plan de mejora continua



En este caso los departamentos de compras, de diseño y de producción ya no estarían al mismo nivel que el departamento de mantenimiento sino que tendrían que seguir los lineamientos entregados por éste último.

El plan de mejora continua incluye las propuestas de mejora determinadas en la sección anterior, el momento indicado para realizarlos y la forma en que esto debe acoplarse al trabajo común y corriente de producción.

Antes de pensar en llevar a cabo planes de mejora a largo plazo se deberán cumplir algunos objetivos de mejoramiento de las prensas como los siguientes.

Como se indicó en la sección anterior el reemplazo de los pirómetros debe ser la prioridad para mejorar las prensas pero por el costo no se permitirá el reemplazo de los 40 de una sola vez. Por ésta razón se deberá pedir que se compren 3 pirómetros digitales a un costo de alrededor de Q 1,350 por mes, con esta medida se logrará reemplazar los 40 pirómetros en aproximadamente 14 meses. Como se señaló anteriormente el reemplazo de los pirómetros es un paso necesario para iniciar otras mejoras sin embargo no es requisito para iniciar otras actividades de mejora como la adaptación de los moldes para aire comprimido.

Para poder adaptar los moldes para utilizar aire comprimido y con el fin de no interrumpir la producción de bota de hule primero debe instalarse un sistema de alimentación para cada prensa, de aire comprimido acoplado a la tubería de aire de la planta o a un compresor local, este sistema debe tener dos válvulas de activación eléctrica que puedan ser activadas automáticamente por temporizadores al momento de abrir el molde. Después de instalar la tubería se retirará un molde por vez para la adaptación.

Otro de los objetivos a lograr lo más pronto posible es la colocación del sistema de seguridad descrita en la sección 5.1.1 que por el costo de los materiales y por la facilidad de colocación será posible instalarlo tan pronto estén instaladas las prensas.

CONCLUSIONES

1. Las prensas Desma 600C que se instalarán tienen la particularidad que son máquinas construidas de hace mucho tiempo, algunas de ellas tienen más de 35 años de edad, normalmente, se consideraría como costoso y poco rentable la instalación de las mismas por parecer que su vida útil ha pasado hace mucho tiempo, sin embargo, muchas de estas prensas tienen poco uso, por lo que es factible invertir recursos para la reconstrucción, re acondicionamiento e instalación de las mismas, con el re acondicionamiento adecuado estas prensas pueden trabajar como una prensa contemporánea con limitaciones mínimas por mucho tiempo.
2. Las prensas que se encuentran trabajando actualmente en la planta proporcionan valiosa información de cómo es el proceso productivo de las prensas que funcionan con sus sistemas y piezas originales, esta información revela las limitaciones de las prensas pues sirven de base para plantear mejoras considerables en los sistemas para que se incorporen a las mismas mientras se reconstruyen como medida de re acondicionamiento y sin elevar demasiado los costos provocados por estas medidas al hacerlo trabajando.
3. Aunque los datos del fabricante de las prensas Desma 600C son escasos no son estrictamente necesarios para determinar condiciones de desgaste de muchas de las piezas de las prensas, es suficiente con una medición y en algunos casos sólo se necesita una inspección visual, la ventaja de reemplazar piezas con desgaste significativo radica

en el hecho de que las piezas gastadas son las mismas en todas las prensas, por lo que es fácil construirlas en la cantidad que se necesita para el reemplazo en todas las prensas.

4. Para lograr un proceso productivo eficiente se deben hacer las cosas bien desde el principio, esto significa en este caso que una adecuada instalación le dará un buen inicio a la línea de producción de prensas Desma 600C especialmente en cuanto a distribución del equipo en planta se refiere, lograr la utilización óptima del espacio considerando todos los factores que intervienen y las futuras tareas de producción, mantenimiento y crecimiento de forma conjunta.
5. El estudio económico de la instalación de las prensas Desma 600C será de vital importancia para lograr desarrollar el proyecto de forma eficaz, para lograr una utilización eficiente de los recursos de la empresa.
6. Por ningún motivo hay que menospreciar la importancia de un adecuado programa de mantenimiento, ya que este aspecto será el cimiento sobre el cual se erigirá la confianza y la seguridad de un proceso óptimo y continuo de producción de bota de hule día tras día por mucho tiempo con una calidad aceptable hasta que los costos de operación sean muy elevados para seguir operando.
7. La creación de un adecuado programa de mantenimiento tendrá como beneficio el aseguramiento de la calidad del producto, no importando el tiempo que lleven trabajando las prensas, además de mantener el volumen de producción constante a través del tiempo, a fin de lograr seguridad en cuanto a la capacidad instalada de la línea.

RECOMENDACIONES

1. Además de la implementación de las mejoras acorto plazo que se proponen, es importante tomar como directrices algunos aspectos como: verificar constantemente y por siempre los métodos de producción, las mezclas de materiales utilizados y los productos fabricados para realizar cambios encaminados al mejoramiento.
2. Con el objetivo de procurar un mejor aprovechamiento de las funciones de las prensas, se deberán procurar mejoras en los métodos de investigación y desarrollo de productos considerando las exigencias y los gustos del mercado moderno y aplicar las nuevas tecnologías que surjan a los productos.
3. Evaluar constantemente los sistemas y dispositivos funcionales de las prensas en busca de mejoras especialmente aspectos encaminados a mejorar la velocidad y precisión del proceso de producción de bota de hule.
4. Comparar el funcionamiento de los sistemas operativos de las prensas con otros similares de diseño y fabricación recientes, con el fin de encontrar nuevas tecnologías aplicables a las prensas.
5. Procurar no adquirir repuestos y materiales destinados a las prensas basándose únicamente en el costo, sino también en la calidad, disponibilidad y obsolescencia.

6. No depender de los controles de calidad más que del éxito de los trabajos de mantenimiento, de la habilidad y conocimiento de los operadores, de adquisición de materiales y repuestos de alta calidad y la aplicación puntual de estas directrices.

7. Mantener las instalaciones en buenas condiciones y con todos los servicios necesarios y las mejores condiciones posibles para evitar la desmotivación de los operadores.

8. Establecer como prioridad la implementación de cursos de capacitación para los operadores y personal de mantenimiento para que conozcan todo lo posible a cerca de las prensas, su operación y mantenimiento, manejo de materiales y optimización de recursos, para asegurar la calidad y el desempeño óptimo.

REFERENCIAS

1. Hellriegel, Don. Jackson, Susan E. Slocum, John W. Jr. Administración, un enfoque basado en competencias. Novena edición. México, Thomson Editores. 2002, página 45.
2. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial (Métodos, Tiempos y movimientos), 10ª. Edición, México, Editorial Alfaomega, 2000, página 35.
3. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial (Métodos, Tiempos y movimientos), 10ª. Edición, México, Editorial Alfaomega, 2000, página 37.
4. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial (Métodos, Tiempos y movimientos), 10ª. Edición, México, Editorial Alfaomega, 2000, página 159.
5. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial (Métodos, Tiempos y movimientos), 10ª. Edición, México, Editorial Alfaomega, 2000, página 744.
6. Ishikawa, Kaoru. ¿Qué es el control total de calidad? 10ª Edición, Colombia, Editorial Norma S.A. 1995. página 58.
7. Niebel, Benjamín. Ingeniería Industrial (Métodos estándares y diseño del trabajo), 10ª. Edición, México, Editorial Alfaomega, 2000, página 46.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hellriegel, Don. Jackson, Susan E. Slocum, John W. Jr. Administración, un enfoque basado en competencias. Novena edición. Mexico, Thomson Editores, S.A. de C.V. 2002, 561 p.p.
2. Solís Marroquín, Lilian Xiomara. "Análisis en el rendimiento actual y propuestas de mejoras para aumentar la productividad en las líneas de producción (Microcel y Kickers) en la Hulera Centroamericana S.A.", tesis ingeniera industrial, Guatemala, Universidad de san Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001, 160 p.p.
3. García Criollo, Roberto. Estudio del trabajo, México, Editorial McGraw Hill, 1998, 157 p.p.
4. Niebel, Benjamín., Freivalds, Andris, Ingeniería Industrial (Métodos, tiempos y movimientos), 10ª. Edición, Medico, Editorial Alfaomega, 2000, 822 p.p.
5. Koenig, Daniel T. Tr. Vega Fagoaga, J. Carlos. Ingeniería de manufactura (Productividad y Optimización), 3ra. Edición, México, publicaciones Marcombo, 1990, 368 p.p.
6. Revista publicada por Texaco Inc. "Lubricación." Volumen 81, número 1, 1991, 28 p.p.
7. Duffuaa Raouf, Dixon. Sistemas de mantenimiento (Planeación y Control), México, Editorial Limusa Wiley, 2002, 420 p.p.
8. <http://www.advancedrubberproducts.com/safety.php.htm>. Dispositivos de seguridad respiratoria. (julio 2005).
9. <http://www.advancedrubberproducts.com/index.php>. Materiales y compuestos. (julio 2005).
10. <http://www.klocknerdema.com/machines>. *Standard series with central injection from top*. (Julio 2005).

ANEXO

Características a considerar para elección de aceite hidráulico

Como se señaló en la sección 2.1.2 la prensa para producción de bota de hule marca Desma modelo 600C. es una máquina que funciona utilizando la presión hidráulica proporcionada por un banco generador de presión que utiliza aceite hidráulico con características específicas para su funcionamiento óptimo, además de esto el aceite debe proporcionar un nivel alto de protección a los componentes tanto de la prensa como del banco generador de presión para asegurar una larga vida útil, esto se logra poniendo especial atención en dichas características que aseguren la protección de los equipos.

El deseo de los fabricantes de aceites hidráulicos de contar con mayor capacidad de mantener óptimas propiedades de fricción, estabilidad antioxidante, rendimiento antidesgaste, compatibilidad con sellos y viscosidad controlada, entre otros criterios de rendimiento, ha conducido a la definición de nuevos requisitos de rendimiento de estos fluidos y el desarrollo de la tecnología necesaria para satisfacerlos.

Propiedades físicas y químicas

Aunque las propiedades físicas y químicas de los aceites hidráulicos modernos se determinan a través de la formulación de los aceites requeridos en los diseños de máquinas hidráulicas y sus características, estas características suelen ser mejores también para su uso en máquinas antiguas, ya que en estas no se presentan las exigencias de

rendimiento de las máquinas modernas, en la tabla I se presentan las características para aceites hidráulicos de última generación.

Tabla A1. Características físicas y métodos de prueba de aceites hidráulicas

PRUEBA	MÉTODO	REQUISITO
Color	ASTM D 1500	6,0 a 8,0 (rojo)
Análisis Elemental	Procedimientos ASTM	Indicar: Al, B, Ba, Ca, Cl, Cu, Fe, Mg, N, Na, P, Pb, S, Si, Zn
Espectro infrarrojo	ASTM E 168	Reportar
Miscibilidad	FTM791C13470.1	Sin separación o cambio de color
Viscosidad Cinemática	ASTM D445	Reportar cSt a 40 y 100°C
Punto de Llama	ASTM D 92	185°C mm.
Punto de Inflamación	ASTM D 92	170°C, mm.
Viscosidad Brookfield	ASTM D 2983	Indicar cP a -10°C; 1.500 cP máx a -20°C; 5.000 cP máx a -30°C; 20.000 cP máx a -40°C
Corrosión de Lamina de Cobre	ASTM D 130	lb máx (3 horas a 150°C)
Prueba de Corrosión	ASTM D665/Proc. A	Aprobar
Prueba de Desgaste	ASTM D 2882 Mod.	Pérdida de peso máx de 15 mg
Protección Antioxidante	ASTM D 1748	Sin oxidación o corrosión en cualquier superficie de prueba
Prueba de Espumación	Procedimiento SM	Sin espuma a 95°C; Smm máx. a 135°C; tiempo de colapso deis seg. máx a 135°C.
Prueba de Elastómeros	Procedimientos ASTM	S/N

Continuación:

Prueba de Fricción de Placas	Procedimiento SM	Operación satisfactoria durante 100 horas; sin desgaste o escamación inusitado en las piezas de prueba; Entre 10 y 100 horas de operación Toque medio entre 150 y 180 N-M; Torque máximo > 1 50N-M; Cambio de toque delta <30 N-M; Tiempo de parada entre 0,50 y 0,60 seg; indicar torque final
Prueba de Fricción de Bandas	Procedimiento SM	Operación satisfactoria durante 100horas; sin desgaste o escamación inusitado en las piezas de prueba; Entre 10 y 100 horas de operación: Torque dinámico medio entre 170 y 220 N-M Torque final > 160 N-M; Cambio de torque <80 N-M; Tiempo de parada entre 0,30 y 0,55 seg; Indicar torque máximo.
Prueba de Oxidación	Procedimiento SM	Operación satisfactoria durante 300horas; TAN <3,25; aumento DIR < 0,40; indicar contenido de gas O ₂ efluente; viscosidad del fluido usado a 100°C >5,5 cSt; viscosidad del fluido usado a -20°C <2.000 cP; Sin corrosión la aleación de soldadura del enfriador.

Cortesía de la Revista LUBRICACIÓN de Texaco. Texaco Inc. 1991

Contenido químico

En términos generales, un fluido hidráulico contiene entre 85% y un 90% de aceite básico y 10% a 15% de un conjunto de aditivos de rendimiento, típicamente se utilizan aceites básicos parafínicos, nafténicos, hidrotratados o sintéticos. Un aceite hidráulico puede estar compuesto de dos o más tipos de aceites básicos, de estos el contenido parafínico es el más importante para determinar características de flujo a baja temperatura, y se emplean depresores poliméricos de temperatura de fluidez o aditivos de mejoradores de flujo. La ventajas y desventajas de los

aceites básicos se encuentran en la tabla A II y las funciones de los aditivos típicos de aceites hidráulicos se encuentran en la tabla A III.

Tabla A II. Ventajas y desventajas de aceites básicos

TIPO DE ACEITE DE BASE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Parafínico	Buena estabilidad térmica y antioxidante	Disponibilidad limitada
Nafténico	Bajo costo Amplia disponibilidad	Estabilidad térmica y antioxidante relativamente deficiente
Hidrotratado	Excelente estabilidad térmica y antioxidante	Disponibilidad limitada
Sintético	Excelente estabilidad térmica y antioxidante	Elevado costo

Cortesía de la Revista LUBRICACIÓN de Texaco. Texaco Inc. 1991

Tabla A III: Funciones de aditivos típicos de aceites hidráulicos

COMPONENTE	FUNCIONES
Dispersante	Control de lodos y barniz
Inhibidor Anticorrosivo	Impedir la corrosión de bujes, arandelas empuje, etc.
Aditivo Antidesgaste	Impedir el desgaste de engranajes, bujes, arandelas, etc.
Modificadores de Fricción	Mejorar las características de fricción
Antioxidantes	Control de la oxidación
Depresor del Punto de Escurrimiento	Mejor fluidez a bajas temperatura
Inhibidor de Espuma	Reducir la tendencia a espumación
Aditivo Mejorador de Índice de Viscosidad	Menor variación de la viscosidad con la temperatura
Aditivo de Aumento de Volumen (Hinchamiento) de Sellos	Control de la expansión y dureza de elastómeros
Colorante Rojo	Identificador de función.

Cortesía de la Revista LUBRICACIÓN de Texaco. Texaco Inc. 1991