

881217

3

2e'

**LA INGENIERIA INDUSTRIAL
EN EL MANTENIMIENTO
DE MAQUINARIA AGRICOLA**

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Sandra Elena Benítez Rincón



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO

	PAG.
1.0 INTRODUCCION	
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 OBJETIVOS	1
1.3 ALCANCES	2
2.0 LINEAS DE MAQUINARIA	
2.1 CLASIFICACION DE LA MAQUINARIA	3
2.2 UTILIZACION DE LA MAQUINARIA	3
2.3 PRINCIPALES COMPONENTES DE LA MAQUINARIA	4
2.3.1 TRACTOR	4
2.3.2 TRILLADORA	7
2.4 AREAS DEL TALLER	13
2.4.1 RECEPCION DE UNIDADES	13
2.4.2 LIMPIEZA	14
2.4.3 DIAGNOSTICO	14
2.4.4 ENDRASADO	15
2.4.5 DESMONTAJE Y MONTAJE	15
2.4.6 MOTORES	16

2.4.7	AFINACION Y SISTEMAS HIDRAULICOS	16
2.4.8	ELECTRICO	16
2.4.9	CADENAS Y DRUGAS	17
2.4.10	EMBRAGUES Y FRENOS	17
2.4.11	PAILERIA Y SOLDADURA	18
2.4.12	PINTURA	18
2.4.13	ALMACEN	18
2.5	APEROS	19
3.0	MERCADO Y LOCALIZACION	
3.1	SEGMENTOS DEL MERCADO	20
3.2	ABASTECIMIENTO DE MATERIALES	22
3.3	LOCALIZACION	22
3.3.1	ANALISIS DE FACTORES	22
3.3.2	METODO ANALITICO DE GRAVEDAD	25
4.0	DISTRIBUCION DE PLANTA	
4.1	ANALISIS	38
4.2	CARTAS DE ENSAMBLE	44
4.3	ANALISIS PARTICULARES	49
4.4	DISTRIBUCION DEL TALLER	49

5.0 METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO	51
5.1 DIAGNOSTICO	52
5.1.1 COMPROBACION DEL ESTADO TECNICO DE FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR	52
5.1.2 COMPROBACION DEL ESTADO TECNICO DE FUNCIONAMIENTO DE LA TRANSMISION Y DEL SISTEMA DE DIRECCION	53
5.1.3 COMPROBACION DEL SISTEMA ELECTRICO	54
5.2 MANTENIMIENTO Y REPARACION	65
5.2.1 MANTENIMIENTO PLANIFICADO	65
5.2.2 REPARACIONES	68
5.2.3 PRUEBAS DE RODAJE	69
5.3 MANTENIMIENTO EN CAMPO	70
5.4 ASIGNACION DE TRABAJOS	71
5.4.1 CLASIFICACION DE LOS TRABAJOS	72
5.4.2 DETERMINACION DE LOS ESTANDARES DE MANTENIMIENTO	74
5.4.3 ESTRUCTURA BASICA DE LOS MODELOS DE LINEAS DE ESPERA	77
6.0 INGENIERIA BASICA	
6.1 CARGA DE TRABAJO	84

6.2 AREAS NECESARIAS	87
6.3 EQUIPO NECESARIO EN CADA AREA	89
7.0 PERSONAL	
7.1 CONCEPTOS DE ORGANIZACION	97
7.2 DISEÑO DE LA ORGANIZACION	98
7.3 ORGANIGRAMA PROPUESTO	101
7.4 RECLUTAMIENTO Y SELECCION DE PERSONAL	105
7.5 FORMACION Y DESARROLLO DE PERSONAL	108
7.5.1 DESCRIPCION GENERAL	108
7.5.2 APRENDIZAJE	111
7.5.3 METODOS DE ENSEÑANZA	115
7.5.4 PROCESO DE INSTRUCCION	115
8.0 EVALUACION DEL TALLER	
8.1 INVERSION	118
8.2 COSTOS DE OPERACION DEL TALLER	121
8.3 VENTAS POR SERVICIO	124
8.4 ANALISIS DE RESULTADOS	124

9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES

128

9.2 RECOMENDACIONES

131

BIBLIOGRAFIA

ANEXO I RELACION DE TABLAS Y CUADROS

ANEXO II RELACION DE FIGURAS

1.0 INTRODUCCION.

1.1 ANTECEDENTES.

Uno de los grandes problemas por los que atraviesa el sector agrícola en nuestro país es el escaso mantenimiento que se le proporciona a la maquinaria agrícola; ya sea por falta de talleres especializados o por la lejanía donde estos se encuentran.

Desde los años cincuenta, se han realizado esfuerzos para lograr una integración total de la maquinaria agrícola, como han sido la construcción y puesta en marcha de dos grandes fábricas productoras de tractores, una en el Estado de Querétaro y otra en el Estado de Hidalgo en el complejo de Ciudad Sahasón. Sin embargo, se ha dejado descuidado el campo de reparación y mantenimiento de los equipos agrícolas, existiendo talleres que en su mayoría, operan de manera rudimentaria.

1.2 OBJETIVOS.

El objetivo de la presente tesis es el de enfocar la ingeniería industrial al mantenimiento y reparación de maquinaria agrícola, presentando el diseño de un taller que se adapte a las necesidades del problema. De esta manera se

obtendrá un mejor aprovechamiento de la maquinaria, extendiendo su vida útil. A la vez, se pretende contribuir de una manera muy modesta a solucionar un problema que aqueja al campo.

1.3 ALCANCES.

El alcance de esta tesis se limita a la zona sureste del país, y comprende los estados de Campeche, Tabasco y Quintana Roo; debido a la oportunidad para la obtención de datos, sin embargo, el diseño del taller se puede extender para cualquier zona de la República Mexicana, pudiendo considerarse como un plan piloto.

En este trabajo se presenta la clasificación de la maquinaria, así como la localización y distribución del taller apoyándose en la metodología de la ingeniería industrial. Se pretende igualmente establecer un área de mantenimiento y reparación y aprovechar de esta manera un mejor uso de los recursos.

Este estudio expone las ventajas del taller propuesto, lo cual puede despertar interés a quienes deseen invertir y llevarlo a la práctica, o no deseen modificar algún taller existente y laborar bajo un sistema establecido, haciendo algunas adaptaciones.

2.0 LINEAS DE MAQUINARIA.

2.1 CLASIFICACION DE LA MAQUINARIA.

La maquinaria que puede emplearse en la agricultura es de diferentes marcas, algunas de ellas son John Deere, Allis-Chalmers, Clark, Ford y Perkins. Considerando que existe gran similitud entre ellas, no se hará ninguna distinción de marcas por lo que nos referiremos a grupos clasificados de la manera siguiente:

- Tractores.
- Trilladoras.

2.2 UTILIZACION DE LA MAQUINARIA.

Los tractores como es conocido, se emplean en la preparación de la tierra para la siembra de diferentes granos, verduras y frutas. Por las condiciones climatológicas de nuestro país, se puede decir que la época de mayor utilización corresponde al periodo de febrero - agosto, permaneciendo prácticamente inactivos o con un porcentaje de utilización muy bajo durante el periodo de septiembre - enero, en la mayor parte del país.

El periodo de utilización de las trilladoras corresponde a

septiembre - enero. Este equipo se utiliza para la cosecha de trigo, maíz, sorgo, cebada y otros granos, con baja utilización de febrero a agosto.

El equipo complementario de las trilladoras es el bósque, que va recojiendo los granos que se van trillando. La época de utilización de los bósques coincide con la de las trilladoras.

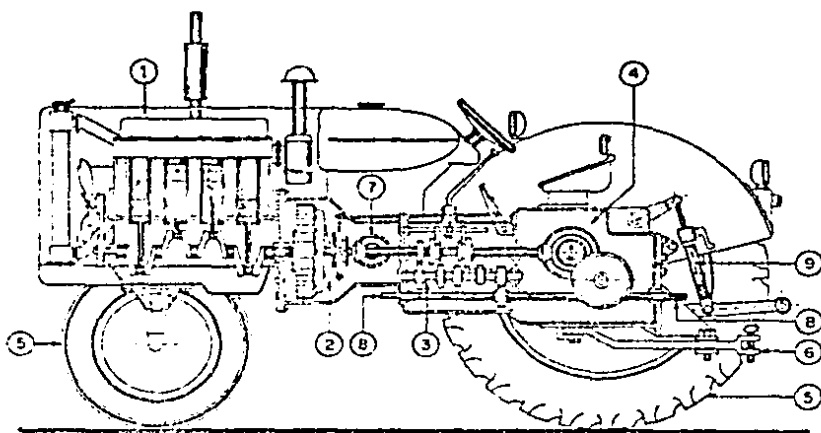
La capacidad de almacenamiento de un bósque satisface los volúmenes que generan varias trilladoras. A pesar de que estos equipos están diseñados para esta función, eventualmente se utilizan en otras actividades como la preparación de la tierra.

2.3 PRINCIPALES COMPONENTES DE LA MAQUINARIA.

2.3.1 Tractor.

Haciendo arrendamientos afines según el funcionamiento, se puede establecer la siguiente clasificación en un tractor. Un tractor consta de las siguientes partes básicas, tal como se muestra en la figura no. 2.1.

1. Motor. Aparato que transforma en energía mecánica



TRACTOR

SANDRA BENITEZ RINCON

FECHA: FEB-87 FIGURA No. 1.1

otras clases de energía.

2. **Embraque.** Por medio de éste, el operador puede conectar y desconectar el eje cigüeñal del motor al eje de mano de la caja de cambios sin tener que parar el motor.
3. **Caja de cambios.** Como su nombre lo indica, sirve para cambiar las velocidades de avance del tractor.
4. **Eje trasero.** Tiene como fin el transferir la energía mecánica hacia las ruedas traseras del tractor.
5. **Ruedas.** Sirven para soportar el tractor. Las ruedas traseras desarrollan la tracción, mientras que las delanteras proporcionan la dirección.
6. **Barra de tiro.** Sirve para tirar o jalar máquinas de tipo de tiro.
7. **Poles.** Por medio de ello se da mando a los mecanismos de máquinas estacionarias.
8. **Eje de la toma de fuerza.** Sirve para el mando de mecanismos de máquinas remolcadas o montadas al

tractor.

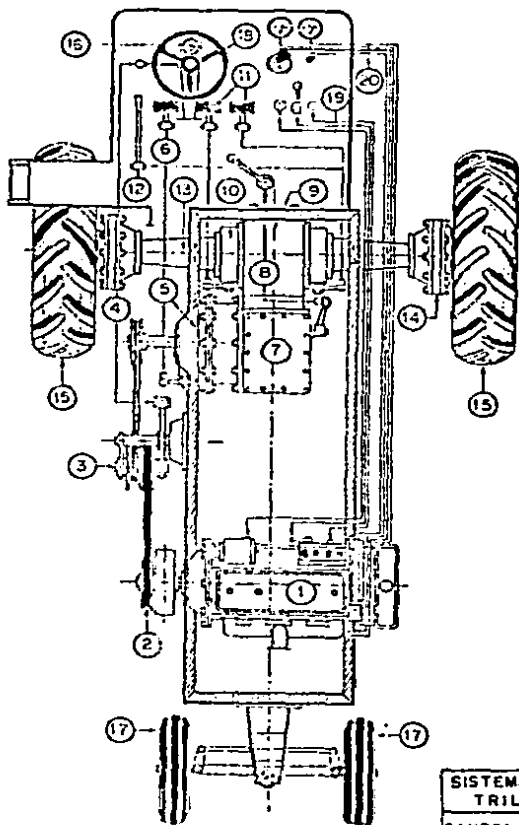
9. Sistema hidráulico de ensanche en tres puntos. Sirve para sujetar las máquinas de montaje al tractor, como pueden ser los arados, discos dentados, etc.

2.3.2 Trilladora.

2.3.2.1 Sistema de fuerza de trilladoras.

En la figura no. 2.2, sistema de fuerza para una trilladora, se muestra la construcción general y el funcionamiento del sistema de autorpropulsión.

1. Motor.
2. Polea de banda del motor.
3. Banda de correa en V, de velocidad variable.
4. Palanca de control del mando variable.
5. Lebrague para conectar o desconectar el mando, o sea, para mover y parar la máquina sin parar el motor.



SISTEMA DE FUERZA
TRILLADORA

SANDRA BENITEZ RINCON

FECHA: FEB 87

FIGURA No 2.2

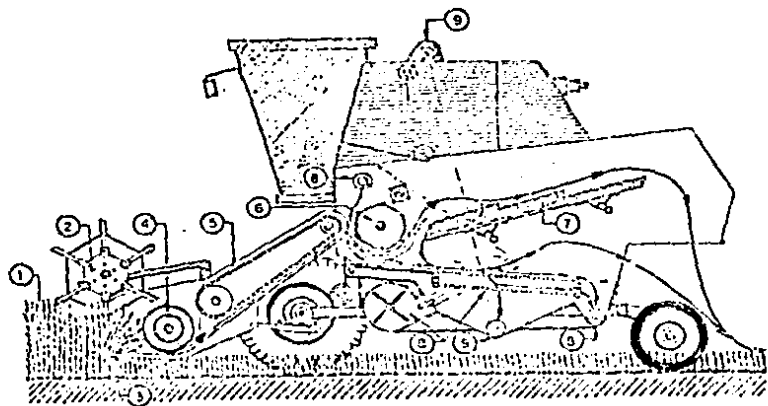
6. Pedal de embrague.
7. Caja de cambios.
8. Palanca de cambio de velocidades.
9. Caja del diferencial.
10. Frenos de dirección, uno para cada lado.
11. Pedales para controlar los frenos individualmente.
12. Palanca para apretar los dos frenos a la vez.
13. Semi- eje.
14. Mandos o reducciones finales.
15. Ruedas de propulsión en la parte posterior de la máquina.
16. Medidor de la velocidad de avance.
17. Ruedas de dirección de la máquina.
18. Volante de dirección.

19. Contacto para arrancar el motor, acelerador y botón para parar el motor.
20. Luz indicadora del generador, y medidores de temperatura, de presión de lubricación y del nivel de combustible.

2.3.2.2 Sistema de corte y trilla.

En la figura no. 2.3, sistema de corte y trilla, se muestra el flujo de los granos a través de la máquina.

1. La plataforma está equipada con dos separadores montados en sus extremos, o sea, al lado izquierdo y al lado derecho. Estos sirven para separar el material que se va a cortar de las plantas en pie, que en esa pasada no puede abarcar la plataforma.
2. El molinete empuja los tallos contra la barra de corte.
3. La barra de corte siega los tallos. El material segado se descarga sobre la plataforma contra el conducto transversal tipo husano.
4. El conducto transversal tipo husano lleva el



SISTEMA DE CORTE
TRILLADORA

SANDRA BENITEZ RINCON

FECHA: FEB 87

FIGURA No. 1

material cortado hacia la parte central de la plataforma.

5. El conducto de alimentación eleva el material hacia el mecanismo de trilla.

Aquí termina la función de la mesa de corte y recolección; luego, el material entra al mecanismo de trilla.

6. Mecanismo de trilla. Este mecanismo separa los granos de sus espigas por impacto y fricción.

El mecanismo de trilla echa la mezcla de granos; espigas trilladas y espigas parcialmente trilladas, pajilla, paja e impurezas en la unidad de separación y limpieza. Esta unidad consiste en un sacapajas o unidad de separación y en una unidad de limpieza.

7. Sacapajas. Esta unidad separa la paja y una parte de la pajilla de los granos y el resto del material. La paja y parte de la pajilla salen por la parte posterior de la máquina. Los granos, espigas sin trillar y parcialmente trilladas, pajillas y otras impurezas son conducidas hacia la

unidad de limpieza por debajo del sacapajas.

8. Unidad de limpieza con dos zarandas oscilantes y un ventilador. El aire que el ventilador produce eleva la paja e impurezas que salen detrás de la máquina. Las espigas parcialmente trilladas son conducidas por las zarandas hacia el conducto que las lleva nuevamente al mecanismo de trilla para su retrillado.
9. Los granos limpios caen a través de las zarandas, y el conducto de granos los eleva al tanque de granos.

2.4 AREAS DEL TALLER.

Para llevar a cabo el mantenimiento y reparación de la maquinaria agrícola, se han repartido los componentes principales en diferentes áreas del taller, para una mejor ejecución de la tarea; de esta forma un taller deberá contar con los siguientes departamentos:

2.4.1 Recepción de unidades.

En este departamento serán recibidas todas las unidades que necesiten reparación o mantenimiento y se llevará un

registro de la unidad; a la máquina se le adicionará una tarjeta viajera donde se irán anotando todas las operaciones y refacciones que se le vayan realizando y utilizando.

2.4.2 Limpieza.

Debido al trabajo normal que realiza la maquinaria agrícola, se presentan acumulaciones de residuos vegetales, barro y draca que se adhieren en diferentes partes de la máquina, siendo necesaria su limpieza antes de cualquier tipo de trabajo, para un mejor diagnóstico y reparación o mantenimiento.

2.4.3 Diagnóstico.

En las condiciones de explotación, el mejor método para comprobar el estado de las máquinas es mediante un diagnóstico técnico, o sea, la comprobación del funcionamiento sin realizar el desmontaje de los componentes. En el desmontaje y montaje se gasta mucho tiempo y se afectan frecuentemente algunos componentes, tal como los empujones, por lo que se pensó en la necesidad de contar con esta área cuya finalidad es la de determinar el tipo y magnitud de la falla y el proceso que deberá seguir la reparación respectiva. El proceso a seguir se anotará en la hoja de registro de la unidad.

2.4.4 Engrasado.

De acuerdo con el diagnóstico, todas aquellas máquinas que no requieran de una reparación mayor, se llevarán al departamento de engrasado donde se lavarán y lubricarán todas las partes móviles y articuladas, así como se hará el cambio de aceite. A este departamento también se llevarán todas aquellas máquinas a las que se les efectuaron reparaciones mayores, como la última operación antes de salir del taller.

2.4.5 Desmontaje y montaje.

Una vez determinado el tipo y magnitud de reparación que requiere la maquinaria según el diagnóstico, se trasladará al departamento de desmontaje, donde se desensamblarán las partes que requieran una revisión más detallada y que serán reparadas en los diferentes departamentos del taller. Reparadas las partes mecánicas, podrán montarse en este mismo lugar.

Para el transporte de las piezas dentro del taller se contará con carritos metálicos con ruedas y polipasto.

2.4.6 Motores.

En esta parte del taller se realizarán las reparaciones de motores de trilladoras y tractores, ya sea rectificando los componentes necesarios o sustituyéndolos por refacciones provenientes del almacén.

El departamento de motores cumple con una doble función pues contará con máquinas-herramienta que además de efectuar la rectificación de componentes y fabricación de flechas, ejes de rastras y soportes de chumaceras, harán la reconstrucción de partes provenientes del departamento de herrería y soldadura.

2.4.7 Afinación y sistemas hidráulicos.

Este departamento se encarga de realizar las afinaciones, pruebas y reparaciones de los sistemas hidráulicos y de inyección de todas las máquinas que se trasladan al taller, para su mantenimiento o reparación.

2.4.8 Eléctrico.

En este departamento se repararán todos los componentes del sistema eléctrico de la maquinaria, tales como generadores, alternadores, marchas, reguladores de voltaje, etc. En esta

sección; además se rehabilitarán las baterías.

2.4.9 Cadenas y orugas.

El departamento de reparación de cadenas y orugas es uno de los de mayor importancia por la demanda y magnitud de rehabilitación de partes que forman el sistema motriz. La necesidad de contar con este departamento se justifica ampliamente, ya que durante la explotación normal de las máquinas, se produce el desgaste de las piezas debido al roce de las superficies en contacto o a la interacción de la maquinaria con el material trabajado; como es el suelo, las plantas, las piedras, etc.

Asimismo, se presenta la necesidad de revisar y reparar los pernos, bujes, eslabones, ruedas dentadas y las zapatas de la cadenas y orugas.

2.4.10 Embroses y frenos.

La función de este departamento será la de proporcionar mantenimiento y reparación a los sistemas de embragues y frenos; algunos de los trabajos por realizarse serán:

- Rectificado de volantes y platos de clutch.
- Rectificación de tambores y discos de frenos.

- Reparación o rehabilitación de balstas.

2.4.11 Pailería y soldadura.

En este departamento se realizará la reconstrucción parcial o total de las mesas de corte, los mecanismos de trilla y limpieza, la cabina y las conchas de motor, entre otros. Por las dimensiones y pesos de las piezas a reparar en esta sección, se previó la necesidad de utilizar un polipasto con capacidad de una tonelada.

2.4.12 Pintura.

Por la naturaleza del trabajo de la maquinaria agrícola, es común que la maquinaria sufra daños en la pintura de la carrocería y otras áreas, por lo que se ha previsto un espacio para realizar las reparaciones ligeras de hojalatería y la aplicación final de pintura con la finalidad de conservar el aspecto del equipo y proteger las superficies de la corrosión.

2.4.13 Almacén.

En un taller de esta naturaleza, se deberá contar con un almacén para guardar los refacciones y el material necesario para los trabajos de mantenimiento y reparación de la

maquinaria, incluyendo pintura, aceite, lubricantes, material para la fabricación de piezas mecánicas, etc.

2.3 APEROS.

Por lo que respecta a los aperos, que son aquellos instrumentos de labranza, existe una gran variedad de estos, que van desde los más sencillos formados por pocas piezas, hasta aquellos con edimentos especiales como pueden ser los utilizados en el tendido de tubería.

Cuando el desgaste por fricción que sufren los aperos es muy severo, literalmente los aperos se acaban en el campo y no tienen reparación aunque los reaherramientes así es por esto que el taller deberá contar con los aperos más usuales como pueden ser discos, arados de subsuelo, discos dentados, con el fin de dar un mejor servicio.

3.0 MERCADO Y LOCALIZACION.

Para obtener la mejor ubicación de una empresa, cualquiera que sea su giro, es necesario conocer dónde se encuentra localizado su mercado y sus insumos, con el objeto de reducir los costos al mínimo posible y tener una mejor captación del mercado.

En el presente capítulo, trataremos el problema de mercado y la localización óptima para el taller de mantenimiento.

3.1 SEGMENTOS DEL MERCADO.

La zona sobre la cual se basa el presente estudio, es la zona del sureste del país y comprende los estados de Tabasco, Campeche y Quintana Roo, debido a la facilidad para obtener los nombres de las zonas agrícolas y el número de trilladoras y tractores existentes.

La relación de la cantidad de maquinaria existente en esta zona y que presenta la necesidad de contar con instalaciones apropiadas o la modificación de un taller de mantenimiento y reparación, se muestra en la tabla no. 1.

TABLA NO. 3.1 MAQUINARIA AGRICOLA EXISTENTE.

NUMERO DE TRILLADORAS	NUMERO DE TRACTORES	NUMERO DE BODDUES	Z O N A
74	176	15	Villo Madero, Cam.
149	268	29	Cerrillo Puerto, Cam.
14	75	3	Bzibalchen, Cam.
38	97	7	Contenerio, Cam.
80	223	16	Fco. Escarcosa, Cam.
89	148	18	El Triunfo, Tab.
16	65	3	Nicolas Bravo, Q. R.
16	56	4	Normal, Q. R.
10	25	3	Pucte, Q. R.
15	30	3	Juan Sarabia, Q. R.
3	11	0	Altos de Sevilla, Q.R.
504	1194	101	

FUENTE: SERVICIOS EJIDALES S. A.

De una investigación para detectar la existencia de talleres de mantenimiento y reparación de maquinaria agrícola existentes en la zona, se encontró que propiamente no existe ningún taller que realice este trabajo en una forma sistemática y técnica.

Sobre la base de lo anteriormente descrito, se llega a la conclusión de que se presenta una fuerte demanda por este tipo de servicios, es decir, el mercado es muy amplio y la competencia no reúne las condiciones de instalaciones completas para este tipo de trabajos, por lo que la instalación o modificación de un taller se justifica desde un punto de vista de mercado y técnico.

3.2 ABASTECIMIENTO DE MATERIALES.

Por lo que respecta al abastecimiento de materiales y refacciones, que son de gran importancia para la reparación óptima de la maquinaria, se cuenta con distribuidores en los estados de Tabasco y Campeche; un poco más lejos, se encuentran en los estados de Veracruz y Puebla. Los distribuidores pueden abastecer de refacciones en plazos de 15 a 30 días; los aceites lubricantes, arceses, pinturas, barras, etc. presentan un menor problema para su abastecimiento, ya que el número de distribuidores es mayor.

3.3 LOCALIZACIÓN.

Una vez analizado el mercado y los diferentes distribuidores de materiales y refacciones, se presenta el análisis de localización por medio de dos métodos: el método de análisis de factores y el método analítico de gravedad, los cuales se describen de manera breve a continuación.

3.3.1 Análisis de Factores.

El análisis de factores considera que cada punto afecta de un modo u otro la localización de la instalación; por lo que se le asigna un valor numérico de acuerdo a su importancia relativa respecto de los otros puntos y a continuación se

pondera cada alternativa.

Los factores seleccionados para este estudio son:

- Cercanía a los abastecimientos.
- Infraestructura.
- Disponibilidad de mano de obra no calificada.
- Disponibilidad de mano de obra calificada.
- Proximidad a la zonas de trabajo.
- Costo de instalación.

En la tabla no. 3.2 se muestra la ponderación de las ciudades consideradas.

TABLA NO. 3.2 PONDERACION DE LAS POBLACIONES CONSIDERADAS.

POBLACION	RANQ DE OBRA 12 %	INFRAESTRUCTURA 15 %	PROX ZONA 20 %	M D D ESPCZ 18 %	ABAST MAT 20 %	COSTO INSTL 5 %	TOTAL POND.
ICANDELARIA	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	3.0	1.80
ISARANCUY	2.0	1.0	3.0	1.0	2.0	2.0	1.57
IFED. ESCARCEGA	2.0	1.0	5.0	1.0	2.0	2.0	2.07
ICOLORADO	2.0	1.0	5.0	1.0	2.0	2.0	2.07
IPIXATAL	2.0	1.0	5.0	1.0	2.0	2.0	2.07
ICENTENARIO	2.0	1.0	5.0	1.0	2.0	2.0	2.07
ICARRILLO PUERTO	2.0	1.0	5.0	1.0	3.0	1.0	2.22
ICAMPOTON	1.0	4.0	4.0	4.0	5.0	1.0	3.65
ISIMOCHAC	1.0	1.0	5.0	1.0	3.0	1.0	2.10
IVILLA MADERO	1.0	2.0	4.0	1.0	4.0	1.0	2.25
IMDDR	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	3.0	1.80
IDICH	1.0	1.0	4.0	1.0	1.0	3.0	1.65
IPUNTA SEYRAFLAYA	3.0	3.0	5.0	2.0	4.0	1.0	3.02
ILERMA	2.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	2.22
ICARPECHE	5.0	5.0	3.0	5.0	4.0	1.0	3.70
ICHINA	2.0	1.0	4.0	1.0	4.0	1.0	2.22
INICOLAS BRAVO	1.0	1.0	3.0	1.0	1.0	3.0	1.40
IDZIBALCHEN	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	3.0	1.80
IXCUFTL	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	3.0	1.80
INDOPELCHEN	1.0	1.0	5.0	1.0	1.0	3.0	1.80

3.3.2 Método Analítico de Gravedad.

La otra forma de realizar un análisis de localización es empleando el método analítico de gravedad que puede ser desarrollado en tres formas diferentes:

- Euclidiano.
- Euclidiano cuadrático.
- Rectilíneo.

Dado que la condición de este problema específico es el localizar una instalación dentro del área geográfica de la República Mexicana; el método analítico de gravedad adecuado para obtener una solución factible es el euclidiano, donde el costo varía linealmente respecto a la distancia recorrida; para esto, se tiene que el gradiente modificado de Kuhn puede ser manipulado para obtener la base de un procedimiento computacional y de esta manera obtener el par de coordenadas (x, y) óptimas.

Se tiene la siguiente ecuación

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = \sum_{i=1}^m \frac{w_i (x - a_i)}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{3/2}} \quad (1)$$

igualando la ecuación no. 1 con cero

$$\sum_{i=1}^m \frac{w_i}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{3/2}} = \sum_{i=1}^m \frac{w_i a_i}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{3/2}} \quad (2)$$

w se deja

$$g_i(x, y) = \frac{w_i x}{[(x - a_i)^2 + (y - b_i)^2]^{3/2}} ; i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (3)$$

Entonces, la ecuación no. 3 se puede escribir

$$x = \frac{\sum_{i=1}^m a_i g_i(x, y)}{\sum_{i=1}^m g_i(x, y)}$$

y de igual manera se obtiene para 'y'

$$y = \frac{\sum_{i=1}^m b_i g_i(x, y)}{\sum_{i=1}^m g_i(x, y)}$$

Como $z(x, y)$ es definida, se puede emplear el siguiente procedimiento iterativo:

$$x^{(n)} = \frac{\sum_{i=1}^m a_i g_i(x^{(n-1)}, y^{(n-1)})}{\sum_{i=1}^m g_i(x^{(n-1)}, y^{(n-1)})}$$

$$y^{(n)} = \frac{\sum_{i=1}^m b_i g_i(x^{(n-1)}, y^{(n-1)})}{\sum_{i=1}^m g_i(x^{(n-1)}, y^{(n-1)})}$$

donde el exponente indica el número de iteraciones.

A continuación, la tabla no. 3.3 muestra la lista de las poblaciones consideradas, las coordenadas (x, y) y el peso (w) para cada punto.

TABLA NO. 3.3 POBLACIONES CONSIDERADAS.

POBLACION	PUNTO	COORDENADAS X,Y	PESO
CANDELARIA	1	(1.9, 3.0)	0.2
SABANCUY	2	(0.0, 12.5)	0.1
FCO. ESCARCEDA	3	(4.2, 8.0)	1.5
COLORADO	4	(4.8, 9.9)	0.7
PIXAYAL	5	(11.5, 11.8)	0.2
CENTENARIO	6	(9.0, 8.7)	0.5
CARRILLO PUERTO	7	(6.3, 13.0)	1.8
CHAMPOTON	8	(4.5, 16.5)	2.1
SIHOCHAC	9	(6.3, 18.0)	0.1
VILLA MADERO	10	(5.0, 18.5)	1.7
HOOB	11	(7.6, 1.2)	0.1
DICH	12	(11.0, 18.0)	0.2
PUNTA SEYBAPLAYA	13	(5.4, 19.7)	1.0
LEKMA	14	(6.0, 21.4)	0.5
CAMPECHE	15	(6.8, 21.9)	3.0
CHINA	16	(7.0, 21.2)	0.1
EDZNA	17	(19.0, 9.8)	0.2
DZIBALCHEN	18	(15.0, 17.7)	0.1
XCUF'IL	19	(13.5, 20.0)	0.2
HOFELCHEN	20	(13.7, 20.8)	0.4

Para la obtención del primer par de coordenadas se sigue el método euclidiano cuadrático sustituyendo todos los valores en la siguiente ecuación.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n w_i a_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n w_i b_i}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

en donde

a = coordenada x de cada punto

b = coordenada y de cada punto

w = peso del punto

$$X = \frac{92.7}{14.7}, \quad X = 6.306$$

$$Y = \frac{236.78}{14.70}, \quad Y = 16.107$$

Los valores de (X₀, Y₀) serán sustituidos en la ecuación 2, para luego proceder con las iteraciones.

A continuación se presentan las tablas no. 3.4 a la 3.13 con el resultado de las iteraciones, donde el punto óptimo resultó ser (5.527; 17.431) en la vigésima iteración, tabla no. 3.13; pues el método analítico de gravedad nos indica que cuando se repiten los valores una vez para x₀ y y₀ se ha encontrado el punto óptimo.

Este par de coordenadas corresponde a un punto localizado cerca de Chapotón; por lo que se elige esta ciudad como óptima, dada su infraestructura.

TABLA 3.4 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
6.306	1.90	16.107	3.00	0.0145	0.0275	0.0434
6.306	0.00	16.107	12.50	0.0138	0.0000	0.1721
6.306	4.20	16.107	8.00	0.1791	0.7521	1.4327
6.306	4.80	16.107	9.90	0.1096	0.5261	1.0850
6.306	11.50	16.107	11.80	0.0296	0.3409	0.3498
6.306	9.00	16.107	8.70	0.0634	0.5709	0.5519
6.306	4.30	16.107	13.00	0.5793	3.6498	7.5314
6.306	4.50	16.107	16.50	1.1362	5.1129	18.7473
6.306	6.30	16.107	18.00	0.0528	0.3328	0.9509
6.306	3.00	16.107	18.50	0.6236	3.1179	11.5363
6.306	7.60	16.107	18.20	0.0406	0.3089	0.7396
6.306	11.00	16.107	18.00	0.0395	0.4347	0.7119
6.306	5.40	16.107	19.70	0.2699	1.4573	5.3165
6.306	6.00	16.107	21.40	0.0943	0.5658	2.0182
6.306	6.80	16.107	21.90	0.5160	3.5088	11.3003
6.306	7.00	16.107	21.20	0.0195	0.1362	0.4124
6.306	19.00	16.107	9.80	0.0141	0.2681	0.1383
6.306	15.00	16.107	17.70	0.0113	0.1697	0.2003
6.306	13.50	16.107	20.00	0.0245	0.3801	0.4890
6.306	13.70	16.107	20.80	0.0437	0.6257	0.9500
				3.877	22.236	64.676
				X (1), Y(1) =	5.735	16.681
x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
5.735	1.90	16.681	3.00	0.0141	0.0267	0.0422
5.735	0.00	16.681	12.50	0.0141	0.0000	0.1761
5.735	4.20	16.681	8.00	0.1702	0.7146	1.2612
5.735	4.80	16.681	9.90	0.1023	0.4969	1.0124
5.735	11.50	16.681	11.00	0.0265	0.3045	0.3124
5.735	9.00	16.681	8.70	0.0580	0.5219	0.5045
5.735	6.30	16.681	13.00	0.4833	3.0451	6.2835
5.735	4.50	16.681	16.50	1.6824	7.3709	27.7598
5.735	6.30	16.681	18.00	0.0697	0.4390	1.2544
5.735	5.00	16.681	18.50	0.8665	4.3325	16.0301
5.735	7.60	16.681	18.20	0.0416	0.3160	0.7567
5.735	11.00	16.681	18.00	0.0368	0.4059	0.6633
5.735	5.40	16.681	19.70	0.3292	1.7777	6.4054
5.735	6.00	16.681	21.40	0.1053	0.6947	2.2638
5.735	6.80	16.681	21.90	0.5692	3.8298	12.3343
5.735	7.00	16.681	21.20	0.0213	0.1492	0.4518
5.735	19.00	16.681	9.80	0.0134	0.2543	0.1312
5.735	15.00	16.681	17.70	0.0107	0.1609	0.1899
5.735	13.50	16.681	20.00	0.0237	0.3157	0.4737
5.735	13.70	16.681	20.80	0.0446	0.6111	0.9278
				4.677	25.905	79.415
				X (2), Y(2) =	5.598	16.979

TABLA 3 5 LOCALITACION OPTIMA DE PLANTA

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
5.538	1.90	16.979	3.00	0.0138	0.0263	0.0415
5.538	0.00	16.979	12.50	0.0140	0.0000	0.1755
5.538	4.20	16.979	8.00	0.1652	0.6940	1.3219
5.538	4.80	16.979	9.90	0.0984	0.4721	0.9737
5.538	11.50	16.979	11.80	0.0253	0.2913	0.2989
5.538	9.00	16.979	8.70	0.0557	0.5015	0.4048
5.538	6.30	16.979	13.00	0.4443	2.7994	5.7765
5.538	4.50	16.979	16.50	1.8366	8.2649	30.3047
5.538	6.30	16.979	18.00	0.0785	0.4943	1.4128
5.538	5.00	16.979	18.50	1.0534	5.2670	19.4878
5.538	7.60	16.979	18.20	0.0417	0.3172	0.7595
5.538	11.00	16.979	18.00	0.0360	0.3959	0.6479
5.538	5.40	16.979	19.70	0.3670	1.9817	7.2296
5.538	6.00	16.979	21.40	0.1125	0.6749	2.4070
5.538	6.80	16.979	21.90	0.5905	4.0153	12.9318
5.538	7.00	16.979	21.20	0.0224	0.1567	0.4745
5.538	19.00	16.979	9.80	0.0131	0.2491	0.1285
5.538	15.00	16.979	17.70	0.0105	0.1581	0.1865
5.538	13.50	16.979	20.00	0.0235	0.3171	0.4697
5.538	13.70	16.979	20.80	0.0444	0.6081	0.9232
				5.047	27.685	86.436
			X (3), Y(3) =	5.485	17.126	
x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
5.485	1.90	17.126	3.00	0.0137	0.0261	0.0412
5.485	0.00	17.126	12.50	0.0139	0.0000	0.1742
5.485	4.20	17.126	8.00	0.1628	0.6836	1.3020
5.485	4.80	17.126	9.90	0.0964	0.4629	0.9547
5.485	11.50	17.126	11.80	0.0249	0.2869	0.2938
5.485	9.00	17.126	8.70	0.0548	0.4929	0.4765
5.485	6.30	17.126	13.00	0.4280	2.4962	5.5635
5.485	4.50	17.126	16.50	1.7985	8.0933	29.6753
5.485	6.30	17.126	18.00	0.0837	0.5274	1.5069
5.485	5.00	17.126	18.50	1.1668	5.8742	21.5865
5.485	7.60	17.126	18.20	0.0422	0.3205	0.7674
5.485	11.00	17.126	18.00	0.0358	0.3940	0.6448
5.485	5.40	17.126	19.70	0.3883	2.0970	7.6502
5.485	6.00	17.126	21.40	0.1142	0.6969	2.4857
5.485	6.80	17.126	21.90	0.6059	4.1201	13.2698
5.485	7.00	17.126	21.20	0.0230	0.1611	0.4878
5.485	19.00	17.126	9.80	0.0138	0.2472	0.1275
5.485	15.00	17.126	17.70	0.0105	0.1574	0.1857
5.485	13.50	17.126	20.00	0.0235	0.3171	0.4698
5.485	13.70	17.126	20.80	0.0443	0.6090	0.9246
				5.146	28.223	86.587
			X (4), Y(4) =	5.484	17.214	

TABLA 3.6 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

31

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x, y)	bq (x, y)
5.484	1.90	17.214	3.00	0.0136	0.0259	0.0409
5.484	0.00	17.214	12.50	0.0136	0.0000	0.1729
5.484	4.20	17.214	8.00	0.1612	0.6772	1.2900
5.484	4.80	17.214	9.90	0.0953	0.4574	0.9434
5.484	11.50	17.214	11.80	0.0247	0.2842	0.2916
5.484	9.00	17.214	0.70	0.0543	0.4885	0.4723
5.484	6.30	17.214	13.00	0.4194	2.6422	5.4522
5.484	4.50	17.214	16.50	1.7276	7.7742	28.5053
5.484	6.30	17.214	18.00	0.0882	0.5559	1.5084
5.484	5.00	17.214	18.50	1.2368	6.1841	22.8813
5.484	7.60	17.214	18.20	0.0428	0.3255	0.7796
5.484	11.00	17.214	18.00	0.0359	0.3949	0.6461
5.484	5.40	17.214	19.70	0.4020	2.1706	7.9185
5.484	6.00	17.214	21.40	0.1185	0.7112	2.5367
5.484	6.80	17.214	21.90	0.6163	4.1909	13.4972
5.484	7.00	17.214	21.20	0.0234	0.1641	0.4971
5.484	19.00	17.214	9.00	0.0130	0.2465	0.1271
5.484	15.00	17.214	17.70	0.0105	0.1574	0.1858
5.484	13.50	17.214	20.00	0.0236	0.3182	0.4713
5.484	13.70	17.214	20.80	0.0446	0.6113	0.9201
				5.166	28.380	89.226
				X (5), Y(5) =	5.494	17.273

r	a	y	b	g (x, y)	ag (x, y)	bq (x, y)
5.494	1.90	17.273	3.00	0.0136	0.0258	0.0408
5.494	0.00	17.273	12.50	0.0137	0.0000	0.1718
5.494	4.20	17.273	8.00	0.1602	0.6739	1.2817
5.494	4.80	17.273	9.90	0.0945	0.4537	0.9358
5.494	11.50	17.273	11.80	0.0246	0.2831	0.2904
5.494	9.00	17.273	0.70	0.0540	0.4859	0.4697
5.494	6.30	17.273	13.00	0.4140	2.6081	5.3817
5.494	4.50	17.273	16.50	1.6680	7.5059	27.5217
5.494	6.30	17.273	18.00	0.0921	0.5803	1.6580
5.494	5.00	17.273	18.50	1.2850	6.4249	23.7720
5.494	7.60	17.273	18.20	0.0435	0.3303	0.7909
5.494	11.00	17.273	18.00	0.0360	0.3961	0.5482
5.494	5.40	17.273	19.70	0.4117	2.2230	8.1099
5.494	6.00	17.273	21.40	0.1202	0.7215	2.5732
5.494	6.80	17.273	21.90	0.6240	4.2429	13.6645
5.494	7.00	17.273	21.20	0.0238	0.1664	0.5040
5.494	19.00	17.273	9.00	0.0130	0.2462	0.1270
5.494	15.00	17.273	17.70	0.0105	0.1576	0.1860
5.494	13.50	17.273	20.00	0.0236	0.3192	0.4729
5.494	13.70	17.273	20.80	0.0448	0.6135	0.9315
				5.171	28.457	89.532
				X (6), Y(6) =	5.504	17.315

TABLA 3.7 LOCALIZACION OPTIMA DE MANTA

x	a	y	b	q (x, y)	aq (x, y)	bg (x, y)
5 504	1 90	17 315	3 00	0.0135	0.0257	0.0406
5 504	0 00	17 315	12 50	0.0137	0.0000	0.1709
5 504	4 20	17 315	8 00	0.1395	0.6698	1.2750
5 504	4 80	17 315	9 90	0.0940	0.4511	0.9304
5 504	11 50	17 315	11 80	0.0245	0.2023	0.2897
5 504	9 00	17 315	8 70	0.0530	0.4840	0.4679
5 504	6 30	17 315	13 00	0.4102	2.5043	5.3327
5 504	4 50	17 315	16 50	1.6243	7.7092	26.0002
5 504	6 30	17 315	18 00	0.0952	0.5998	1.7136
5 504	5 00	17 315	18 50	1.3205	6.6025	24.4291
5 504	7 60	17 315	18 20	0.0439	0.3340	0.7998
5 504	11 00	17 315	18 00	0.0361	0.3972	0.6499
5 504	5 40	17 315	19 70	0.4189	2.2622	8.2527
5 504	6 00	17 315	21 40	0.1215	0.7291	2.6003
5 504	6 80	17 315	21 90	0.6296	4.2816	13.7892
5 504	7 00	17 315	21 20	0.0240	0.1691	0.5092
5 504	19 00	17 315	9 00	0.0129	0.2460	0.1269
5 504	15 00	17 315	17 70	0.0105	0.1578	0.1862
5 504	13 50	17 315	20 00	0.0237	0.3201	0.4742
5 504	13 70	17 315	20 80	0.0449	0.6153	0.9341
				5 175	28.520	89.774
				X (7), Y(7) =	5 511	17.346

x	a	y	b	q (x, y)	aq (x, y)	bg (x, y)
5 511	1 90	17 346	3 00	0.0135	0.0257	0.0406
5 511	0 00	17 346	12 50	0.0136	0.0000	0.1703
5 511	4 20	17 346	8 00	0.1587	0.6675	1.2715
5 511	4 80	17 346	9 90	0.0936	0.4492	0.9265
5 511	11 50	17 346	11 80	0.0245	0.2018	0.2891
5 511	9 00	17 346	8 70	0.0536	0.4826	0.4665
5 511	6 30	17 346	13 00	0.4075	2.5672	5.2979
5 511	4 50	17 346	16 50	1.5931	7.1690	26.2864
5 511	6 30	17 346	18 00	0.0976	0.6147	1.7562
5 511	5 00	17 346	18 50	1.3474	6.7368	24.9261
5 511	7 60	17 346	18 20	0.0443	0.3367	0.8064
5 511	11 00	17 346	18 00	0.0362	0.3980	0.6512
5 511	5 40	17 346	19 70	0.4244	2.2917	8.3609
5 511	6 00	17 346	21 40	0.1225	0.7347	2.6203
5 511	6 80	17 346	21 90	0.6339	4.3104	13.8819
5 511	7 00	17 346	21 20	0.0242	0.1694	0.5191
5 511	19 00	17 346	9 00	0.0129	0.2458	0.1268
5 511	15 00	17 346	17 70	0.0105	0.1580	0.1864
5 511	13 50	17 346	20 00	0.0238	0.3207	0.4751
5 511	13 70	17 346	20 80	0.0450	0.6166	0.9351
				5 181	28.576	89.909
				X (8), Y(8) =	5 516	17.369

TAELA 3.0 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bq (x,y)
5.516	1.90	17.369	3.00	0.0135	0.0256	0.0403
5.516	0.00	17.369	12.50	0.0136	0.0000	0.1699
5.516	4.20	17.369	8.00	0.1505	0.6639	1.2684
5.516	4.00	17.369	9.90	0.0933	0.4478	0.9236
5.516	11.50	17.369	11.80	0.0243	0.2814	0.2887
5.516	9.00	17.369	8.70	0.0535	0.4016	0.4656
5.516	6.30	17.369	13.00	0.4055	2.5347	5.2715
5.516	4.50	17.369	16.50	1.5710	7.0694	25.9210
5.516	6.30	17.369	18.00	0.0993	0.6259	1.7882
5.516	5.00	17.369	18.50	1.3077	6.0987	25.3032
5.516	7.60	17.369	18.20	0.0446	0.3387	0.8111
5.516	11.00	17.369	18.00	0.0362	0.3985	0.6321
5.516	5.40	17.369	19.70	0.4285	2.3139	8.4413
5.516	6.00	17.369	21.40	0.1232	0.7309	2.6355
5.516	6.80	17.369	21.90	0.4970	4.3917	13.9508
5.516	7.00	17.369	21.20	0.0243	0.1704	0.3160
5.516	19.00	17.369	9.80	0.0129	0.2437	0.1268
5.516	15.00	17.369	17.70	0.0105	0.1501	0.1865
5.516	13.50	17.369	20.00	0.0238	0.3212	0.4758
5.516	13.70	17.369	20.80	0.0451	0.6175	0.9373
				5.187	28.626	90.174
			X (9), Y(9) =		5.519	17.386

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bq (x,y)
5.519	1.90	17.386	3.00	0.0135	0.0256	0.0404
5.519	0.00	17.386	12.50	0.0136	0.0000	0.1696
5.519	4.20	17.386	8.00	0.1583	0.6647	1.2661
5.519	4.80	17.386	9.90	0.0931	0.4468	0.9215
5.519	11.50	17.386	11.80	0.0244	0.2810	0.2884
5.519	9.00	17.386	8.70	0.0534	0.4009	0.4649
5.519	6.30	17.386	13.00	0.4040	2.5453	5.2526
5.519	4.50	17.386	16.50	1.5551	6.9980	25.6595
5.519	6.30	17.386	18.00	0.1007	0.6342	1.8120
5.519	5.00	17.386	18.50	1.3832	6.9158	25.5883
5.519	7.60	17.386	18.20	0.0448	0.3401	0.8145
5.519	11.00	17.386	18.00	0.0363	0.3989	0.6527
5.519	5.40	17.386	19.70	0.4316	2.3305	8.5019
5.519	6.00	17.386	21.40	0.1237	0.7421	2.6447
5.519	6.80	17.386	21.90	0.6398	4.3476	14.0018
5.519	7.00	17.386	21.20	0.0244	0.1711	0.3182
5.519	19.00	17.386	9.80	0.0129	0.2437	0.1267
5.519	15.00	17.386	17.70	0.0105	0.1531	0.1866
5.519	13.50	17.386	20.00	0.0238	0.3215	0.4769
5.519	13.70	17.386	20.80	0.0451	0.6182	0.9386
				5.192	28.666	90.327
			X (10), Y(10) =		5.522	17.398

TABLA 3.9 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
5.522	1.90	17.398	3.00	0.0135	0.0256	0.0404
5.522	0.00	17.398	12.50	0.0135	0.0000	0.1694
5.522	4.20	17.398	8.00	0.1500	0.6638	1.2644
5.522	4.90	17.398	9.90	0.0929	0.4460	0.9200
5.522	11.50	17.398	11.80	0.0244	0.2800	0.2881
5.522	9.00	17.398	8.70	0.0534	0.4804	0.4643
5.522	6.20	17.398	13.00	0.4030	2.5388	5.2388
5.522	4.50	17.398	16.50	1.5437	6.9467	25.4712
5.522	6.30	17.398	18.00	0.1016	0.6403	1.8295
5.522	5.00	17.398	18.50	1.3947	6.9737	25.8027
5.522	7.60	17.398	18.20	0.0449	0.3412	0.8170
5.522	11.00	17.398	18.00	0.0369	0.3992	0.6532
5.522	5.40	17.398	19.70	0.4339	2.3429	8.3472
5.522	6.00	17.398	21.40	0.1241	0.7444	2.6550
5.522	6.80	17.398	21.90	0.6411	4.3593	14.0395
5.522	7.00	17.398	21.20	0.0245	0.1716	0.5197
5.522	19.00	17.398	9.80	0.0129	0.2456	0.1267
5.522	15.00	17.398	17.70	0.0105	0.1582	0.1866
5.522	13.50	17.398	20.00	0.0238	0.3217	0.4766
5.522	13.70	17.398	20.80	0.0452	0.6187	0.9393
				5.196	28.699	90.450
			X (11), Y(11) =		5.523	17.407
x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
5.523	1.90	17.407	3.00	0.0135	0.0256	0.0404
5.523	0.00	17.407	12.50	0.0135	0.0000	0.1692
5.523	4.20	17.407	8.00	0.1579	0.6632	1.2631
5.523	4.80	17.407	9.90	0.0928	0.4453	0.9188
5.523	11.50	17.407	11.80	0.0244	0.2806	0.2880
5.523	9.00	17.407	8.70	0.0533	0.4800	0.4640
5.523	6.30	17.407	13.00	0.4022	2.5338	5.2286
5.523	4.50	17.407	16.50	1.5354	6.9095	25.3348
5.523	6.30	17.407	18.00	0.1024	0.6449	1.8423
5.523	5.00	17.407	18.50	1.4034	7.0170	25.9630
5.523	7.60	17.407	18.20	0.0450	0.3419	0.8188
5.523	11.00	17.407	18.00	0.0363	0.3994	0.6535
5.523	5.40	17.407	19.70	0.4356	2.3521	8.3808
5.523	6.00	17.407	21.40	0.1246	0.7461	2.6611
5.523	6.80	17.407	21.90	0.6423	4.2679	14.0678
5.523	7.00	17.407	21.20	0.0246	0.1720	0.5209
5.523	19.00	17.407	9.80	0.0129	0.2455	0.1267
5.523	15.00	17.407	17.70	0.0105	0.1582	0.1867
5.523	13.50	17.407	20.00	0.0238	0.3219	0.4769
5.523	13.70	17.407	20.80	0.0452	0.6190	0.9398
				5.199	28.724	90.345
			X (12), Y(12) =		5.524	17.414

TABLA 3.10 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x, y)	bq (x, y)
5.524	1.90	17.414	3.00	0.0135	0.0256	0.0404
5.524	0.00	17.414	12.50	0.0135	0.0000	0.1691
5.524	4.20	17.414	8.00	0.1578	0.6627	1.2622
5.524	4.80	17.414	9.90	0.0927	0.4451	0.9180
5.524	11.50	17.414	11.80	0.0244	0.2805	0.2878
5.524	9.00	17.414	8.70	0.0533	0.4797	0.4637
5.524	6.30	17.414	13.00	0.4016	2.5302	5.2211
5.524	4.50	17.414	16.50	1.5294	6.8824	25.2356
5.524	6.30	17.414	10.00	0.1029	0.6482	1.8520
5.524	5.00	17.414	18.50	1.4099	7.0493	26.0826
5.524	7.60	17.414	18.20	0.0451	0.3424	0.8201
5.524	11.00	17.414	18.00	0.0363	0.3995	0.6537
5.524	5.40	17.414	19.70	0.4368	2.3590	8.6050
5.524	6.00	17.414	21.40	0.1246	0.7474	2.6656
5.524	6.80	17.414	21.90	0.6433	4.3743	14.0878
5.524	7.00	17.414	21.20	0.0246	0.1723	0.5218
5.524	19.00	17.414	9.80	0.0129	0.2455	0.1266
5.524	15.00	17.414	17.70	0.0105	0.1582	0.1867
5.524	13.50	17.414	20.00	0.0239	0.3220	0.4771
5.524	13.70	17.414	20.80	0.0452	0.6193	0.9402
				5.202	28.744	90.618
			X (13), Y(13) =	5.525	17.419	
x	a	y	b	g (x, y)	ag (x, y)	bq (x, y)
5.525	1.90	17.419	3.00	0.0135	0.0256	0.0404
5.525	0.00	17.419	12.50	0.0135	0.0000	0.1690
5.525	4.20	17.419	8.00	0.1577	0.6623	1.2616
5.525	4.80	17.419	9.90	0.0927	0.4448	0.9174
5.525	11.50	17.419	11.80	0.0244	0.2804	0.2877
5.525	9.00	17.419	8.70	0.0533	0.4794	0.4635
5.525	6.30	17.419	13.00	0.4012	2.5275	5.2155
5.525	4.50	17.419	16.50	1.5250	6.8627	25.1632
5.525	6.30	17.419	18.00	0.1039	0.6507	1.8590
5.525	5.00	17.419	18.50	1.4147	7.0734	26.1714
5.525	7.60	17.419	18.20	0.0451	0.3428	0.8210
5.525	11.00	17.419	18.00	0.0363	0.3996	0.6539
5.525	5.40	17.419	19.70	0.4378	2.3640	8.6243
5.525	6.00	17.419	21.40	0.1247	0.7483	2.6690
5.525	6.80	17.419	21.90	0.6440	4.3790	14.1030
5.525	7.00	17.419	21.20	0.0246	0.1725	0.5224
5.525	19.00	17.419	9.80	0.0129	0.2455	0.1266
5.525	15.00	17.419	17.70	0.0105	0.1582	0.1867
5.525	13.50	17.419	20.00	0.0239	0.3221	0.4772
5.525	13.70	17.419	20.80	0.0452	0.6195	0.9405
				5.204	28.758	90.673
			X (14), Y(14) =	5.526	17.423	

TABLA 3 11 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

36

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x, y)	bg (x, y)
5.526	1.90	17.423	3.00	0.0134	0.0756	0.0403
5.526	0.00	17.423	12.50	0.0135	0.0000	0.1689
5.526	4.20	17.423	8.00	0.1576	0.6621	1.2611
5.526	4.80	17.423	9.90	0.0926	0.4446	0.9169
5.526	11.50	17.423	11.80	0.0244	0.2803	0.2877
5.526	9.00	17.423	8.70	0.0533	0.4793	0.4633
5.526	6.30	17.423	13.00	0.4009	2.5256	5.2115
5.526	4.50	17.423	16.50	1.5210	6.8483	25.1103
5.526	6.30	17.423	18.00	0.1036	0.6523	1.8642
5.526	5.00	17.423	18.50	1.4102	7.0912	26.2373
5.526	7.60	17.423	18.20	0.0451	0.3431	0.8217
5.526	11.00	17.423	18.00	0.0363	0.3997	0.6540
5.526	5.40	17.423	19.70	0.4385	2.3678	8.6380
5.526	6.00	17.423	21.40	0.1248	0.7490	2.4715
5.526	6.80	17.423	21.90	0.6445	4.3025	14.1142
5.526	7.00	17.423	21.20	0.0247	0.1726	0.5229
5.526	19.00	17.423	9.80	0.0129	0.7455	0.1266
5.526	15.00	17.423	17.70	0.0106	0.1583	0.1867
5.526	13.50	17.423	20.00	0.0239	0.3222	0.4773
5.526	13.70	17.423	20.80	0.0452	0.6196	0.9407
				5.206	28.769	90.715
			X (15), Y(15) =	5.526	17.426	
x	a	y	b	g (x, y)	ag (x, y)	bg (x, y)
5.526	1.90	17.426	3.00	0.0134	0.0255	0.0403
5.526	0.00	17.426	12.50	0.0135	0.0000	0.1689
5.526	4.20	17.426	8.00	0.1576	0.6619	1.2607
5.526	4.80	17.426	9.90	0.0926	0.4444	0.9166
5.526	11.50	17.426	11.80	0.0244	0.2803	0.2876
5.526	9.00	17.426	8.70	0.0532	0.4792	0.4632
5.526	6.30	17.426	13.00	0.4007	2.5241	5.2085
5.526	4.50	17.426	16.50	1.5195	6.8377	25.0714
5.526	6.30	17.426	18.00	0.1038	0.6538	1.8680
5.526	5.00	17.426	18.50	1.4209	7.1043	26.2860
5.526	7.60	17.426	18.20	0.0452	0.3433	0.8222
5.526	11.00	17.426	18.00	0.0363	0.3997	0.6541
5.526	5.40	17.426	19.70	0.4390	2.3705	8.6481
5.526	6.00	17.426	21.40	0.1249	0.7495	2.4733
5.526	6.80	17.426	21.90	0.6449	4.3850	14.1224
5.526	7.00	17.426	21.20	0.0247	0.1728	0.5232
5.526	19.00	17.426	9.80	0.0129	0.2454	0.1266
5.526	15.00	17.426	17.70	0.0106	0.1583	0.1868
5.526	13.50	17.426	20.00	0.0239	0.3222	0.4774
5.526	13.70	17.426	20.80	0.0452	0.6197	0.9409
				5.207	28.778	90.746
			X (16), Y(16) =	5.527	17.428	

TABLA 3 12 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

37

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bq (x,y)
5.527	1.90	17.428	3.00	0.0134	0.0255	0.0403
5.527	0.00	17.420	12.50	0.0135	0.0000	0.1688
5.527	4.20	17.420	8.00	0.1576	0.6617	1.2604
5.527	4.80	17.420	9.90	0.0926	0.4443	0.9164
5.527	11.50	17.428	11.80	0.0244	0.2803	0.2876
5.527	9.00	17.428	8.70	0.0532	0.4791	0.4631
5.527	6.30	17.428	13.00	0.4003	2.5230	5.2063
5.527	4.50	17.428	16.50	1.5178	6.8299	25.0429
5.527	6.30	17.428	18.00	0.1029	0.6548	1.0708
5.527	5.00	17.428	18.50	1.4228	7.1141	26.3221
5.527	7.60	17.428	18.20	0.0452	0.3435	0.0226
5.527	11.00	17.428	18.00	0.0363	0.3998	0.6542
5.527	5.40	17.428	19.70	0.4394	2.3726	8.6556
5.527	6.00	17.428	21.40	0.1250	0.7499	2.6746
5.527	6.80	17.428	21.90	0.6451	4.3869	14.1285
5.527	7.00	17.428	21.20	0.0247	0.1720	0.5235
5.527	19.00	17.428	9.80	0.0129	0.2454	0.1266
5.527	15.00	17.428	17.70	0.0106	0.1583	0.1868
5.527	13.50	17.428	20.00	0.0239	0.3223	0.4774
5.527	13.70	17.428	20.80	0.0452	0.6198	0.9410
				5.208	28.784	90.769
				X (17), Y(17) =	5.527	17.429
x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bq (x,y)
5.527	1.90	17.429	3.00	0.0134	0.0255	0.0403
5.527	0.00	17.429	12.50	0.0135	0.0000	0.1688
5.527	4.20	17.429	8.00	0.1575	0.6616	1.2603
5.527	4.80	17.429	9.90	0.0925	0.4442	0.9162
5.527	11.50	17.429	11.80	0.0244	0.2802	0.2875
5.527	9.00	17.429	8.70	0.0532	0.4790	0.4630
5.527	6.30	17.429	13.00	0.4004	2.5223	5.2047
5.527	4.50	17.429	16.50	1.5165	6.8242	25.0220
5.527	6.30	17.429	18.00	0.1040	0.6555	1.0729
5.527	5.00	17.429	18.50	1.4243	7.1213	26.3487
5.527	7.60	17.429	18.20	0.0452	0.3436	0.0229
5.527	11.00	17.429	18.00	0.0363	0.3998	0.6542
5.527	5.40	17.429	19.70	0.4396	2.3741	8.6611
5.527	6.00	17.429	21.40	0.1250	0.7502	2.6756
5.527	6.80	17.429	21.90	0.6453	4.3883	14.1329
5.527	7.00	17.429	21.20	0.0247	0.1729	0.5236
5.527	19.00	17.429	9.80	0.0129	0.2454	0.1266
5.527	15.00	17.429	17.70	0.0106	0.1583	0.1868
5.527	13.50	17.429	20.00	0.0239	0.3223	0.4775
5.527	13.70	17.429	20.80	0.0452	0.6198	0.9411
				5.209	28.789	90.787
				X (18), Y(18) =	5.527	17.430

TABLA 3 13 LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
5.527	1.90	17.430	3.00	0.0134	0.0255	0.0403
5.527	0.00	17.430	12.50	0.0135	0.0000	0.1688
5.527	4.20	17.430	8.00	0.1575	0.6615	1.2601
5.527	4.80	17.430	9.90	0.0925	0.4441	0.9160
5.527	11.50	17.430	11.80	0.0244	0.2802	0.2875
5.527	9.00	17.430	8.70	0.0532	0.4790	0.4630
5.527	6.30	17.430	13.00	0.4003	2.5217	5.2035
5.527	4.50	17.430	16.50	1.5156	6.8200	25.0064
5.527	6.30	17.430	18.00	0.1041	0.6560	1.8744
5.527	5.00	17.430	18.50	1.4253	7.1266	26.3683
5.527	7.60	17.430	18.20	0.0452	0.3437	0.8231
5.527	11.00	17.430	18.00	0.0363	0.3998	0.6542
5.527	5.40	17.430	19.70	0.4399	2.3752	8.6651
5.527	6.00	17.430	21.40	0.1251	0.7504	2.6763
5.527	6.80	17.430	21.90	0.6455	4.3893	14.1362
5.527	7.00	17.430	21.20	0.0247	0.1729	0.5238
5.527	19.00	17.430	9.80	0.0129	0.2454	0.1266
5.527	15.00	17.430	17.70	0.0106	0.1583	0.1868
5.527	13.50	17.430	20.00	0.0239	0.3223	0.4775
5.527	13.70	17.430	20.80	0.0452	0.6199	0.9411
				5.209	28.792	90.799
			X (19), Y (19) =	5.527	17.431	

x	a	y	b	g (x, y)	ag (x,y)	bg (x,y)
5.527	1.90	17.431	3.00	0.0134	0.0255	0.0403
5.527	0.00	17.431	12.50	0.0135	0.0000	0.1688
5.527	4.20	17.431	8.00	0.1575	0.6615	1.2600
5.527	4.80	17.431	9.90	0.0925	0.4441	0.9160
5.527	11.50	17.431	11.80	0.0244	0.2802	0.2875
5.527	9.00	17.431	8.70	0.0532	0.4789	0.4630
5.527	6.30	17.431	13.00	0.4002	2.5213	5.2026
5.527	4.50	17.431	16.50	1.5149	6.8169	24.9953
5.527	6.30	17.431	18.00	0.1042	0.6564	1.8755
5.527	5.00	17.431	18.50	1.4261	7.1305	26.3928
5.527	7.60	17.431	18.20	0.0452	0.3438	0.8232
5.527	11.00	17.431	18.00	0.0363	0.3998	0.6543
5.527	5.40	17.431	19.70	0.4400	2.3760	8.6681
5.527	6.00	17.431	21.40	0.1251	0.7505	2.6769
5.527	6.80	17.431	21.90	0.6456	4.3901	14.1387
5.527	7.00	17.431	21.20	0.0247	0.1730	0.5239
5.527	19.00	17.431	9.80	0.0129	0.2454	0.1266
5.527	15.00	17.431	17.70	0.0106	0.1583	0.1868
5.527	13.50	17.431	20.00	0.0239	0.3223	0.4775
5.527	13.70	17.431	20.80	0.0452	0.6199	0.9412
				5.209	28.794	90.809
			X (20), Y (20) =	5.527	17.431	

4.0 DISTRIBUCION DE PLANTA.

En el presente capitulo se presenta la columna vertebral de este trabajo, que corresponde a tener una buena distribución del taller que optimice los recursos propios, así como una metodología de mantenimiento que asegure la realización y calidad de los trabajos efectuados.

4.1 ANALISIS.

El procedimiento de distribución de planta se evaluará siguiendo los siguientes pasos:

- Formulación del problema.
- Análisis del problema.
- Búsqueda de opciones de distribución de planta.
- Selección de una opción.
- Especificación de la distribución.

A continuación se describen con mayor detalle cada uno de estos pasos.

La formulación del problema es básicamente la relación existente entre:

- Mano de obra.
- Flujo de materiales.
- Secuencia de operaciones.
- Número de unidades.
- Tiempo de reparación.
- Almacenes.
- Utilización óptima de espacio.

Ya que el problema ha sido formulado, se procede al análisis de cada punto, tratando de ser lo más asudo posible a fin de que surjan todas las dudas o inconvenientes del mismo. Es importante llevar nota de cada punto con la finalidad de no olvidar nada y de no cometer errores.

Después de que se ha concluido con el análisis, se pueden generar opciones alternas de distribución, cada una con sus ventajas y desventajas; de las opciones se seleccionará alguna que será la que más se adapte a las necesidades, señalándose las especificaciones propias del taller.

Para encontrar el diseño de planta que optimice el mantenimiento y reparación de la maquinaria se seguirá el método de Richard Muther denominado "Planeación sistemática de distribución de plantas" (Systematic Layout Planning, SLP) utilizándose sus siglas en inglés.

Comparándolos con los pasos del procedimiento de distribución de planta, este método empieza después de que el problema ha sido formulado. La figura no. 4.1 muestra el procedimiento del SLP.

FIGURA NO. 1.1 PROCEDIMIENTO DEL SLP.

INFORMACION

11 DIAGRAMA :
: DE FLUJO :

12 DIAGRAMA :
: DE RELACION :

13 RELACION DE :
: ACTIVIDADES :

A
N
A
L
I
S
I
S

14 ESPACIO :
: NECESARIO :

15 ESPACIO :
: DISPONIBLE :

16 DIAGRAMA DE :
: RELACION DE ESPACIO :

A
L
I
E
R
N
A
T
I
V
A
S

17 CONSIDERACIONES :
: A MODIFICAR :

18 LIMITACIONES :
: PRACTICAS :

19 ALTERNATIVAS :

20 EVALUACION :

Los primeros cinco pasos del SLP involucran el análisis del problema; los siguientes cuatro pasos incluyen la generación de distribuciones alternas para una mejor evaluación y corresponde al paso diez la selección de la mejor alternativa.

Siguiendo al método SLP, en el figura no. 4.2 se muestra el diagrama de flujo. Hay que señalar que este diagrama presenta los dos objetivos principales que se desean lograr resolver con la instalación del taller, a saber: el mantenimiento preventivo y reparaciones mayores.

Por las características del problema, es necesario contemplar una distribución de planta por proceso debido a que:

- No se manejan grandes volúmenes de piezas.
- Existen una variedad de trabajos.
- Hay una mejor utilización de la maquinaria.
- Debe realizarse una menor inversión en maquinaria.

Como desventaja principal de este tipo de distribución se tiene que es necesario contar con mano de obra más especializada para la realización de los trabajos, porque el trabajo no es altamente repetitivo.

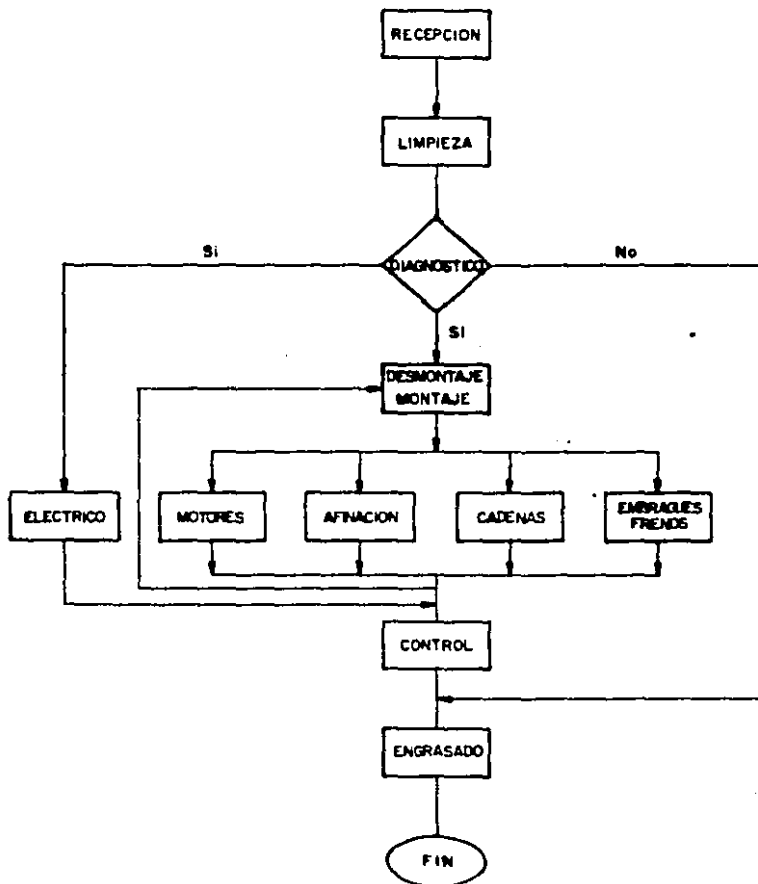


DIAGRAMA DE FLUJO

SANDRA BENITEZ RINCON

FECHA: FEB - 87

FIGURA No 4.2

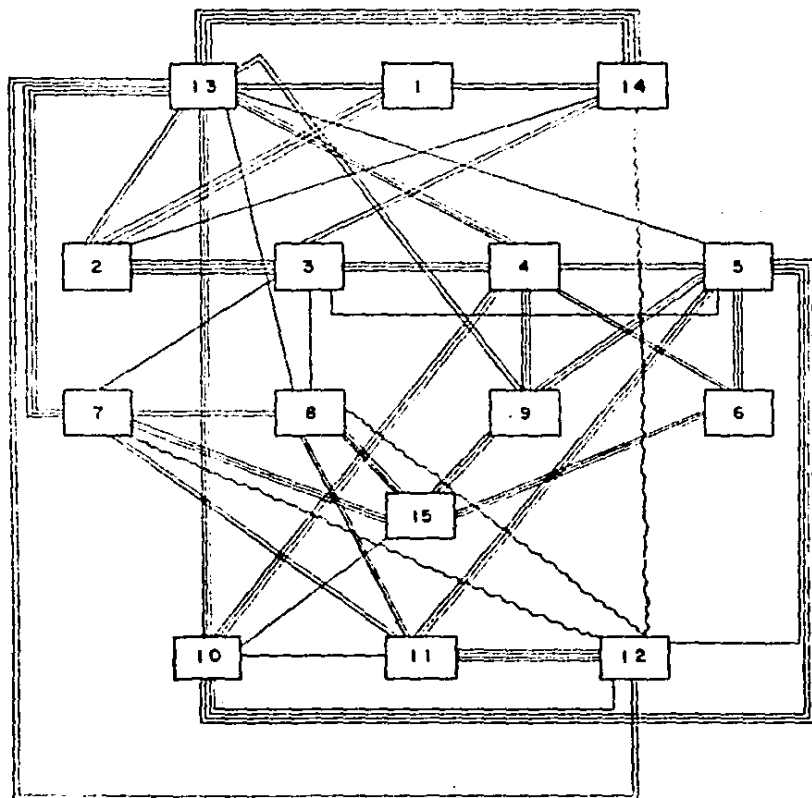
Otra consideración importante para poder realizar la distribución del taller, es elaborar el diagrama de relación de actividades, que sirve para visualizar la interconexión entre dos o más departamentos; para que posteriormente, analizando toda la información disponible se pueda obtener la mejor distribución del taller. Para la modificación de un taller en operación, los pasos a seguir serían los mismos aunque adicionando el diagrama DE-HACIA para el análisis de las distancias recorridas.

En el figura no. 4.3 se muestra el diagrama de relación de actividades, junto con la descripción de su significado. Por último, en base al análisis y conclusiones de la información anterior, se obtiene el diagrama de relación "óptimo", que se muestra en la figura no. 4.4.

No hay que olvidar que en términos generales, la magnitud del problema es tan grande, que la optimización ideal está fuera de los alcances de este trabajo, por lo que realmente se trata de encontrar una solución satisfactoria empleando una aproximación del problema.

4.2 CARTAS DE ENSAMBLE.

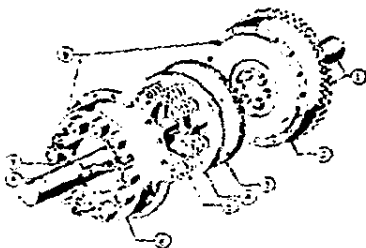
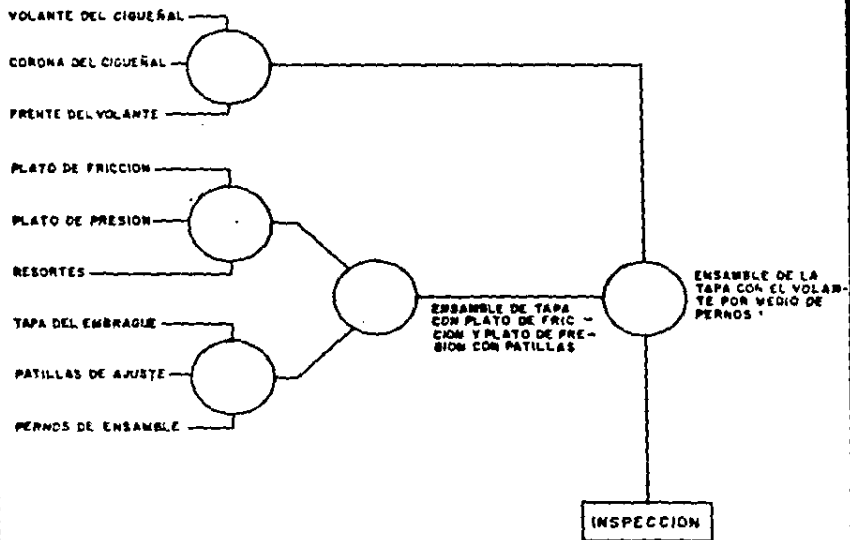
Con el objeto de que los trabajadores tengan una mejor visión del trabajo que van a desempeñar, es necesario contar

**DIAGRAMA DE RELACION****SANDRA BENITEZ RINCON**

FECHA: FEB - 87

FIGURA No 4.4

con cartas de ensamble de los componentes de la maquinaria y de ser posible, acompañarlos de dibujos para una mejor comprensión de la carta. Con esta forma de proceder, se le va creando al trabajador el hábito de expresarse en los términos correctos cuando hablen de componentes y de facilitar en un futuro la capacitación dentro de otras áreas. La figura no. 4.5 es un ejemplo de carta de ensamble, que muestra los componentes principales del eslaboneo.



CARTA DE ENSAMBLE	
COMPONENTES PRINCIPALES DEL EMBRAGUE	
SANDRA BENITEZ RINCON	
FECHA: FEB-87	FIGURA No. 45

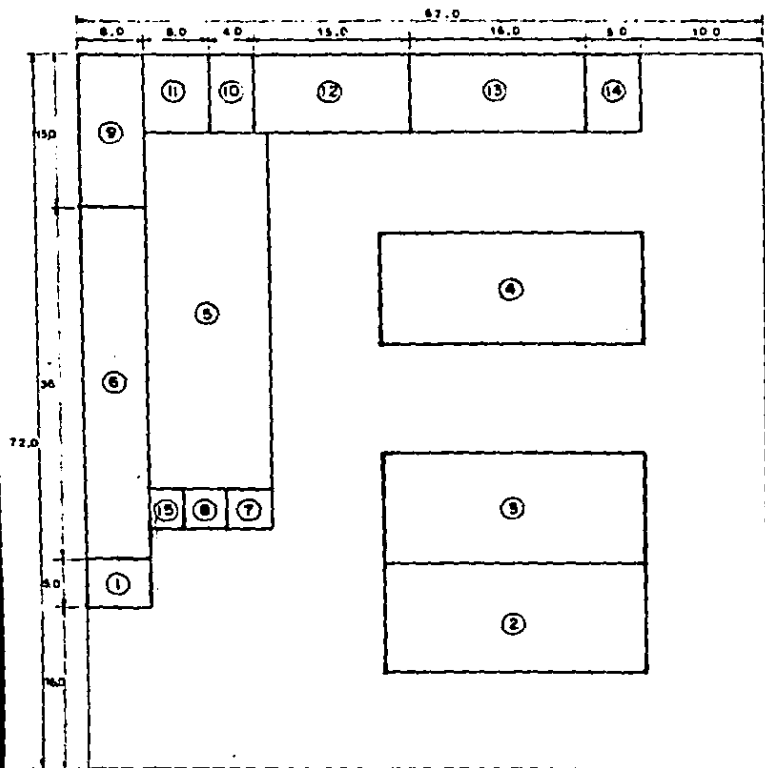
4.3 ANALISIS PARTICULARES.

Cada taller de mantenimiento, ya sea nuevo o modificado, tendrá su diseño particular, que dependerá principalmente de la carga de trabajo por departamento, del espacio y de las instalaciones necesarias que garanticen su funcionamiento.

4.4 DISTRIBUCION DEL TALLER.

En el figura no. 4.6 se muestra la distribución final que debe tener el taller. Esta distribución se ha podido obtener del análisis del diagrama de flujo, diagrama de relación de actividades, del mercado y del diagrama de relación. Aquí podemos observar que la idea original de "óptimo" se convierte en una aproximación por limitaciones propias del problema.

Por el tipo de maquinaria que se está considerando, es importante señalar que el área mayor corresponde a áreas libres que están destinadas para maniobrar.



1 RECEPCION

- | | |
|---------------|--------------------------|
| 2 LIMPIEZA | 9 CADENAS Y ORUGAS |
| 3 DIAGNOSTICO | 10 EMBRAGUES Y FRENS |
| 4 ENGRASADO | 11 PAILLERIA Y SOLDADURA |
| 5 MONTAJE | 12 PINTURA |
| 6 MOTORES | 13 ALMACEN |
| 7 AFINACION | 14 OFICINAS Y SANITARIOS |
| 8 ELECTRICO | 15 CONTROL |

DISTRIBUCION DEL
TALLER

SANDRA BENITEZ RINCON

ACOTACION
EN: MTS

FIGURA N.º 4.8

5.0 METODOLOGIA DE MANTENIMIENTO.

Si se considera la importancia en términos de productividad y eficiencia que tiene la intervención de la maquinaria en la agricultura, se puede comprender la razón del porque es necesaria una acción definitiva en la concientización del uso de la misma.

El alto rendimiento y la utilización económica de la técnica son posibles solo cuando la maquinaria se encuentra en buen estado. En la mayoría de los casos, los conjuntos agrícolas móviles trabajan en un medio terroso, que contribuye al desgaste anticipado de las piezas y de los mecanismos de la máquina. Debido a la diversidad de las condiciones del suelo, las resistencias traccional y de rodamiento de las máquinas y aperos cambia constantemente, por lo que las cargas que experimentan el motor, las piezas de la transmisión y el rodamiento son irregulares y esto los conduce al desgaste excesivo.

El trabajar con maquinaria defectuosa o en mal estado disminuye el rendimiento, baja la calidad de los trabajos, aumenta el gasto de combustibles y lubricantes y todos estos factores combinados, dan como consecuencia que los gastos de mantenimiento sean más altos que los encontrados cuando se trabaja con maquinaria en buenas condiciones.

5.1 DIAGNOSTICO.

Un punto muy importante para poder asignar el trabajo de mantenimiento en los distintos departamentos que conforman el taller, es conocer el estado técnico de funcionamiento de la maquinaria, es decir, efectuar un diagnóstico sin tener que realizar el desmontaje de los componentes, dado que en esta operación se pierde mucho tiempo y se pueden afectar los sellos y empaques. Por esto, los equipos deben desmontarse solo en caso extremo, cuando ya se han aplicado los métodos de comprobación del estado técnico y se han encontrado las fallas que justifiquen el desmontaje.

Para realizar el diagnóstico de la maquinaria se utiliza normalmente la siguiente rutina:

5.1.1 Comprobación del estado técnico de funcionamiento del motor.

En este punto es necesario efectuar las siguientes operaciones:

- Analizar los datos de trabajo del motor, es decir, el rendimiento y los gastos de combustible y aceite, tomando en cuenta las observaciones del operador sobre la potencia del motor y otros defectos.

- Escuchar y examinar el motor durante la puesta en marcha y calentamiento. Esto incluye la inspección exterior, la duración del arranque u los desperfectos, durante el arranque.
- Comprobar la marcha del motor en vacío por medio de los aparatos en el panel de instrumentos.
- Observar el funcionamiento del motor bajo carga: fijándose en la emisión de humos y la potencia del motor.
- Realizar las operaciones de comprobación de estado de combustible, compresión, regulador y sistema eléctrico.

5.1.2 Comprobación del estado técnico de funcionamiento de la transmisión y del sistema de dirección.

Los desperfectos más corrientes de la transmisión son:

- El desgaste excesivo del cojinete delantero del árbol primario.
- El desgaste de las estrias, de las ranuras de las estrias y de sus dientes, en su espesor.
- Estado de los engrajes de los cojinetes.

- Comprobación del embrague.

En cuanto a la comprobación del sistema de dirección, existen tres puntos importantes:

- Comprobación de la dirección.
- Comprobación de los frenos.
- Comprobación de la presión de las llantas.

5.1.3 Comprobación del sistema eléctrico.

La comprobación del sistema eléctrico se debe efectuar principalmente en las siguientes partes:

- Verificación del estado de la batería.
- Verificación del estado del generador.
- Comprobación del relé.
- Verificación de los circuitos eléctricos.

Cumpliendo con la rutina anterior y junto con las fichas técnicas de maquinaria que proporciona el fabricante, se puede conocer a que nivel de operación se encuentra la máquina que se diagnostica. En las páginas siguientes se muestran cinco fichas técnicas típicas de tractores y trilladoras.

F I C H A T E C N I C A No. 1
EQUIPO : TRACTOR.

LLANTAS

DELANTERO

RUEÑAS TRASERAS CON AJUSTE
DEL ANCHO DE TROCHA (P. AUT.)
7.50-18

TRASERO

18.4-15-34.

PESO Y DIMENSIONES

PESO TOTAL

4437 kg.

ALTURA AL VOLANTE

2.00 m.

ALTURA LIBRE AL SUELO

0.40 m.

DISTANCIA ENTRE EJES

2.77 m.

RADIO MINIMO DE GIRO (SIN TRENDE)

4.30 m.

EQUIPO NORMAL

DIRECCION HIDROSTATICA VOLANTE
CON AJUSTE INCLINABLE
TELESCOPICO, SALPICADURA TIPO
CUBIERTA PLANA, CON UN FARO,
INSTRUMENTOS CON SIMBOLOS
UNIVERSALES, ASIENTO SUSPENSIÓN
DE RESORTE. TRANSMISION
MULTI-POWER, EJE DE TOMA DE
FUERZA INDEPENDIENTE,
SINCRONIZADO AL MOTOR CON
EMBRAGUE MODULADOS
HIDRAULICAMENTE, FRENOS
HIDRAULICOS INDEPENDIENTES
TIPO DISCO FILTRO DE AIRE, TIPO
SECO TANQUES DEL COMBUSTIBLE DE
210 LITROS MONTADOS A CABALLETE
Y CON FILTRO EN LA SUCCION.
DISPOSITIVO DEL SEGURO DE PUESTA
EN MARCHA ALTERNADOR Y DOS
BATERIAS DE 12 VOLTIOS, BARRA
TIPO CAT. 2 FILTROS ALIMENTADOS
A PRESION, ELEMENTOS REEMPLAZABLES
AYUDA DE ARRANQUE POR ETC.

FICHA TECNICA NO. 2.
EQUIPO : TRILLADORAS.

CONCEPTO	ESPECIFICACION TECNICA MODELO 75 R CLASS
I.- MOTORES	DIESEL
TIPO	STD.
MARCA	PERKINS
MODELO	6.354
No. DE CILINDROS	6
POTENCIA	105 H.P.
CILINDRADA	580 CM. CUBICOS
RELACION DE COMPRESION	M/A
No DE REVOLUCIONES A PLENA CARGA	2280
PAIS DE ORIGEN	ALEMANIA
II.- TRANSMISION	
TIPO	STD.
No. DE VELOCIDADES	3 AVANCE) REV.
DIMENSIONES Y PESO	
LARGO (M.)	9.71
ANCHO (M.)	3.16
ALTURA (M.)	1.07
DISTANCIA ENTRE EJES (M.)	3.20
PESO EN KG. SIN CAREZAL (KG.)*	67395
PESO EN KG. COM TOLVA LLENA	90000
* MACHINAS CON LLANTAS NOMINALES	
IV.- RELACION PESO POTENCIA	
KG/H.P. TOLVA VACIA	60.90
KG/H.P. TOLVA LLENA	75.
V.- MECANISMO DE CORTE	
ANCHO DE CORTE (M.)	4.2
DIAMETRO DEL MOLINETE (M.)	1.20
DISTANCIA ENTRE NAVAJAS Y CILINDRO	
ALIMENTADOR (M.)	10.62
TRANSMISION	POR CARENA
VI.- MECANISMO DE TRILLA	
ANCHO DEL CILINDRO (M.)	1.25
DIAMETRO DEL CILINDRO (M.)	0.500
ANGULO DE TRILLA (GRADOS)	121
SUPERFICIE DE TRILLA (ORADOS CM.)	121/125
TIPO DE CONCAVO	BARRAS Y SEGMENTOS
No. DE BARRAS EN EL CONCAVO	13

F I C H A T E C N I C A N O. 2.
EQUIPO : TRILLADORAS..

VII.- MECANISMO DE SEPARACION Y LIMPIEZA

SUPERFICIE TOTAL DE SEPARACION DE GRANO (MTS. CUADRADOS)	5.50
No. DE SACA POLVOS	4
TOTAL DE ESCALONES	5
SUP. DE SACUDIDORES (MTS. CUADRAD.)	4.75
SUP. DE CHIRAS (MTS. CUADRAD.)	3.20
AREA TOT. DE LIMPIEZA (MTS. CUADRAD.)	3.20

VIII.- DIRECCION	HIDROSTATICA
TIPO DE CHARRQUE	MONO DISCO SECO
FRENOS	HIDRAULICO IND.
CADENA	NO
AIRE ACONDICIONADO	NO
CAPACIDAD DE TOLVA (LTS.)	3,000
TIEMPO DE DESCARGA (SEG.)	90
CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE (LTS.)	195
TRACCION TRASERA	NO
EJE TRASERO	FIJO

IX.- MECANISMO DE ORUGA	
PRESION DE LA MARIINA SOBRE SULLO CON TOLVA LLENA (KG./CM. CUADRAD.)	0.270
CON TOLVA VACIA	0.234
ACHO ZAPATAS (CM)	71
No. DE ZAPATAS	34
MATERIAL DE LA ZAPATA	ACERO DOBLADO EN FRIO
No. DE ROLLS DE PISO	6
RUEDAS BUTAS	ACERO FUNDIDO

FICHA TÉCNICA NO. 3.
EQUIPO: TRILLADORAS.

CONCEPTO

ESPECIFICACION
TÉCNICA
MODELO 75 K
CLASS

I.- MOTORES		DIESEL
TIPO		STD.
MARCA		PERKINS
MODELO		6.354
No. DE CILINDROS		4
POTENCIA		105 H.P.
CILINDRADA		580 CM. CUBICOS
RELACION DE COMPRESION		N/A
No DE REVOLUCIONES A PLENA CARGA		2280
PAIS DE ORIGEN		ALEMANIA
II.- TRANSMISION		
TIPO		STD.
No. DE VELOCIDADES		3 AVANCE 1 REV.
DIMENSIONES Y PESO		
LARGO	(M.)	8.71
ANCHO	(M.)	3.16
ALTURA	(M.)	4.07
DISTANCIA ENTRE EJES	(M.)	3.20
PESO EN KG. SIN CASEZAL	(KG.)	6.395
PESO EN KG. CON TOLVA LLENA		9.008
3 MAQUINAS CON LLAMINAS MUNITALES		
IV.- RELACION PESO POTENCIA		
KG/H.P. TOLVA VACIA		60.90
KG/H.P. TOLVA LLENA		75.
V.- MECANISMO DE CORTE		
ANCHO DE CORTE	(M.)	4.2
DIAMETRO DEL MOLINETE	(M.)	1.20
DISTANCIA ENTRE HAYAJAS Y CILINDRO		
ALIMENTADOR	(M.)	0.42
TRANSMISION		POR CADENA
VI.- MECANISMO DE TRILLA		
ANCHO DEL CILINDRO	(M.)	1.25
DIAMETRO DEL CILINDRO	(M.)	0.500
ANGULO DE TRILLA	(GRADOS)	121
SUPERFICIE DE TRILLA (BRADOS CM.)		121/125
TIPO DE CONCAVO		PARRAS Y SLOGLINTOS
No. DE PARRAS EN EL CONCAVO		13

FICHA TECNICA NO. 3.
EQUIPO : TRILLADORAS.

VII.- MECANISMO DE SEPARACION Y LIMPIEZA

SUPERFICIE TOTAL DE SEPARACION DE GRANO (MIS. CUADRADOS)	5.50
NO. DE SACOS POLVOS	4
TOTAL DE ESCALONES	5
SUP. DE SACUDIDORES (MIS. CUADRAD.)	4.75
SUP. DE CEJAS (MIS. CUADRAD.)	3.20
AREA TOT. DE LIMPIEZA (MIS. CUADRAD.)	3.20

VIII.-

DIRECCION	HIDRAUSTATICA
TIPO DE ENRRAGUE	MONO DISCO SUJO
FRENOS	HIDRAULICO IND.
CABINA	NO
AIRE ACONDICIONADO	NO
CAPACIDAD DE TOLVA (LTS.)	3.000
TIEMPO DE DESCARGA (SEG.)	90
CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE (LTS.)	195
TRACCION TRASERA	NO
EJE TRASERO	FIJO

IX.- MECANISMO DE DRUJA

PRESION DE LA MANDRINA SOBRE SUELO CON TOLVA LLENA (KG./CM. CUADRAD.)	0.270
CON TOLVA VACIA	0.234
ACHO ZAPATAS (CM)	71
NO. DE ZAPATAS	34
MATERIAL DE LA ZAPATA	ACERO DOBLADO EN FRIJO
NO. DE FOLDS DE PISO	6
RUELOS GUIAS	ACERO FUNDIDO

F I C H A T E C N I C A N O. 4.
EQUIPO : TRILLADORAS.

C O N C E P T O	E S P E C I F I C A C I O N T E C N I C A M O D E L O 3 B R C L A S S
I.- MOTORES TIPO MARCA MODELO No. DE CILINDROS POTENCIA CILINDRADA RELACION DE COMPRESION No DE REVOLUCIONES A PLENA CARGA PAIS DE ORIGEN	DIESEL STD. PERKINS 6.35A 6 100 H.P. 500 CM. CUBICOS N/A 2400 ALEMANIA
II.- TRANSMISION TIPO No. DE VELOCIDADES DIMENSIONES Y PESO LARGO (M.) ANCHO (M.) ALTURA (M.) DISTANCIA ENTRE EJES (M.) PESO EN KG. SIN CAREZAS. (KG.) PESO EN KG. CON TOLVA LLENA	STD. 3 AVANCE 1 REV. 8.73 2.80 3.48 3.37 6.300 8.300
* MAQUINAS CON LLANTAS NOMINALES	
IV.- RELACION PESO POTENCIA KG/H.P. TOLVA VACIA KG/H.P. TOLVA LLENA	63.00 75.
V.- MECANISMO DE CORTE ANCHO DE CORTE (M.) DIAMETRO DEL MOLINETE (M.) DISTANCIA ENTRE NAVAJAS Y CILINDRO ALIMENTADOR (M.) TRANSMISION	4.2 N/A 0.62 POR COPREA
VI.- MECANISMO DE TRILLA ANCHO DEL CILINDRO (M.) DIAMETRO DEL CILINDRO (M.) ANGULO DE TRILLA (GRADOS) SUPERFICIE DE TRILLA (GRADOS CM.) TIPO DE CONCAVO	1.06 0.450 117 N/A BARRAS Y SEGMENTOS DENTADOS
No. DE BARRAS EN EL CONCAVO	13

F I C H A T E C N I C A N O . 4 .
EQUIPO : TRILLADORAS.

VII.- MECANISMO DE SEPARACION Y LIMPIEZA

SUPERFICIE TOTAL DE SEPARACION DE GRANO (MTS. CUADRADOS)	4.60
NO. DE SACO POLVOR	4
TOTAL DE ESCALONES	4
SUP. DE SACUDIDORES (MTS. CUADRAD.)	4.15
SUP. DE CRIBAS (MTS. CUADRAD.)	N/A
AREA TOT. DE LIMPIEZA (MTS. CUADRAD.)	3'

VIII.-

DIRECCION	HIROSTATICA
TIPO DE EMBRAGUE	MONO DISCO EN SECC
FRENOS	HIraulico INT.
CABINA	NO
AIRE ACONDICIONADO	NO
CAPACIDAD DE TOLVA (LTS.)	3+200
TIEMPO DE DESCARGA (SEG.)	60
CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE (LTS.)	200
TRACCION TRASERA	NO
EJE TRASERO	FIJO

IX.-

MECANISMO DE ORUGA	
PRESION DE LA MANUINA SOBRE SUELO CON TOLVA LLENA (KG./CM. CUADRAD.)	0.300
CON TOLVA VACIA	0.220
ACHO ZAPATAS (CM)	70
NO. DE ZAPATAS	N/A
MATERIAL DE LA ZAPATA	N/A
NO. DE ROLES DE FISO	6
RUELAS GUIAS	N/A

FICHA TÉCNICA NO. 5.
EQUIPO: TRILLADORAS.

CONCEPTO	ESPECIFICACION TÉCNICA MODELO 935 R JOHN DEERE
I.- MOTORES	DIESEL
TIPO	TURBO CARGADO
MARCA	JOHN DEERE
MODELO	6359T203
No. DE CILINDROS	6
POTENCIA	130 H.P.
CILINDRADA	5083 CM. CUBICOS
RELACION DE COMPRESION	16.8:1
NO. DE REVOLUCIONES A PLENA CARGA	2500
PAIS DE ORIGEN	ALEMANIA
II.- TRANSMISION	
TIPO	STD.
No. DE VELOCIDADES	4 (AVANCE 1 REV.)
DIMENSIONES Y PESO	
LARGO (M.)	3.62
ANCHO (M.)	2.69
ALTURA (M.)	3.95
DISTANCIA ENTRE EJES (M.)	3.72
PESO EN KG. SIN CABEZAL (KG.)	6,500
PESO EN KG. CON TOLVA LLENA	9,500
3 MAQUINAS CON LLANTAS NOMINALES	
IV.- RELACION PESO POTENCIA	
KG/H.P. TOLVA VACIA	47.10
KG/H.P. TOLVA LLENA	68.84
V.- MECANISMO DE CORTE	
ANCHO DE CORTE (M.)	4.85
DIAMETRO DEL MOLINETE (M.)	1.10
DISTANCIA ENTRE HOJAS Y CILINDRO	
ALIMENTADOR (M.)	0.45
TRANSMISION	POR CORREA
VI.- MECANISMO DE TRILLA	
ANCHO DEL CILINDRO (M.)	1.04
DIAMETRO DEL CILINDRO (M.)	0.510
ANGULO DE TRILLA (GRADOS)	104
SUPLICIE DE TRILLA (GRADOS CM.)	104/104
TIPO DE CONCAVO	BARRAS Y PICOS
No. DE BARRAS EN EL CONCAVO	14

F I C H A T E C N I C A N O. 5.
EQUIPO : TRILLADORAS.

VII.- MECANISMO DE SEPARACION Y LIMPIEZA

SUPERFICIE TOTAL DE SEPARACION DE GRANO (MIS. CUADRADOS)	3.0
NO. DE SACAS POLVOS	4
TOTAL DE ESCALONES	3
SUP. DE SACADIDORES (MIS. CUADRAD.)	3.77
SUP. DE CRINAS (MIS. CUADRAD.)	3.63
AREA TOT. DE LIMPIEZA (MIS. CUADRAD.)	3.60

VIII.-

DIRECCION	HIDROSTATICA
TIPO DE EMPUJUE	MONO DISCO EN SECO
FRENOS	HIDRAULICO IND.
CABINA	OPCIONAL
AIRE ACONDICIONADO	OPCIONAL
CAPACIDAD DE TOLVA (LTS.)	3,900
TIEMPO DE DESCARGA (SEG.)	72
CAPACIDAD TANQUE COMBUSTIBLE (LTS.)	300
TRACCION TRASERA	NO
EJE TRASERO	FIJO

IX.-

MECANISMO DE DRUGA	
PRESSION DE LA MAQUINA SOBRE SULLO CON TOLVA LLENA (KG./CM. CUADRAD.)	0.348
CON TOLVA VACIA	N/A
ACIHO ZAPATAS (CM)	70
NO. DE ZAPATAS	35
MATERIAL DE LA ZAPATA	HIERRO DULCE FORJADO
	EN CALIENTE
NO. DE ROLES DE PISO	6
RUEDAS GUIAS	ACERO FUNDIDO

5.2 MANTENIMIENTO Y REPARACION.

Para poder efectuar el trabajo de mantenimiento y reparación, es necesario seguir un sistema o método al igual que el que se sigue para efectuar el diagnóstico.

El sistema de mantenimiento y reparación de la maquinaria se compone de tres grandes rubros:

- Mantenimiento planificado.
- Reparaciones.
- Pruebas de rodaje.

Estos tres grandes rubros se explicarán a continuación con más detenimiento.

5.2.1 Mantenimiento planificado.

El mantenimiento planificado se subdivide en el mantenimiento por turno o Jornada de trabajo y el mantenimiento periódico.

El mantenimiento por turno o Jornada de trabajo es aquel que se le da a la maquinaria al iniciar un turno o Jornada de trabajo. En el mantenimiento por turno o Jornada de trabajo no interviene previamente personal del taller; sino que debe

ser efectuado por los operarios de la maquinaria.

Para facilitar y recordar esta tarea, se anexará una tarjeta a cada máquina reparada, que contenga los principales puntos de mantenimiento por turno o jornada de trabajo, con la finalidad de que los operarios lo vayan realizando y llevando el control y que de esta forma tengan presente el servicio que dan a la maquinaria. En la figura no. 5.1 se muestra un ejemplo de una tarjeta de control.

El mantenimiento periódico se efectúa en base al tiempo de trabajo, medido en horas/motor, existiendo los siguientes tipos:

- M-1 Cada 60 horas.
- M-2 Cada 240 horas.
- M-3 Cada 960 horas.

De esta forma, el diagnóstico podrá indicar el tipo de mantenimiento que se dará a cada máquina, ayudando de esta manera, tanto a la asignación de trabajos como a la estimación de costos de reparación.

FIG. 5) HOJA DE VERIFICACION DIARIA

SEMANA :

PARA MANEJOS EN BUEN ESTADO LA MAQUINARIA
VERIFIQUE DIARIAMENTE LOS PUNTOS
ANEXO DESCRITOS.

NO.	VERIFICACIONES	LIMES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO
1.-	COMPROBENSE DE LA AUSENCIA DE RUIDOS Y OXALOS EXTRANJOS.						
2.-	COMPROBAR LOS APARATOS DE CONTROL: LUCES, BOCINA Y MECANISMOS DE MANEJO.						
3.-	LIMPIAR LA MAQUINARIA DE POLVO Y BARRO.						
4.-	CERCIOBRARSE DE LA AUSENCIA DE BOTEOS DE GASOLINA, ACEITE, AGUA.						
5.-	REVISAR EL NIVEL DE ACEITE Y AGUA.						
6.-	REVISAR LA PRESION DE LAS LLANTAS.						
7.-	CERCIOBRARSE DEL NIVEL DE ELECTROLITO EN LA BATERIA.						
8.-	DESPUES DEL TRABAJO OBSERVAR EL COLOR DE LOS GASES DE ESCAPE.						

EN CASO DE ENCONTRAR CUALQUIER
DEFECTO UTILICE ESTE
ESPACIO PARA REGISTRARLO.

Como ejemplo del trabajo que se debería realizar en el mantenimiento periódico M-1, se muestra la figura no. 5.2.

FIGURA No. 5.2	
OPERACIONES A SEGUIR PARA EL MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA MANTENIMIENTO PERIODICO M-1	
1.-	COMPROBAR EL NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR Y DEL SISTEMA HIDRAULICO
2.-	ENGRASADO TOTAL DE LA MAQUINARIA
3.-	LIMPIAR LOS ORIFICIOS Y RENDIJAS DE LAS REJILLAS, DE TOMA DE AIRE, LOS TUBOS DE AIRE, Y COMPROBAR SU HERMETICIDAD
4.-	REVISAR LA TENSION DE LAS CORREAS DEL VENTILADOR
5.-	REVISAR EL ESTADO DE LOS BORNES Y EL ELECTROLITO DEL ACUMULADOR, ASI COMO REVISAR SI EL ACUMULADOR ESTA BIEN SUJETO
6.-	LIMPIAR, LAVAR O CAMBIAR EL FILTRO DEL ACEITE
7.-	COMPROBAR LA PRESION DEL AIRE EN LOS NEUMATICOS
8.-	LIMPIAR EL ACEITE QUE SE ACUMULO EN LAS SECCIONES DE LOS MECANISMOS DE VIRAJE

5.2.2. Reparaciones.

Las reparaciones consisten en eliminar los desperfectos encontrados en el diagnóstico y poner la maquinaria en óptimas condiciones de trabajo. Las reparaciones se pueden dividir en:

- Reparaciones pequeñas: que comprenden los trabajos destinados a liquidar los desperfectos técnicos casuales que surgen en el proceso de explotación.

- **Reparaciones medianas:** son aquellas en las que por lo menos uno de los conjuntos principales de la maquinaria se desmonta y se repara realizando todos los trabajos de ajuste.
- **Reparación en general:** es aquella en la que se restablece completamente la capacidad de trabajo de la máquina, observando las condiciones técnicas de la maquinaria.

5.3.3 Pruebas de rodaje.

Las superficies de cualquier pieza nueva o reparada tienen micro y macroirregularidades. Si dos superficies con estas características se ponen a trabajar inmediatamente a plena carga, puede producirse un desgaste rápido y a veces una avería. Para evitar estos problemas es necesario hacer pruebas de rodaje.

Las pruebas de rodaje consisten en un proceso de ajuste donde la máquina se va cargando paulatinamente hasta llegar a su carga máxima. Con este procedimiento, se pretende extender el periodo de vida útil de las piezas y de la maquinaria en general. La figura no. 5.3 muestra el comportamiento de una pieza nueva a lo largo del tiempo.

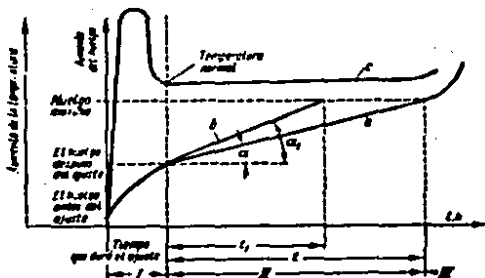


FIGURA NO. 5.3 COMPORTAMIENTO DE PIEZAS TEMP. Y TIEMPO

5.3 MANTENIMIENTO EN CAMPO.

En este punto se propone que para darle mantenimiento a la maquinaria, no es necesario que ésta se encuentre dentro del taller. Una forma alterna de optimizar el servicio, es formando brigadas o equipos de mantenimiento e ir a dar el servicio en campo. Es necesario saber que para poder realizar este tipo de trabajo, se deben conocer una serie de datos generales como son: el tipo de maquinaria, modelo, cuando fue su última revisión y cual es el defecto que tiene. Todas estas preguntas son necesarias para poder llevar al campo, el equipo y materiales necesarios, reduciendo el tiempo de realización de la tarea. Como última recomendación para la aceptación de estos trabajos:

es importante delimitar la zona en la cual se puede ofrecer el servicio, ya que se debe recordar que los costos se incrementan en función de la distancia recorrida.

5.4 ASIGNACION DE TRABAJOS.

Desde 1900 el incremento de personal para trabajos indirectos y generales ha sido mayor que el de mano de obra directa.

El rápido crecimiento del número de personas de oficinas, mantenimiento y de otros servicios de clasificación de indirectos y generales se debe a varias razones. En primer lugar, a la mayor mecanización de la industria y la automatización de los procesos; asimismo, a los cambios en el diseño y construcción de máquinas y controles.

Es usual hallar que la fuerza de trabajo está productivamente ocupada solo de un 50 a un 60% del tiempo disponible. Las siguientes razones son responsables de una gran parte del tiempo perdido durante el día de trabajo:

- Tiempo perdido por comunicación inadecuada.
- Tiempo perdido por falta de disponibilidad de piezas, herramientas o equipos.

- Tiempo perdido por exceso de personal en las cuadrillas.
- Tiempo perdido porque el trabajo resulta insatisfactorio y se tiene que rehacer.
- Tiempo perdido porque el empleado tiene que esperar instrucciones para iniciar el siguiente trabajo.

5.4.1 Clasificación de los trabajos.

Todo trabajo indirecto o general se puede clasificar como una combinación de cuatro partes o divisiones, que son:

- 1) Trabajo directo.
- 2) Transporte.
- 3) Trabajo indirecto.
- 4) Trabajo innecesario y demoras.

El trabajo directo es el segmento de la operación que hace avanzar sensiblemente el trabajo. El trabajo directo se puede medir usando las técnicas comunes de estudios de tiempos con cronómetro, datos estándares o datos de tiempos predeterminados.

El transporte o traslado se refiere al trabajo realizado en movimientos durante el curso de las operaciones o de trabajo

a trabajo. Los elementos típicos de transporte son: subir y bajar escaleras; viajar en ascensor; caminar; llevar cosas; empujar carros o carretillas y trasladarse en vehículos de motor.

Como regla general, la parte indirecta del trabajo no se puede evaluar por evidencias físicas en el trabajo terminado. Los elementos de trabajo indirecto se pueden separar en tres divisiones: a) Uso y cuidado de herramientas; b) Aplicación y desecho de materiales y c) Determinación de planes de trabajo. De estos tres elementos, el último representa el área más difícil para establecer estándares. Se tienen otros elementos tales como consultar con el supervisor; planear procedimientos de trabajo; inspección; verificación y pruebas. Las técnicas de muestreo de trabajo dan una base para evaluar estos tiempos.

El trabajo innecesario y las demoras representan la parte del ciclo que se debe eliminar a través de la planeación y la mejora de métodos. Es usual hallar que la actividad innecesaria y los retrasos representan hasta 40% del costo en nómina del trabajo indirecto y general.

Una gran proporción de los tiempos de demora que se tienen en este tipo de trabajos se deben a las líneas de espera o

colas.

La teoría de colas tiene por objeto formular modelos matemáticos que describan el comportamiento de un sistema de espera; en este caso, se empleará para la determinación de la cola que se tiene en las reparaciones y mantenimiento de los equipos, para tener bases en el momento de tomar decisiones sobre las características del modelo y poder proporcionar el servicio deseado al menor costo en un futuro.

5.4.2 Determinación de los estándares de mantenimiento.

Para la determinación de los estándares de mantenimiento preventivo, que están clasificados como trabajos indirectos o generales, se debe realizar un estudio de tiempos. Los medios para establecerlos son los mismos que los empleados para trabajo directo, solo que los trabajos indirectos están afectados en mayor medida por las demoras y las interferencias mismas del trabajo.

Para ejemplificar cómo se pueden ir obteniendo los estándares de mantenimiento, emplearemos el sistema de normas de tiempo predeterminados (NTPD). El pionero de la clasificación de movimientos fue Frank B. Gilbreth, cuyas subdivisiones de los movimientos fueron el concepto clave

para hacer progresar el estudio de movimientos.

Durante la segunda guerra mundial y la posguerra, se inventaron sistemas NTPD de distintas clases, entre ellos destaca el de Medición de Tiempos - Método (MTM). El sistema MTM fue ideado por tres especialistas de la Westinghouse Electric Co.: H.R. Maunard, J.L. Schwarz y G.J. Stegemerten. En 1965 se simplificó con el nombre de MTM-2 con datos menos exactos pero su empleo fue más económico. Los sistemas MTM expresan el tiempo en unidades de medida del tiempo "tau" (Time Measurement Unit) con sus siglas en inglés que representan 1/100,000 de hora o 1/28 de segundos, cuadros nos. 1 y 2.

CUADRO NO. 5.1 SIMBOLOGIA SISTEMA MTM-2.

CATEGORIA	SIMBOLO
RECOGER	GA GB GC
PONER	PA PB PC
REASIR	R
APLICAR PRESION	A
EMPLEAR LOS OJOS	E
MOVER EL PIE	F
DAR UN PASO	S
INCLINARSE Y LEVANTARSE	B
FACTORES DE PESO	GW PW C
HACER GIRAR	C

CUADRO NO. 5.2 TARJETA DE DATOS DEL SISTEMA MTM-2.

Distancia en cm.	Tiempo en tau					
	GA	GB	GC	PA	PB	PC
- 5	3	7	14	3	10	21
-15	6	10	19	6	15	26
-30	9	14	23	11	19	30
-45	13	18	27	15	24	34
-80	17	23	32	20	30	41

GW:1 por 1kg.				PW:			
A	R	E	C	S	F	B	
14	6	7	15	18	9	61	

A continuación se muestra un ejemplo de lo que puede ser el montaje de una tuerca y arandela descomponiendolo en sus elementos.

ELEMENTO	tau	SIMBOLO	DESCRIPCION
Montar arandela	23	GC30	arandela
	30	PC30	hacia perno
	3	PAS	en perno
Montar tuerca y enfrosar a mano	10	GB15	tuerca
	24	PC15	hacia perno
	6	2PAS	en filo
	42	6GB51	> enfrosar tuerca
18	6PAS1		

Apretar tuerca	23	GR30	llave
con llave inglesa	30	PC30	hacia tuerca
	6	PA15	entrosar tuerca
	14	A	apretar

TOTAL	231		

El tiempo total en realizar esta operación: es de 8.25 segundos.

De esta manera se podrían ir obteniendo todos los tiempos para cada una de las operaciones. Esta forma de proceder permite ir haciendo modificaciones al método de trabajo pues permite ir eliminando de manera sencilla aquellas operaciones que ya no fueran necesarias.

5.4.3 Estructura básica de los modelos de líneas de espera.

El proceso básico que se supone en la mayor parte de los modelos de líneas de espera es el siguiente: en una fuente de llegadas se originan unidades o clientes que requieren servicio y acuden al sistema; en caso de estar el (los) servidor (es) ocupado (s); el cliente se une a una cola. Se selecciona uno de los miembros de la cola mediante la regla conocida como disciplina en el servicio. Se le atiende por medio del mecanismo de servicio y finalmente el cliente sale del sistema. En la figura no. 5.4 se ilustra este proceso.

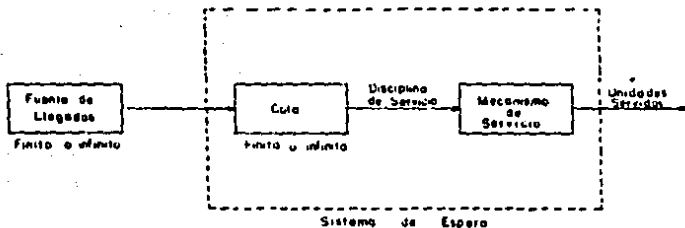


FIGURA NO. 5.4

Debe reconocerse que la teoría de colas no es posible aplicarla en todas las áreas del taller debido a que existen tiempos medios de servicio muy altos y que la estimación del tiempo estándar se podría establecer directamente. Por otra parte, el empleo de la teoría de colas resulta benéfico para mejorar posteriormente el método de trabajo en lo que respecta a mantenimiento preventivo.

Con la finalidad de mostrar un ejemplo de la aplicación de la teoría de colas, en la tabla no. 5.1 se presentan algunos tiempos medios de servicio de actividades del taller de mantenimiento, para poder posteriormente calcular el tiempo estándar por actividad.

TABLA NO. 5.1 TIEMPOS MEDIO DE SERVICIO

ACTIVIDAD	TIEMPO MEDIO
Recepción	10 minutos
Lavado	15 " "
Diagnostico	45 " "
Cambio de Aceite y Filtros	60 " "
Ajuste de Carrocería	80 " "
Inspección y Pruebas	40 " "

Los siguientes ejemplos ilustran una aplicación de la teoría de colas.

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{\infty} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s} = \frac{1}{1 + \frac{\lambda}{\mu}}$$

$$L_0 = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \rho}{s(1-\rho)}$$

$$L = L_0 + \frac{\lambda}{\mu}$$

$$W_0 = \frac{L_0}{\lambda}$$

$$W = W_0 + \frac{1}{\mu}$$

donde

- P_0 = Probabilidad de que el sistema se encuentre vacío
- s = número de canales de servicio
- λ = tasa media de llamadas cuando hay n unidades en el sistema
- μ = tasa media de servicio cuando hay n unidades en el sistema
- L_0 = longitud esperada en la cola
- L = longitud de la línea
- W_0 = tiempo de espera en la cola
- W = tiempo de espera en el sistema

Las figuras nos. 5.5 y 5.6 muestran cómo cambian P_0 y L con ρ para diversos valores de s , obteniendo rápidamente su valor sin sustituir en las ecuaciones.

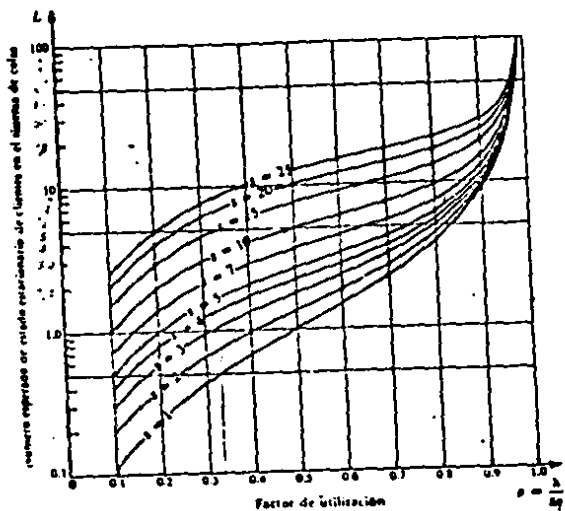


FIGURA No. 5.5

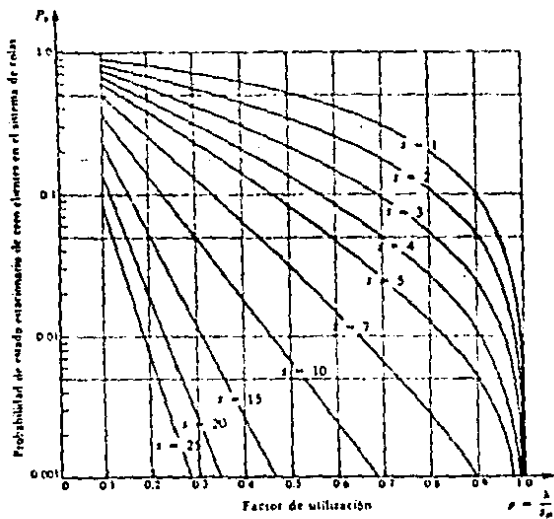


FIGURA No. 5.6

Suponiendo que se tiene interés en conocer la eficiencia con la que está trabajando el departamento de recepción, se presenta el siguiente ejemplo. Se tienen tres canales de servicio en el taller, llegan al taller 8 máquinas por hora y la tasa media de servicio cuando hay n unidades en el sistema es de 6 máquinas por hora.

$$s = 3 \text{ canales de servicio}$$

$$\lambda = 8 \text{ máquinas/hora}$$

$$\mu = 6 \text{ máquinas/hora}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} = \frac{8}{6 \times 3} = \frac{8}{18} = 0.44$$

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(8)^n}{n!} + \frac{8}{3!} \left[\frac{1}{1 - \frac{8}{18}} \right]}$$

$$P_0 = \frac{1}{\frac{8}{12} + \frac{8}{6} + \frac{8}{6} + \frac{512}{1296} + \frac{18}{10}} = \frac{1}{3.33 + .711} = 0.247$$

$$L_0 = \frac{.25}{6} + \frac{512}{216} + \frac{.444}{(1 - .444)} + \frac{56.832}{400.64} = 0.1418$$

$$L = .1418 + 1.33 = 1.471 \text{ máquinas}$$

$$M_a = \frac{.1418}{8} = 0.0177 \text{ hr.} = 1.06 \text{ min.}$$

$$W = .0177 + \frac{1}{6} = 0.184 \text{ hr} = 11.06 \text{ min.}$$

Lo que indica que el cliente es atendido de una manera eficiente, porque (W_0), que es el tiempo de espera en la cola, es de un minuto. Si se proporcionara otro canal de servicio, el mejoramiento del sistema es mínimo; sin embargo, el costo por tener otro empleado en recepción sería alto. Para mostrar lo arriba escrito se muestra el mismo ejemplo pero con cuatro canales de servicio.

$s = 4$ canales de servicio

$\lambda = 8$ máquinas/hora

$\mu = 6$ máquinas/hora

$$\rho = \frac{\lambda}{s\mu} = \frac{8}{6 \times 4} = \frac{8}{24} = 0.333$$

$$P_0 = 0.18$$

$l = 1.5$ máquinas

$$L_q = \frac{0.18}{24} \times \frac{512}{216} \times \frac{0.333}{(1 - .333)} = \frac{30.68}{3421.4} = 0.0089$$

$$W_q = \frac{0.0089}{6} = 0.0011 \text{ hr.} = 0.066 \text{ min.}$$

$$W = 0.0011 + \frac{1}{6} = 0.1677 \text{ hr.} = 10.06 \text{ min.}$$

De esta manera, se podrían ir obteniendo los tiempos estándar para otras operaciones y poder programar la carga

de trabajo en todas las áreas.

Esta manera de proceder deja sentada una referencia de comparación para mejorar los tiempos de mantenimiento, métodos de trabajo y una mejor dirección de los recursos humanos, que repercuten en un menor costo de operación del taller.

6.0 INGENIERIA BASICA.

Con el propósito de definir los requerimientos para diseño del taller, se debe conocer un poco de los siguientes puntos:

- Carga de trabajo.
- Areas necesarias.
- Equipo necesario en cada área.

6.1 CARGA DE TRABAJO.

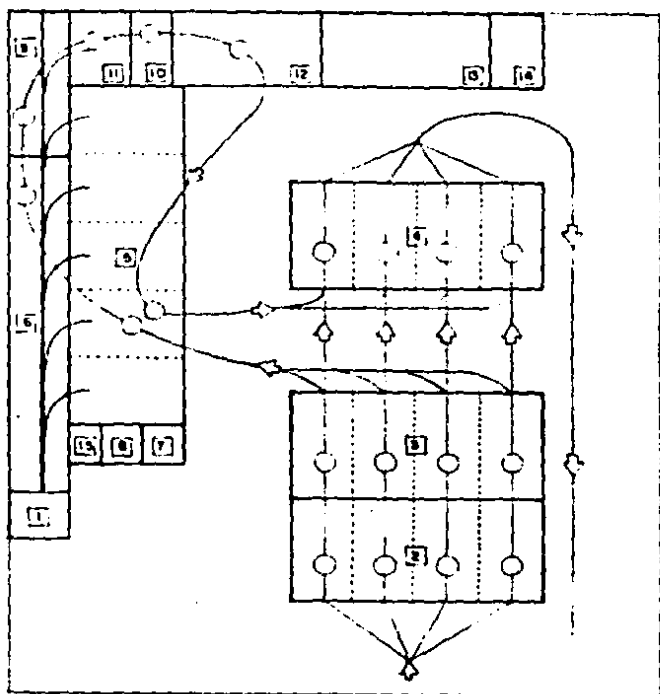
A partir de la información de mercado, se puede estimar que se podría dar servicio al 35% del total de la maquinaria sin considerar que los servicios por lubricación son mensuales y que se realizan con mayor frecuencia. Además, es importante recordar que anualmente existe un incremento de maquinaria por el impulso a la agricultura que está otorgando el gobierno en esta zona, adicionando que existe maquinaria particular que no ha sido considerada por no estar disponible esa información.

En una estimación general se puede suponer que se realizarán un total de 630 reparaciones que se refieren al cambio de piezas en mal estado, reparaciones del sistema eléctrico, ajustes generales, frenos, etc.

6.2 AREAS NECESARIAS.

La figura no. 6.1 muestra el cursograma del taller donde está implícita la distribución del taller, asimismo se esquematiza el recorrido que tendrá el polipasto con derivaciones y la correspondencia de los números de la figura y los departamentos con los que cuenta el taller de mantenimiento. Las funciones de los departamentos se describieron en el capítulo dos.

- 1 - Recepción.
- 2 - Limpieza.
- 3 - Diagnóstico.
- 4 - Engrasado.
- 5 - Desmontaje y Montaje.
- 6 - Motores.
- 7 - Afinación y sistemas hidráulicos.
- 8 - Eléctrico.
- 9 - Cadenas y arces.
- 10 - Embragues y frenos.
- 11 - Pailería y soldadura.
- 12 - Pintura.
- 13 - Almacén.
- 14 - Sanitarios.
- 15 - Control.



CURSograma

SANDRA BENÍEZ RINCON

FECHA

FEB-87

FIGURA No. 5.1

4.3 EQUIPO NECESARIO EN CADA AREA.

De acuerdo a los trabajos especificos que se desarrollarán en cada departamento y que se han detallado en el capitulo dos, se describe a continuación el equipo requerido en cada uno de ellos.

RECEPCION.

El departamento de recepción es un área administrativa y se ha considerado un área de 30 m². Como recepción es un área administrativa, el equipo que necesita es de oficina.

LIMPIEZA.

Para el departamento de limpieza se tienen 264 m², capaces de atender cuatro máquinas en forma simultánea; el área de cada cajón de trabajo será de 66 m². El equipo necesario para este departamento es el siguiente:

- Máquina para lavado a presión.
- Gabinetes.
- Tolve de basura.
- Cisterna para máquina de lavado.
- Trincheras para drenaje.

DIAGNOSTICO.

Este departamento tiene un área de 264 m². Aquí es donde se realizará el diagnóstico completo para comprobar el estado que guarda la maquinaria. Este departamento deberá contar con las especificaciones técnicas de maquinaria a fin de tener un parámetro de comparación. El equipo necesario es:

- Lámpara de tiempo.
- Estetoscopio.
- Dinamómetro.
- Gabinetes.
- Mesas de trabajo.
- Gato patín.

ENGRASADO.

Este departamento, al igual que los dos anteriores tiene un área de 264 m². Como tiene la mayor necesidad de lubricantes, grasas, aditivos, etc. se encuentra próximo al almacén, para disminuir distancias. El equipo necesario para esta instalación es el siguiente:

- Máquina para lavado a presión.
- Máquinas para engrasado.
- Cisterna para máquinas de lavado.

- Gabinetes.
- Tolvas de basura.
- Tolva de aceite sucio.

DESARMADO Y MONTAJE.

Como su nombre lo indica, en este departamento se armarán y desarmarán los componentes de la maquinaria. Asimismo podrá ser el lugar de trabajo para reparaciones menores, ya sean eléctricas o mecánicas. Se consideró un área de 385 m². con una capacidad de cinco espacios para maquinaria, siendo cada espacio de 77 m². de área cada uno; dentro del espacio se ha considerado el área necesaria para maniobras.

MOTORES.

El departamento de motores es el que cuenta con la mayor cantidad de equipo y tiene estimada un área de 216 m². Debemos recordar que a esta área llegan partes y componentes de la maquinaria siendo más fácil su manejo y que por esta razón es más pequeño que el departamento de desarmado. Este departamento deberá contar con un polipasto con derivaciones a los departamentos de desarmado, pintura y cadenas. El equipo necesario es:

- Máquina para lavado de motores.

- Máquina para limpieza de partes por abrasivos.
- Equipo de inspección por partículas magnéticas.
- Calentador para desmontar pernos de pistones.
- Prensa para ensamble de pernos.
- Medidor de precisión para diámetro de bielas.
- Tornillo de banco.
- Mesas de trabajo.
- Torno horizontal.
- Fresadora horizontal.
- Rectificadora de cabezas de motores.
- Rectificadora de cisueñal.
- Rectificadora de cilindros.
- Rectificadora de válvulas.
- Rectificadora y careadora de bielas.
- Rectificador portátil de cilindros.
- Prensa.
- Taladro de banco.
- Esmeril de banco.
- Sedueta mecánica.
- Carros con rodajas.
- Gabinetes.
- Tolva de desperdicio.
- Polipasto.

AFINACION Y SISTEMAS HIDRAULICOS.

Para este departamento se ha determinado un Area de 16 m2, que es muy pequeña debido a que el personal se encontrará trabajando proximo dentro del departamento de montaje, por las necesidades mismas del trabajo.

ELECTRICO.

Para el caso del Area eléctrica, se están considerando 16 m2, también deberá contar con equipo de trabajo de dimensiones pequeñas, el cual que se describe a continuación:

- Bobinador de armaduras.
- Calentador de baleros.
- Torno de rectificado.
- Horno de secado.
- Cargador de baterías.
- Taladro de banco.
- Esmeril de banco.
- Tornillo de banco.
- Mesas de trabajo.
- Gabinetes.
- Tolva de desperdicio.
- Multímetro.

CADENAS Y ORUGAS.

El departamento de cadenas y orugas constará de un área de 90 m². Su función principal será la de reparar todo el sistema matriz, así como el cambio de bujes, pernos, etc. El equipo de esta área será:

- Conformadora de rodillos.
- Conformadora de cadenas.
- Prensa para rodillos.
- Gabinetes.
- Mesas de trabajo.
- Tapa de desperdicio.

EMBRAGUES Y FRENSOS.

Este departamento constará de un área de 40 m². y se propone el equipo siguiente:

- Rectificador.
- Desmontador de llantas de camión y similares.
- Desmontador de llantas.
- Vulcanizadoras de cámaras y válvulas.
- Esmeril de banco.
- Tornillo de banco.
- Gabinetes.

PAILERIA Y SOLDADURA.

Este departamento tendrá un área de 48 m². A él llegará una ramificación del polipasto para cuando sea necesario su utilización con piezas pesadas. El equipo que se ha considerado se describe a continuación:

- Máquina soldadora.
- Taladro de columna.
- Equipo de soldadura autógena.
- Tornillo de banco.
- Banco de trabajo.
- Mesas de trabajo.
- Gabinetes.
- Tolva de desperdicio.
- Punteadora portátil.

PINTURA.

Para el área de pintura se estimaron 120 m², con capacidad para poder atender dos esquinas en forma simultánea. El equipo necesario es el siguiente:

- Equipos para pintura.
- Mesas de trabajo.
- Compresor.

- Gabinetes, etc.
- Tolva de desperdicio, etc.

Todos los departamentos deberán contar con el **equipo de herramientas** de mano que serán guardadas dentro de los gabinetes.

Se considera que con este equipo se podrán realizar una gran cantidad de reparaciones de la maquinaria. También se podría prescindir de algún equipo o máquina-herramienta que exista en otro departamento, pero se trata de evitar al máximo el transporte de piezas o herramientas de un departamento a otro.

7.0 PERSONAL.

En el capítulo se tratarán los aspectos de organización: del diseño de la organización; del organigrama propuesto para el taller; del proceso de reclutamiento y selección de personal y de la formación y desarrollo que deberá tener ese personal.

7.1 CONCEPTOS DE ORGANIZACION.

Se puede decir, sin lugar a dudas, que la mayoría de los problemas que se presentan en nuestra sociedad actual ocurren por que hay grupos de personas que se ven implicados en el desarrollo de esfuerzos conjuntos.

El progreso de la sociedad se debe, en una buena medida, a la creación de organizaciones especializadas que proporcionan los bienes y servicios que la sociedad requiere.

La razón fundamental de la existencia de las organizaciones es que ciertas metas solo pueden alcanzarse mediante la acción concertada de grupos de personas. Así se puede afirmar, que, sin importar la meta, las organizaciones se caracterizan por su conducta orientada hacia esa meta, es decir, que las organizaciones persiguen metas y objetivos

que pueden lograrse con mayor eficacia y eficiencia mediante la acción conjunta de los individuos.

7.2 DISEÑO DE LA ORGANIZACIÓN.

El diseñar una organización significa el proceso mediante el cual la administración crea una estructura de tareas y de autoridad.

El proceso de diseñar una organización, implica que la administración evalúa los beneficios relativos de tener estructuras diferentes de deberes y responsabilidades y niveles de autoridad; una vez evaluados los beneficios, se toman las decisiones necesarias. Dependiendo de las circunstancias, este proceso de diseño puede realizarse de una sola vez o bien haciendo cambios paulatinos y puede ser efectuado por una sola persona o por un equipo.

La estructura se refiere a las relaciones relativamente fijas existentes entre los puestos en una organización. Estas relaciones relativamente fijas resultan como consecuencia de los siguientes procesos de toma de decisiones:

- División de el trabajo
- Departamentalización

- Esfera de control
- Delegación

La división del trabajo comprende los aspectos asociados con la división de la mano de obra, que se relacionan con el grado en que se especializan los puestos. Todos los puestos son especializados en cierto grado y la posibilidad para dividir el trabajo entre muchos empleados es una ventaja clave de las organizaciones.

La departamentalización de una organización es un proceso administrativo que se realiza en dos pasos: el alcance y el fondo y la combinación. En el primer paso se define el grupo de tareas que se realizan en un puesto, y el fondo, hasta dónde pueden hacerse los cambios a las tareas fijadas de los puestos de manera analítica; es decir, la tarea total de la organización se divide en tareas sucesivamente menores. Después, en el segundo paso, se combinan en grupos las tareas divididas a fin de obtener un resultado.

Existen numerosas bases para efectuar la departamentalización, como se describe a continuación:

- En la departamentalización funcional, los puestos se agrupan de acuerdo a las actividades típicas de la organización, como por ejemplo, producción, ventas,

administración.

- En la departamentalización territorial, se establecen los grupos sobre la base de zonas geográficas.
- En la departamentalización por productos, las actividades y el personal se agrupan sobre la base de los productos.
- En la departamentalización por cliente, los grupos se forman sobre la base del tipo del cliente a quien sirven.
- En la departamentalización mixta se tratan de conjuntar los grupos de trabajo, combinando los puntos fuertes de los cuatro tipos de departamentalización antes mencionados.

La esfera de control tiene como misión la determinación del número de puestos que se van a incluir en un grupo específico, ya que la determinación de las bases apropiadas para la departamentalización establece únicamente las clases de puestos que se van a agrupar. Por lo general, el proceso se reduce a definir cuántas personas puede supervisar un individuo; esta definición se hace sobre la base del volumen de actividades interpersonales que puede manejar el supervisor.

La esfera de control asignada debe tener en cuenta las siguientes variables: la similitud de las funciones, la proximidad geográfica de los subordinados, el grado de complejidad de las funciones, la dirección y control requeridos por los subordinados, la coordinación requerida, la importancia, complejidad y tiempo requerido para la planeación y la asistencia organizacional recibida por el supervisor.

La delegación de autoridad significa el derecho que la administración de la empresa ha delegado a los supervisores para que puedan tomar decisiones sin la aprobación previa de sus superiores. La delegación de autoridad, en términos prácticos, se relaciona con los beneficios relativos de la descentralización, es decir, la delegación de autoridad hasta el nivel más bajo posible de la Jerarquía supervisora.

7.3 ORGANIGRAMA PROPUESTO.

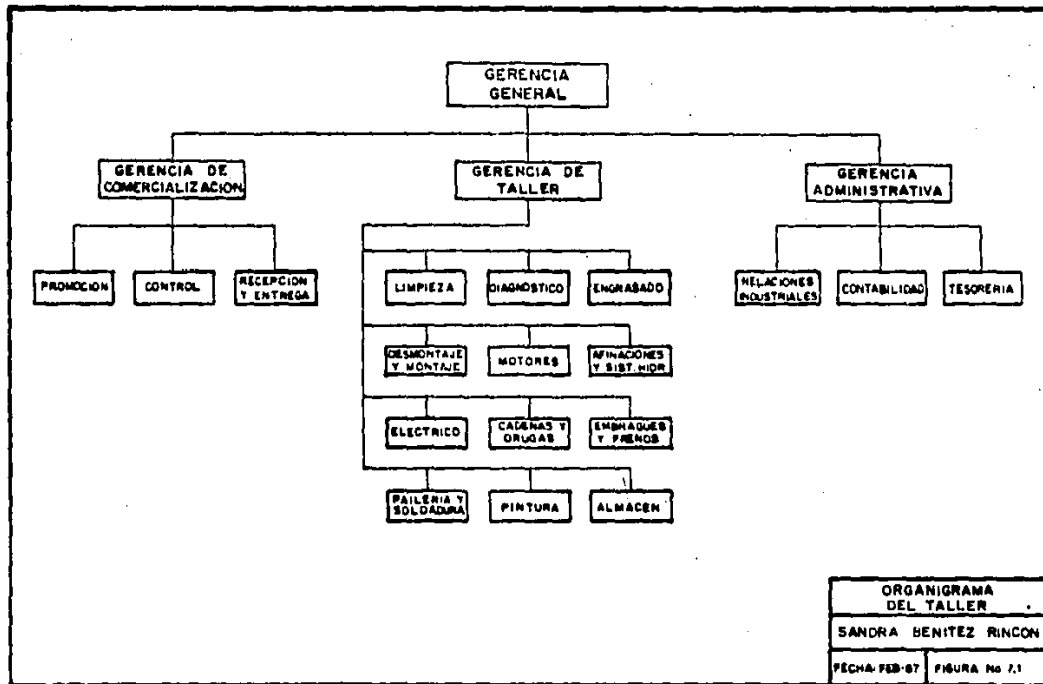
Tomando en cuenta los conceptos mencionados en el punto anterior por lo que respecta al diseño de la organización y los conceptos básicos de la administración de las organizaciones, que mencionan que una empresa se puede organizar básicamente en las funciones de comercialización, de administración y de taller, se ha preparado el organigrama que se muestra en la figura no. 7.1.

En el organigrama se observa que el primer nivel de la organización es la Gerencia General, quien será la encargada de las funciones típicas de dirección, es decir, planear, organizar, dirigir y controlar.

El siguiente nivel está ocupado por tres gerencias, a saber: la Gerencia de Comercialización, la Gerencia de Taller y la Gerencia Administrativa.

La Gerencia de Comercialización será la encargada de hacer las labores de promoción de uso de los servicios del taller entre los ejidatarios y pequeños propietarios de la región; efectuar las labores de control de calidad de las reparaciones y servicios efectuados por el taller, con el objeto de tener una clientela satisfecha y con el menor número de reclamaciones; realizando asimismo las funciones de recepción y entrega de la maquinaria. Para cumplir con su cometido, la Gerencia de Comercialización se divide en tres departamentos: Promoción, Control y Recepción y entrega.

En la Gerencia de Taller se han agrupado por departamentos las distintas áreas de servicios con las que cuenta el taller.



ORGANIGRAMA DEL TALLER	
SANDRA BENITEZ RINCON	
FECHA: FEB-87	FIGURA No 7.1

Estos departamentos son de Limpieza, Diagnóstico, Engrasado, Desmontaje y montaje, Motores, Afinación y sistemas hidráulicos, Eléctrico, Cadenas y arugas, Embragues y frenos, Pallería y soldadura, Pintura y el Almacén que se considera como otro departamento de la Gerencia de Taller.

Las funciones que desempeñan cada uno de los departamentos de la Gerencia de Taller se explican por su nombre y se describen en detalle en el punto 2.4 de este trabajo.

En la Gerencia Administrativa se reunieron las funciones de administración del taller. Para cumplir con estas funciones la Gerencia se divide en: Relaciones industriales, Contabilidad y Tesorería.

El departamento de Relaciones industriales será el encargado de las funciones administrativas relacionadas con el personal. Este departamento estará encargado de mantener la cordialidad y el espíritu de equipo entre los diversos elementos que constituyen el equipo humano.

El departamento de Contabilidad será el encargado de mantener los asuntos contables, de impuestos y en general, de todos los registros de uso y disposición de recursos económicos con los que cuenta el taller.

El departamento de Tesorería será el encargado de vigilar los aspectos financieros de la operación del taller. Estos aspectos incluyen la facturación; el manejo de cuentas por cobrar; cuentas por pagar; compras y la correcta utilización de los recursos financieros con los que cuenta el taller.

7.4 RECLUTAMIENTO Y SELECCION DE PERSONAL.

Como se ha definido en el inicio del capítulo, una organización se constituye de individuos agrupados para perseguir unas metas y objetivos comunes. Por lo tanto, esta organización no comienza a funcionar hasta que se han llenado los puestos correspondientes con personas que tienen que cumplir con los roles específicos y las actividades concretas que se les encomiendan.

Así, el problema inicial de una organización con respecto a los recursos humanos consiste en cómo reclutar empleados; cómo seleccionarlos y formarlos y cómo clasificarlos en función de los puestos de trabajo; de manera que cumplan su papel con la máxima eficacia.

El proceso de reclutar candidatos y de seleccionar entre ellos los más idóneos para la organización; se ha modificado sensiblemente al transcurrir el tiempo y al irse incorporando los conocimientos aportados por la psicología.

El reclutamiento del personal deberá hacerse tomando en cuenta el nivel de los puestos a ser ocupados, con el fin de realizar la búsqueda de candidatos en el entorno adecuado.

Una vez que se han encontrado los candidatos para el puesto, el problema siguiente es el seleccionar los más calificados para llenar los puestos.

Con el objeto de optimizar al máximo la selección de los candidatos, se proponen los siguientes pasos:

- Elaborar una descripción exacta de los puestos y darla a conocer a las personas encargadas de la selección. Esta descripción deberá contener el rendimiento esperado del puesto.
- Determinar las variables que indiquen que los candidatos cumplen con las expectativas de rendimiento.
- Obtener suficientes candidatos para asegurarse de que las variables de rendimiento pueden ser desempeñadas por los individuos seleccionados.
- Seleccionar de entre los candidatos, solo aquellos que alcancen un cierto puntaje en las variables de rendimiento.

La medición de estas variables de rendimiento se puede efectuar de manera muy diversa; a continuación se citan los métodos más empleados en la actualidad.

- Información biográfica y de antecedentes laborales: para obtener la información se usa un impreso de solicitud de empleo y entrevistas con las personas.
- Pruebas de inteligencia y aptitudes: para la medición de estas variables se usan los formatos de pruebas y se pueden pedir muestras de trabajos anteriores, o bien hacer pruebas de aptitud.
- Areas de conocimiento y habilidades específicas: para medir estas variables se pueden emplear formatos de pruebas específicas del campo de conocimiento deseado.
- Actitudes e intereses: esta información se obtiene de la aplicación de pruebas; en la información dada en la solicitud de empleo y en las entrevistas.
- Motivación, personalidad y temperamental: estas variables se pueden medir con la aplicación de pruebas psicológicas o bien del resultado de entrevistas, con personal capacitado en estas tareas.

El decidirse por un procedimiento de selección profesional depende de un cierto número de variables y no se puede aplicar el mismo procedimiento en todos los casos y para todos los niveles.

7.5 FORMACION Y DESARROLLO DE PERSONAL.

7.5.1 Descripción general.

Una vez que se ha definido la misión de la organización, que se ha hecho el diseño de la estructura de puestos de trabajo que van a permitir cumplir esa misión y, finalmente, después de haber reclutado y seleccionado a las personas idóneas para cubrir dichos puestos, se presenta el problema de la formación profesional de las personas seleccionadas.

La formación profesional se ha convertido en un punto clave, dado que los empleos se van haciendo cada vez más complejos y se va teniendo un proceso paulatino de especialización; lo anterior hace que las organizaciones estén más diferenciadas ahora que antes.

Debido a lo anterior, para convertirse en un miembro eficaz de una organización, se exige no solo el aprendizaje de ciertas habilidades vinculadas directamente al empleo, sino también una comprensión del objetivo que se propone la

organización; sus modos de actuar; su atmósfera o cultura organizacional y las diversas posibilidades de promoción que contiene.

Sobre la base mencionada, las medidas que se requieren realizar en la formación profesional son las siguientes:

- Orientar e instruir al nuevo empleado.
- Enseñarle los conocimientos específicos, las habilidades y las actividades necesarias para realizar el objeto de trabajo.
- Proporcionarle oportunidades de promoción y de desarrollo que harán posible que el individuo ascienda dentro de la organización.

La mayor parte de las organizaciones no usan los programas de formación y promoción profesional en todos los niveles; como son la formación inicial de los nuevos empleados; la promoción de actitudes para el mando y actitudes de dirección para los empleados con posibilidades de ascenso y cursos de formación específicos para los miembros no calificados.

Es decir, debido a que la sociedad cambia tan rápidamente,

se plantea de continuo un problema de obsolescencia, y por eso los conocimientos y las habilidades que son tan necesarias hoy en día, puede no lo sean dentro de cinco años. Mucho mejor que eliminar a aquellas personas cuyas aptitudes ya no sirven a la organización en sus necesidades presentes, es formarlas para brindarles las nuevas aptitudes necesarias que los permitan estar al día en lo que respecta a las exigencias tecnológicas y organizativas.

La formación profesional recibe diversos nombres, y éstos se usan indistintamente en el medio de las organizaciones, tales como: entrenamiento, adiestramiento, capacitación, reentrenamiento, desarrollo y enseñanza.

Sin embargo se puede determinar el alcance de estos términos, tal como se describe a continuación:

Entrenamiento Es el término usado generalmente para significar salir de la operación normal para efectuar labores de aprendizaje.

Adiestramiento Entrenamiento en el lugar de trabajo para el desarrollo de destrezas en el lugar del equipo o maquinaria.

Capacitación	Entrenamiento inicial; enseñanza anterior a la ocupación del puesto.
Reentrenamiento	Es el volver a aprender destrezas por cambio en la tecnología o por obsolescencia.
Desarrollo	Entrenamiento posterior; enseñanzas y experiencias para un puesto nuevo o superior; después de dominar un puesto.

7.5.2 Aprendizaje.

Ya que la formación y el desarrollo de personal están íntimamente ligados con las funciones del aprendizaje y de la enseñanza, en los siguientes rendones se describirán de manera breve, las características de estas dos funciones.

Se pueden describir la etapas básicas del aprendizaje de la siguiente manera:

- Identificación de las necesidades o los objetivos de la formación profesional. Esta etapa parte de la base de que existe un concepto claro acerca de los conocimientos, de las habilidades o de las actitudes que la persona tiene que adquirir durante el periodo de formación profesional.

Además, se supone que estos factores se acoplan a las exigencias del puesto de trabajo y a las necesidades de la organización en general.

- Selección del grupo adecuado, a fin de que reciba la formación profesional correspondiente.
- Definición de las experiencias de la formación profesional, utilizando los conocimientos de la teoría del aprendizaje, que considera la naturaleza de lo que se va a aprender y quiénes son los que van a aprenderla. Un programa que consista en intentar cambiar las actitudes de los directivos no opera necesariamente igual que un programa de aprendizaje cuyo objetivo fuera el enseñar como manejar un torno a los trabajadores no especializados.
- Valoración de las posibilidades de la formación profesional, según un esquema de valoración concebido científicamente. Por ejemplo, el esquema de valoración debe existir la observación de todos los individuos cuando se hallen en su puesto de trabajo y después de un intervalo después de haber terminado la formación profesional.

Los principios del aprendizaje que se deben tomar en cuenta

para elaborar un programa de formación se han derivado de las investigaciones sobre el aprendizaje humano y animal. A continuación se presenta una muestra de estos principios. Se facilitará el aprendizaje en la medida en que:

- El que aprende se halla motivado para aprender.
- Las respuestas que hay que aprender se vinculen de una manera significativa, y esta vinculación se extienda también a las motivaciones que el individuo aporta consigo.
- Las nuevas respuestas que se van a aprender no entren en conflicto con las respuestas o actitudes antiguas; si esto ocurre, se facilitará el aprendizaje en la medida en que la persona tenga la oportunidad de eliminar las respuestas antiguas antes de aprender las nuevas.
- Se generalicen con éxito las nuevas respuestas, tomando como punto de partida la situación del aprendizaje y se utilicen estas nuevas respuestas de una manera adecuada.
- Se hallen reforzadas las nuevas respuestas, en el sentido de que las siga una recompensa o la información de que la respuesta ha sido realizada de una manera correcta.

- El que aprende sea un participante activo en el proceso del aprendizaje más que una persona que se limita a escuchar pasivamente. Por eso debe contar con posibilidades para establecer por sí mismo sus objetivos.
- La situación de aprendizaje proporcione una serie de oportunidades para practicar las nuevas respuestas y permita que haya periodos de avance muy pequeños que preceden normalmente a un avance muy marcado.
- Las nuevas respuestas que hay que aprender se hallen divididas en unidades didácticas y se presenten de acuerdo a un ritmo marcado de forma idónea.
- Se cuente con una orientación por parte de un monitor para ayudar al que aprende a desarrollar nuevas respuestas.
- La situación de aprendizaje permita que se destaquen diferencias individuales en cuanto a la diversidad de aprendizajes, la intensidad de dicho proceso y la cuantía de lo que se aprende, así como la secuencia en que se retiene dicho material.

La traducción de estos principios en los programas de formación concretos que poseen objetivos especiales, ha existido una gran dosis de creatividad y de habilidad por

parte de los que elaboran los programas de formación profesional.

7.5.3 Metodos de enseñanza.

Existen diferentes métodos que se pueden emplear para enseñar un tema. Lógicamente, cada método es una herramienta que es útil para determinados temas y para alcanzar ciertos objetivos. Para la capacitación y desarrollo del personal del taller, la exposición verbal junto con la demostración son los métodos más apropiados. El primero permite ir directamente al punto de interés, contiene datos técnicos e información desconocida y poco publicada, es efectiva y se involucra al auditorio. El segundo sería una demostración práctica completamente en el lugar de trabajo.

En niveles más altos de la Jerarquía, se pueden emplear todos los métodos con efectividad, dependiendo de las circunstancias.

7.5.4 Proceso de instrucción.

Se debe reconocer que un plan de capacitación y desarrollo no es exactamente igual para una empresa que para otra y que cada plan se deberá preparar con el tiempo y el cuidado

debido.

El instructor tendrá que ser una persona conocedora y responsable para lograr que el sujeto realmente aprenda el trabajo. El conocimiento del instructor tiene dos partes: primero, debe conocer el trabajo; segundo, debe saber instruir sobre el trabajo.

El proceso de instrucción consta de cuatro partes: preparación, presentación, prueba e inspección.

A continuación se definen los puntos más importantes de cada una de esas partes.

- PREPARACION <
- | PREPARAR AL TRABAJADOR
 - | DEFINIR EL TRABAJO A ENSEÑAR
 - | AVERIGUAR LO QUE EL SUJETO SABE DEL TRABAJO
 - | GANARSE EL INTERES DEL SUJETO
 - | COLOCAR AL SUJETO EN LA MEJOR POSICION VISUAL
- PRESENTACION <
- | DECIR, DEMOSTRAR, ILUSTRAR
 - | PRESENTAR EL MATERIAL PASO A PASO
 - | SUBRAYAR LOS PUNTOS CLAVE
 - | INSTRUIR CON CLARIDAD Y PACIENCIA
 - | NO PASAR EL LIMITE QUE MARCA LO QUE EL SUJETO PUEDA APRENDER
 - | RESUMIR Y REPASAR
- PRUEBA <
- | EL SUJETO REALIZA LA OPERACION
 - | EL SUJETO EXPLICA LOS PUNTOS CLAVE
 - | MIENTRAS HACE EL TRABAJO NUEVAMENTE CONFIRMACION DE LA COMPRENSION DEL SUJETO
 - | POR MEDIO DE PREGUNTAS ALTERNAS
 - | CONTINUAR HASTA QUE SE ESTE SEGURO DE QUE EL SUJETO SABE
- INSPECCION <
- | DEJARLO SOLO
 - | ESTIMULAR AL SUJETO A HACER PREGUNTAS
 - | ABANDONARLO PAULATINAMENTE
 - | CONTINUAR CON SUPERVISION NORMAL

8.0 EVALUACION DEL TALLER

Este capítulo tratara de manera breve, de la evaluación del taller con la finalidad de conocer cuales serian los riesgos de la inversión en caso de realizarse este trabajo.

8.1 INVERSION.

Como primer punto debemos conocer a cuanto podran ascender las inversiones en maquinaria y equipo, ya que en general los talleres de mantenimiento no cuentan con maquinas herramienta caras, ni con las instalaciones que se requieren dentro de este trabajo. La lista del equipo necesario se describió en el capítulo seis, sin embargo a continuación se muestra el precio estimado para todo este equipo.

TABLA 8.1 LISTA DE EQUIPO

{ LIMPIEZA	pesos
{ Maquinaria para lavado a presión.	3,335,268
{ Gabinetes.	166,763
{ Mola de brasa.	27,794
{ DIAGNOSTICO.	
{	
{ Mopara de tiempo	208,454
{ Estetoscopio	55,588
{ Dinamómetro	25,015
{ Gato patin	694,847
{ Gabinetes.	166,763
{ Mesas de trabajo.	222,351
{	

TABLA B.1 LISTA DE EQUIPO Continúación

ENGRASADO.	
Máquina para lavado a presión	833,817
Máquinas para engrasado.	2,779,390
Gabinetes.	166,763
Tolvas de basura.	27,794
Tolva de aceite sucio.	1,111,756
MOTORES.	
Máquina para lavado de motores.	3,752,176
Máq. para limpieza de partes por abrasivos.	8,338,170
Equipo de inspección por part. magnéticas.	8,755,078
Calentador p. desmontar pernos de pistones.	2,223,512
Medidor de presión p. diametro de bielas.	5,280,841
Tornillo de banco.	15,538
Mesas de trabajo.	222,351
Torno horizontal.	7,226,414
Presadora horizontal.	18,177,210
Rectificadora de cabezas de motores.	6,614,948
Rectificadora de cigueñal.	19,455,730
Rectificadora de cilindros.	5,280,841
Rectificadora de válvulas.	3,335,268
Rectificadora y careadora de bielas.	5,280,841
Rectificador portátil de cilindros.	3,613,207
Prensa.	416,908
Taladro de banco.	917,199
Esmeril de banco.	305,733
Sigueta mecánica.	1,667,634
Carros con rodajas.	277,939
Gabinetes.	208,454
Tolva de desperdicio.	27,794
Polipasto	2,779,390
AFINACION Y SISTEMAS HIDRAULICOS	
Laboratorio móvil para análisis y afinación	11,117,560
ELECTRICO.	
Calentador de baleros.	416,908
Torno de rectificado.	13,896,950
Horno de secado.	555,878
Cargador de baterías.	416,908
Taladro de banco.	917,199

TABLA 8.1 LISTA DE EQUIPO Continuación

Esmeril de banco.	305,733
Tornillo de banco.	138,969
Mesas de trabajo.	444,702
Gabinetes.	83,382
Tolva de desperdicio.	27,794
Robinator de armaduras	277,939
Multímetro	194,557
CADENAS Y DRUGAS	
Gabinetes.	83,382
Mesas de trabajo.	222,351
Tolva de desperdicio.	27,794
EMPRAQUES Y FRENOS.	
Rectificador.	3,335,268
Desmontador de llantas de camión y sisantes	5,558,780
Desmontador de llantas.	2,779,390
Esmeril de banco.	305,733
Tornillo de banco.	138,969
Gabinetes.	166,763
PAILERIA Y SOLDADURA.	
Máquina soldadora.	9,727,865
Taladro de columna.	2,223,512
Equipo de soldadura automática.	2,779,390
Tornillo de banco.	138,969
Gabinetes.	166,763
Tolva de desperdicio.	27,794
Punteadora portátil.	1,334,107
PINTURA.	
Equipos para pintura.	11,117,560
Mesas de trabajo.	222,351
Gabinetes.	83,382
Tolva de desperdicio.	27,794
TOTAL	
	183,881,662

8.2 COSTOS DE OPERACION DEL TALLER.

Dentro de una empresa, cualquiera que sea su giro, es muy importante conocer los costos directos de la empresa, ya que son el punto clave para obtener un buen márgen de ganancia y mantener una posición competitiva en el mercado. Para poder conocer a cuanto ascenderá el costo de operación del taller, debemos saber que conceptos se consideran en este punto; entre los más relevantes tenemos mano de obra, materiales y energía eléctrica.

De acuerdo con el organigrama presentado en el capítulo siete y con el tamaño del taller, en la tabla 8.2, se muestran las necesidades de personal y sueldo mensual estimado para cada puesto a enero DE 1987.

TABLA 8.2 PERSONAL Y SUELDOS

	Personal	Sueldo	Total
GERENCIA GENERAL			
Gerente	1	1,000,000	1,000,000
GERENCIA DE COMERCIALIZACION			
Gerente	1	600,000	600,000
Promoción	2	350,000	700,000
Control	2	280,000	560,000
Recepción y entrega	4	135,000	540,000
GERENCIA DE TALLER			
Gerente	1	600,000	600,000
Limpieza	4	100,000	400,000
Diagnóstico	4	200,000	800,000
Ensamblado	4	140,000	560,000
Desmontaje y montaje	3	120,000	400,000
Notas	3	150,000	750,000
Afinaciones y Sist. Hidr.	3	140,000	800,000
Eléctrico	2	160,000	320,000
Cadenas y arneses	2	180,000	360,000
Ejebrases y frenos	4	180,000	720,000
Fallería y soldadura	2	220,000	440,000
Pintura	2	200,000	400,000
Alisacón	1	120,000	120,000
Supervisores	3	240,000	780,000
GERENCIA ADMINISTRATIVA			
Gerente	1	600,000	600,000
Relaciones industriales	1	230,000	230,000
Contabilidad	1	290,000	290,000
Tesorería	1	300,000	300,000
Secretarías	4	115,000	460,000
TOTAL	42		12,930,000
PRESTACIONES (23% DEL TOTAL)			2,973,900
GRAN TOTAL			15,903,900

Los materiales necesarios para realizar la correcta operación de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, son los aceites, las grasas, las refacciones, las barras, los aceites levamotor etc. Para conocer a cuanto podría ascender el costo por materiales, se realizó una estimación de la siguiente manera. El costo del material en reparaciones es alrededor del 40% del total de la factura y el costo por materiales en operaciones de mantenimiento es de 25% aproximadamente así que se han considerado estos porcentajes para estimar el costo total por materiales en el taller.

629 \$ 140.0 =	100,640	MILES DE PESOS
629 \$32 12.5 =	23,587	MILES DE PESOS
	<u>124,227</u>	

En donde:

- 629 corresponde al número de reparaciones anuales que se realizarán dentro del taller.
- 3 corresponde al mantenimiento preventivo anual esperado para la maquinaria.

El costo por energía eléctrica para operar el equipo del taller asciende a 51,892 miles de pesos anuales. Para la obtención de este valor, se supuso que un 15% del total de las ventas, es representativo por este concepto, pues aunque existe gran variedad de equipo, sobre todo en el departamento de motores, la utilización del mismo es baja, siendo el principal consumidor de energía eléctrica, los

Áreas de mantenimiento correctivo.

8.3 VENTAS POR SERVICIO.

Ahora que ya se han estimado los principales costos que afectarán al taller, nuestra atención se debe centrar en las ventas por servicio del taller.

Para conocer a cuanto ascenderán las ventas, nos apoyaremos en la información de mercado, correspondiente al capítulo tres. Se ha supuesto que se efectuarán 629 reparaciones correctivas; más los ingresos correspondientes al mantenimiento periódico de la maquinaria que debe realizarse en forma más frecuente; tres o cuatro veces por año. El costo promedio por reparación se ha estimado en 400 mil pesos y el costo promedio de mantenimiento preventivo en 50 mil pesos.

$$\begin{array}{r}
 629 \times 400 = 251,600 \quad \text{milés de pesos} \\
 629 \times 50 = 94,350 \quad \text{milés de pesos} \\
 \hline
 345,950
 \end{array}$$

Asumiendo este tipo de consideraciones se han estimado ventas de cuando menos 346 millones de pesos, cantidad que puede incrementarse si se tuviera un conocimiento muy completo del mercado de la zona.

Procediendo de esta manera, ya se tienen los puntos principales para poder establecer los estados financieros del taller. Todas las cantidades indicadas están expresadas en miles de pesos.

ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA AL FINAL DEL PERIODO

VENTAS	345,950
MANO DE OBRA	91,000
MATERIALES	124,227
ENERGIA	51,892
COSTOS DE VENTAS	28,800
GASTOS DE ARMON.	22,572
PRESTACIONES	2,973
TOTAL COSTOS Y GASTOS	322,264
UTILIDAD BRUTA	23,686
INTERESES	391
ISR Y PTU	12,155
UTILIDAD NETA	11,230

BALANCE GENERAL PROFORMA AL FINAL DEL PERIODO

	ANO 0	ANO 1
ACTIVO		
CIRCULANTE	1,325	12,555
CUENTAS POR COBRAR	0	0
INVENTARIO MATERIA PRIMA	14,415	14,415
ACTIVO FIJO	103,882	103,882
TOTAL ACTIVO	197,622	210,852

BALANCE GENERAL PROFORMA AL FINAL DEL PERIODO		
	AÑO 0	AÑO 1
PASIVO		
PASIVO A CORTO PLAZO	1,325	1,325
PASIVO A LARGO PLAZO	3,882	3,882
TOTAL PASIVO	5,207	5,207
CAPITAL SOCIAL	194,415	194,415
UTILIDAD/PERDIDA		11,230
PASIVO + CAPITAL	199,622	210,852

8.4 ANALISIS DE RESULTADOS

Si comparamos la utilidad neta a precios constantes con la inversión total que se debe realizar en la instalación del taller, claramente se puede observar que el beneficio obtenido es muy bajo, corriendo un alto riesgo el capital invertido. Que si comparamos los intereses que se podrían generar en el banco con esta inversión, superarían por mucho el beneficio obtenido por la utilidad del taller.

Sin embargo, es interesante saber que el taller no tendría pérdidas en su primer año de operación, lo que demuestra que la instalación de un taller con apoyo completo de una institución de apoyo al campo, podría aportar gran ayuda para mantener en buen estado la maquinaria de la zona, que en lo

subsecuente no tendría que recurrir a préstamos adicionales, ya que su propia operación generará los recursos necesarios para la completa administración del mismo.

9.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1 CONCLUSIONES.

Como se vió en la exposición del tema, la utilidad que tienen los conocimientos aportados por la ingeniería industrial son muy importantes para ayudar a resolver en parte algunos de los graves problemas nacionales.

Dada la situación de crisis que sufre el país, la adquisición de maquinaria agrícola es cada día mas difícil y costosa; por lo que ahora es más importante que nunca proporcionar periódicamente mantenimiento a la maquinaria existente.

Las técnicas con la que cuenta la ingeniería industrial ayudan a visualizar todas aquellas variables que intervienen en la conceptualización del taller.

Para definir en que sitio se va a localizar el taller, se utilizó el método analítico de gravedad que, aunque parte de una asignación de peso relativo, evita la subjetividad y la decisión arbitraria de un punto cualquiera. Con el método analítico de gravedad logramos establecer la localización óptima del taller, dadas las condiciones específicas del mismo.

Para que la distribución del taller sea la más adecuada conforme a los recursos y necesidades presentes, se formuló el problema y se analizó el mismo, para luego seleccionar la mejor opción. En el desarrollo del trabajo se han presentado dos formas de proceder, haciendo hincapié en el método de planeación sistemática de distribución de plantas, con la finalidad de ir presentando la forma de desarrollar esta tarea hasta que se llegó a obtener la distribución final.

Considerando la importancia que tiene la maquinaria agrícola en la eficiencia y productividad de la agricultura, se comprende porqué es necesario tener bien definidos sistemas de mantenimiento en zonas donde este equipo es imprescindible; para lograrlo, se ha presentado la manera de proceder mencionando cómo realizar el diagnóstico, cómo se ha dividido el mantenimiento y la asignación de trabajos, se muestra como se pueden ir obteniendo los estándares para mantenimiento, siendo importante recordar que para la aplicación de normas de tiempo predeterminados, el tomador de tiempos debe tener experiencia.

Se demuestra también que el empleo de teoría de colas es de gran utilidad en las operaciones de mantenimiento planificado, pues se pueden mejorar los métodos de trabajo, proporcionar mejor servicio y balancear los recursos

disponibles.

Dentro del diseño y distribución del taller, es importante tener una idea de cual es el equipo necesario para operarlo; para esto, se ha presentado un desglose del equipo básico para cada área. La ingeniería básica debería comprender además las instalaciones civiles, eléctricas y mecánicas, que por su naturaleza, quedan fuera del alcance de este trabajo.

A pesar de que en el individuo siempre existe la tendencia a rechazar el establecimiento de métodos de trabajo y estandarización de tiempo, ésta es la manera más justa de valorar el trabajo, ya que así se tendrán bases para conocer la dificultad que cierta tarea representa, distribuyendo el trabajo de manera equitativa; también, conociendo los métodos de trabajo, es posible ir capacitando al personal de nuevo ingreso acorde con sus conocimientos, así como hacer crecer al personal con experiencia dentro de otras áreas de interés, siendo esto benéfico tanto para la empresa como para el individuo.

Se ha dado énfasis al capítulo correspondiente a personal, pues es importante que el individuo conozca lo que espera de la empresa y lo que la empresa espera de él. Asimismo es bueno que el individuo perciba que ambas partes se

benefician con el trabajo en conjunto. Se ha mencionado lo que es el concepto de organización, cómo se diseña una estructura organizacional y el proceso de selección y desarrollo del personal.

9.2 RECOMENDACIONES.

En el desarrollo de este trabajo, se pudo comprobar que en nuestro país existe una gran deficiencia en el mantenimiento preventivo de la maquinaria agrícola en lo particular, y de mantenimiento preventivo a todos los niveles en general.

Es de suma importancia que vaya desapareciendo la desorganización que domina en los trabajos de taller y se comience a llevar el registro de los mismos, con la finalidad de establecer sistemas definidos de trabajo; claro que esto no es fácil, ya que se necesita de personal capacitado y conocedor del medio, pero se debe comenzar cuanto antes.

Si se procuran emplear las técnicas descritas en el desarrollo de esta tesis, se podrá contribuir a mejorar la situación por la que atraviesa el mantenimiento de maquinaria agrícola. Por esto, se ha insistido en sentar las bases para establecer la manera de distribuir el taller, los métodos y estándares de mantenimiento en el taller, así

como mencionar los elementos importantes para lograrlo.

Es necesario resaltar que la capacitación es otro elemento de gran importancia en el buen funcionamiento del taller. A cualquier nivel, la capacitación y el adiestramiento da en el individuo una sensación de logro y superación, que no se debe descuidar y que es necesario seguir impulsando.

La manera de lograrlo es implantar programas de capacitación adecuados a las necesidades del taller; no olvidando que el empleado es un ser humano y no una máquina que necesita reconocimiento de los demás, por lo que el diploma, los certificados, cartas, etc. cumplen con la doble función de acreditar el programa de entrenamiento y de dar un reconocimiento al individuo.

Por último, creemos que la baja rentabilidad del proyecto, no es motivo suficiente para no actuar dentro este campo tan importante para nuestro país; si bien es cierto que desde su inicio, el taller tiene bajas utilidades, también es verdad que no necesita de subsidio, pues la operación puede mantener sus costos directos y sus gastos administrativos.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Berlin John D.
TRACTORES AGRICOLAS
Editorial Trillas; 1982.
- 2) Francis Richard L., White John A.
FACILITY LAYOUT AND LOCATION AN ANALITICAL APPROACH
Prentice-Hall, Inc.; 1974.
- 3) Gibson James L., Ivancevich John M., Dornelly James H.
ORGANIZACIONES: CONDUCTA, ESTRUCTURA, PROCESO
Nueva Editorial Interamericana; 1985.
- 4) Hiller F. S., Lieberman G. J.
INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES
Mc Graw Hill; 1980.
- 5) Jrobostav S. N.
EXPLOTACION DEL PARQUE DE TRACTORES Y MAQUINAS
Editorial Mir; 1977.
- 6) Kast Fremont E.
ADMINISTRACION EN LAS ORGANIZACIONES; UN ENFOQUE
DE SISTEMAS
Mc Graw Hill; 1979.
- 7) Luthans Fred
ORGANIZATIONAL BEHAVIOR
Mc Graw Hill; 1977.
- 8) Niebel Benjamin W.
INGENIERIA INDUSTRIAL ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
Representaciones y Servicios de Ingenieria, S. A.; 1976.
- 9) Oficina Internacional del Trabajo
INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO
Oficina Internacional del Trabajo; 1980.
- 10) Schein Edsard H.
PSICOLOGIA DE LA ORGANIZACION
Prentice-Hall Inc.; 1981.
- 11) Soto Molina Saul
INTRODUCCION AL ESTUDIO DE MAQUINARIA AGRICOLA
Editorial Trillas; 1983.

ANEXO I RELACION DE TABLAS Y CUADROS**PAG.**

TABLA 3.1	MAQUINARIA AGRICOLA EXISTENTE	21
TABLA 3.2	PONDERACION DE LAS POBLACIONES CONSIDERADAS	24
TABLA 3.3	POBLACIONES CONSIDERADAS	27
TABLA 3.4	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	29
TABLA 3.5	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	30
TABLA 3.6	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	31
TABLA 3.7	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	32
TABLA 3.8	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	33
TABLA 3.9	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	34
TABLA 3.10	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	35
TABLA 3.11	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	36
TABLA 3.12	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	37
TABLA 3.13	LOCALIZACION OPTIMA DE PLANTA	38
TABLA 5.1	TIEMPOS MEDIO DE SERVICIO	79
TABLA 8.1	LISTA DE EQUIPO	118
TABLA 8.2	PERSONAL Y SUELDOS	122
CUADRO 5.1	SIMBOLOGIA SISTEMA NTN-2	75
CUADRO 5.2	TARJETA DE DATOS DEL SISTEMA NTN-2	76

ANEXO II RELACION DE FIGURAS**PAG.**

FIGURA 2.1 TRACTOR	5
FIGURA 2.1 SISTEMA DE FUERZA TRILLADORA	6
FIGURA 2.3 SISTEMA DE CORTE TRILLADORA	11
FIGURA 4.1 PROCEDIMIENTO DEL SLP	41
FIGURA 4.2 DIAGRAMA DE FLUJO	43
FIGURA 4.3 DIAGRAMA DE RELACION DE ACTIVIDADES	45
FIGURA 4.4 DIAGRAMA DE RELACION	46
FIGURA 4.5 CARTA DE ENSAMBLE	48
FIGURA 4.6 DISTRIBUCION DEL TALLER	50
FIGURA 5.1 TARJETA DE CONTROL	67
FIGURA 5.2 OPERACIONES DE MANTENIMIENTO	68
FIGURA 5.3 COMPORTAMIENTO DE PIEZAS TEMPERATURA Y TIEMPO	70
FIGURA 5.4 SISTEMA DE ESPERA	78
FIGURA 5.5 PROBABILIDAD DE ESTADO ESTACIONARIO VS. FACTOR DE UTILIZACION	81
FIGURA 5.6 NUMERO ESPERADO DE ESTADO ESTACIONARIO VS. FACTOR DE UTILIZACION	82
FIGURA 6.1 CURSODRAMA	88
FIGURA 7.1 ORGANIGRAMA DEL TALLER	103