



57-A
29

**Universidad Nacional Autónoma
de México**

FACULTAD DE INGENIERIA

**DISTRIBUCION DE PLANTA DE UN
ALMACEN PARA EL RESGUARDO
DE MATERIAL AERONAUTICO**

T E S I S

Que para Obtener el Título de:

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

Presentan:

GERARDO LOPEZ GONZALEZ
ALFREDO RAVIZE DEL ANGEL
MARIA RODRIGUEZ FERNANDEZ
FERNANDO RUIZ ZAMBRANO
MARINA SERVIN CHAVEZ

Dir: Ing. Eduardo Silverio

México, 1986



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 está 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.

I N D I C E

	<u>PAGINA</u>
<u>INTRODUCCION.</u>	1
<u>MARCO DE REFERENCIA.</u>	4
A) ANTECEDENTES HISTORICOS.	4
B) IDENTIFICACION DEL CASO DE ESTUDIO.	8
<u>CAPITULO 1.</u>	
METODOS Y TECNICAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL -- APLICADOS A UNA DISTRIBUCION DE PLANTA.	10
1.1. MANEJO DE MATERIALES.	11
1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE DISTRIBU-- CION DE PLANTA.	13
1.3. TECNICAS QUE SE APLICAN A UNA DISTRI- BUCION DE PLANTA.	14
<u>CAPITULO 2.</u>	
DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE ALMACENAMIENTO.	35
2.1. APLICACION DEL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA DE UN NUEVO ALMACEN PARA PARTES AERONAUTICAS (CASO DE ESTUDIO.)	36
2.2. DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL Y LIMITACIONES EN CUANTO A INSTALACIONES, RECURSOS Y PERSONAL.	47
2.3. ANALISIS DE LA DISTRIBUCION ACTUAL DE TALLERES Y ALMACENES EN EL AREA DE LA BASE DE MANTENIMIENTO.	54
2.4. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES QUE SE MANEJAN EN LA LINEA AEREA.	59

PAGINACAPITULO 3.

ANALISIS DE LAS VARIABLES DE ENTRADA QUE INTERVIENEN EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA DEL NUEVO ALMACEN.	64
3.1. CLASIFICACION GENERAL DE LOS MATERIALES.	65
3.2. LOCALIZACION Y DIMENSIONES DEL NUEVO ALMACEN.	72
3.3. ESPACIO QUE OCUPAN ACTUALMENTE LOS MATERIALES.	78
3.3.1. TABLA DE ESPACIO ACTUAL EN -- LOS DIFERENTES ALMACENES Y -- CRECIMIENTO PROYECTADO.	83
3.4. CARACTERISTICAS DEL MANEJO DE CADA GRUPO DE MATERIALES.	95
3.4.1. EQUIPO EXISTENTE PARA EL MANEJO DE MATERIALES.	100
3.4.2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ALMACENAMIENTO.	108
3.5. MATERIALES Y/O PARTES QUE REQUIEREN ALMACENAMIENTO ESPECIAL.	110
3.6. ANALISIS DE LOS MATERIALES POR DEMANDA.	116
3.6.1. ANALISIS DE LOS MATERIALES DE MAYOR DEMANDA.	120
3.7. RECURSOS HUMANOS DEL AREA DE ALMACENAMIENTO.	128

CAPITULO 4.

ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCION DE PLANTA PROPUESTAS.	132
4.1. ZONIFICACIONES GENERALES DE LAS TRES ALTERNATIVAS PROPUESTAS.	133
4.1.1. PLANOS DE LAS ZONIFICACIONES PROPUESTAS.	133
4.2. EXPLICACION DE LAS ALTERNATIVAS.	155
4.3. EVALUACION CUALITATIVA DE LAS DIFERENTES ZONIFICACIONES.	161

	<u>PAGINA</u>
4.3.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACION CUALITATIVA.	176
4.4. EVALUACION CUANTITATIVA DE LAS MEJORES ALTERNATIVAS.	179
4.4.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACION CUANTITATIVA.	187
 <u>CAPITULO 5.</u>	
DISTRIBUCION DE PLANTA DEL NUEVO ALMACEN.	194
5.1. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCION DE PLAN- TA SELECCIONADA.	195
5.2. DISTRIBUCION DE PLANTA.	196
5.3. PLANOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.	199
5.4. ESTANTERIA.	204
 <u>CAPITULO 6.</u>	
DESCRIPCION DETALLADA DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA SELECCIONADA.	211
6.1. DESCRIPCION POR NIVELES, DE LA UBICA- CION DE LAS AREAS DE ALMACENAMIENTO.	212
6.2. PLANTA BAJA.	213
6.3. PRIMER NIVEL.	217
6.4. SEGUNDO NIVEL.	219
6.5. TERCER NIVEL.	222
6.6. CUARTO Y QUINTO NIVELES.	223
 <u>RECOMENDACIONES.</u>	
PRINCIPIOS BASICOS PARA TODO TIPO DE ALMACEN.	224
RECOMENDACIONES EN CUANTO A:	
- FUNCIONES DEL ALMACEN.	227

	<u>PAGINA</u>
- LOCALIZACION DE LOS MATERIALES EN EL -- NUEVO ALMACEN.	228
- ADAPTACION DEL PERSONAL AL NUEVO ALMACEN Y SU DISTRIBUCION DE PLANTA.	232
- LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.	234
- EQUIPO DISPONIBLE.	235
- RELACIONES HUMANAS.	237
- COSTOS (ALGUNOS.)	238
- ALGUNOS MATERIALES.	241
- SEGURIDAD.	242
 <u>RESUMEN.</u>	 245
 <u>BIBLIOGRAFIA.</u>	 248

INTRODUCCION.

En la actualidad, el acelerado ritmo de crecimiento que experimentan las empresas y la industria en general, y que se ha acentuado durante los últimos 20 años, ha dado como resultado un fuerte impulso de los procedimientos y técnicas para el análisis y la planeación de las instalaciones y medidas para el almacenamiento, control, distribución y manejo de materiales, dando como resultado la reducción de costos, recorridos más cortos para todo el material, una distribución eficiente y un mínimo de problemas.

Sin embargo, el estudio de tales métodos y procedimientos y su implantación, deberán ser un proceso continuo, con el fin de garantizar resultados satisfactorios.

El presente trabajo analiza los problemas de planeación, organización y sistematización de los almacenes de una empresa, para ofrecer una solución apropiada al problema de almacenamiento de los materiales y equipos que se manejan.

De esta manera, este trabajo de Tesis parte del análisis de las técnicas de la Investigación de Operaciones, considerando los principios desarrollados por la Ingeniería Industrial, para aplicarlos conjuntamente en el establecimiento de un nuevo almacén, identificando el problema particular del caso de estudio, tal co-

mo se muestra en el Marco de Referencia y en el Capítulo 1.

Posteriormente, en el Capítulo 2, se lleva a cabo una evaluación del sistema actual de almacenamiento, aplicando el Enfoque de Sistemas al caso de estudio, tomando en consideración las limitaciones más significativas que presenta la empresa, así como analizando la distribución actual de la base de mantenimiento y la clasificación genérica de los materiales.

El Capítulo 3 está destinado al análisis de las variables de entrada que intervienen directa o indirectamente en la distribución de planta del nuevo almacén, incluyendo una clasificación general de los materiales y del espacio que ocupan actualmente.

En el Capítulo 4 se ilustran las alternativas de distribución de planta del nuevo almacén, describiendo las zonificaciones generales, y explicando brevemente cada una de las alternativas, además de evaluarlas cualitativa y cuantitativamente.

Los objetivos de la distribución seleccionada, y la zonificación con estantería, se presentan en el Capítulo 5.

Finalmente, en el Capítulo 6, se describirá en forma detallada cada uno de los niveles del almacén, que se utilizarán como

área de almacenamiento, mencionando además, las características -
de cada tipo de material.

MARCO DE REFERENCIA.

A) Antecedentes Históricos:

El rápido desarrollo económico experimentado en los países altamente industrializados, ha llevado a la búsqueda y estudio de nuevas técnicas y métodos administrativos y de producción, acordes al fuerte crecimiento industrial.

Este marcado y constante crecimiento tiene su origen en la Primera Revolución Industrial, con el advenimiento de los medios mecánicos que vinieron a sustituir al hombre en los sistemas productivos, así como el impulso dado a los sistemas de comunicación y transporte.

A partir de 1930, y debido al aumento de la actividad en el campo general de la producción, se empezó a desarrollar la Teoría del Muestreo del Trabajo, y el Desarrollo Estadístico del Control de la Calidad, con lo que se establecieron las bases y el rumbo que habrían de tomar en el futuro, las técnicas que hoy se conocen como Investigación de Operaciones.

Este amplio campo de investigación orientado al funcionamiento interno de los sistemas de producción, abarca muchas disciplinas básicas, ya que conjuga los sistemas físicos, sociales y -

económicos, pudiendo dar respuesta a una gran cantidad de problemas específicos y generales, canalizándose a través de tomas de decisiones pertinentes, por los niveles de mando gerenciales.

A través de los años, hemos aprendido a diseñar mejores lugares de trabajo, mejor equipo para el manejo de materiales y mejores edificios para el alojamiento de las actividades productivas. Hemos creado líneas de producción; aprendido principios básicos de la economía de la producción, y en consecuencia, hemos aprendido también, a emplear la mano de obra, materias primas y máquinas de manera equilibrada, para responder al cambio de los componentes básicos de la producción. Hemos aprendido a controlar los sistemas de producción que hemos diseñado para satisfacer las normas de calidad y costos, que se puedan pronosticar con bastante exactitud.

En los últimos 20 años, se han empezado a desarrollar principios y técnicas que permiten diseñar instalaciones y controlar sistemas con algún grado de predicción en cuanto a su desempeño.

En el caso particular de este trabajo de Tesis, sabemos que en el estudio y la aplicación de la administración moderna, el almacén es un medio para lograr economías potenciales y para aumentar las utilidades de manera eficiente, o en el caso contrario, un almacén mal planeado puede representar gastos a la empresa, --

los cuales se traducen en una disminución de las utilidades.

Dentro de la estructura de la empresa, el almacén representa un medio para disminuir pérdidas, a través del movimiento fluido y dinámico de los materiales.

Con el fin de situarnos en el contexto actual y determinar con mayor precisión las necesidades de esta empresa, en lo que se refiere al diseño y construcción de las instalaciones para un nuevo almacén, nos remontamos al año de 1934, en el cual se inician las actividades de la empresa aeronáutica, objeto de este trabajo.

El nacimiento de esta empresa se remonta al 7 de noviembre de 1934, debido a la necesidad de acortar las distancias entre la Ciudad de México y otras poblaciones. Para esos años, el Puerto de Acapulco empezaba a adquirir importancia como centro turístico.

Fue precisamente en 1934, cuando el Sr. Antonio Díaz Lombardo comprendió la importancia de contar con un transporte rápido de México a Acapulco, por lo cual decidió crear una empresa encargada del transporte aéreo entre estas dos ciudades, efectuando así, el primer vuelo inaugural, el 14 de septiembre de 1934.

Años más tarde, y debido a la petición expresa de los habitantes de diversas localidades de la República, así como a la ne-

cesidad de un transporte rápido para el correo, medicinas y mercancías de diversa índole, con la incorporación y adquisición de pequeñas compañías de transporte aéreo, la empresa experimentó una gran expansión, tanto en sus rutas, como en equipo y personal.

En 1941, la empresa vende el 25% de sus acciones a la compañía Pan American, debido a la dificultad para la importación de motores y partes de avión. Con esos recursos, adquiere el primer Boeing 247. Para 1954 era ya una gran aerolínea, tanto por su propio desarrollo, como por la incorporación de varias líneas aéreas pequeñas, logrando su consolidación a partir del año de 1956, en el cual efectúa sus primeros vuelos internacionales vías México-Acapulco-Los Angeles, y México-Nueva York.

En 1958, la empresa compró la parte de capital en poder de Pan American, siendo así netamente mexicana. Un año después, se produjo un paro nacional de pilotos aviadores (ASPA), provocando la requisa de la línea por el Gobierno Mexicano, el cual compró el total de las acciones y bienes, y con ello la propiedad absoluta, el 28 de julio de 1959.

En 1986, 52 años después del nacimiento de la empresa, ésta se ha ratificado en su papel de factor fundamental en la vida económica, política, social y cultural de México.

Actualmente su flota comprende 42 aviones, de los cuales 5 son DC-10; 4 son DC-8; 5 son MD-80; 8 son DC-9-15, y 20 son DC-9-30.

B) Identificación del Caso de Estudio:

La necesidad de ampliar, adecuar y mejorar las instalaciones de almacenamiento de una empresa aeronáutica, motivó la realización del presente estudio.

La citada empresa inició sus operaciones hace más de 50 años, durante los cuales ha crecido, multiplicado su flota, servicios y algunas de sus instalaciones. Dicho crecimiento no ha sido uniforme, ya que algunas áreas, como la de almacenamiento de materiales, no ha crecido al mismo ritmo que las actividades de la empresa. De hecho, estas instalaciones han sido las mismas desde hace 30 años.

Los problemas que se manifiestan actualmente en los almacenes, son consecuencia de una planeación inadecuada en el diseño de los mismos y de las instalaciones aledañas. Algunos de los problemas que se han identificado en el área de almacenamiento, son los siguientes:

- Falta de espacio de almacenamiento y de pasillos.

- Expansión de oficinas sobre áreas de almacenamiento.
- Flujo no continuo de materiales.
- Demoras en el despacho, debidas a un almacenamiento deficiente.
- Estantes inadecuados para algunos materiales.
- Insuficiencia de equipo para manejo de materiales.
- Exceso de material de empaque (cajas, cartones, contenedores.)
- Robo hormiga.
- Baja seguridad en almacenes.
- Falta de servicios sanitarios integrados a los almacenes.
- Inexistencia de espacio para una futura expansión.

Se observa que algunos de los problemas básicos, son la falta de espacio y la obsolescencia de las instalaciones. Esta área, vital para el funcionamiento adecuado de la base de mantenimiento, resguarda los inventarios de materiales y refacciones que dan apoyo terrestre al servicio de mantenimiento de la flota aérea.

Ante los problemas mencionados, la empresa ha propuesto la creación de un nuevo almacén que responda con funcionalidad, seguridad y eficiencia, a las necesidades actuales de resguardo de materiales, otorgando un margen de espacio suficiente para la expansión futura en la distribución del nuevo almacén.

C A P I T U L O 1

METODOS Y TECNICAS DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL APLICADOS A UNA
DISTRIBUCION DE PLANTA.

- 1.1. MANEJO DE MATERIALES.
- 1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE DISTRIBUCION DE PLANTA.
- 1.3. TECNICAS QUE SE APLICAN A UNA DISTRIBUCION DE PLANTA.

1.1. MANEJO DE MATERIALES.

Al efectuar un estudio de distribución de planta, es importante realizar un examen crítico y minucioso del proceso que siguen los materiales, desde su entrada al almacén hasta su utilización.

Así, algunas de las metas serán: evitar futuras pérdidas de tiempo y un mejor aprovechamiento del espacio disponible, logrando de esta manera, minimizar los costos originados por un manejo inadecuado de los materiales.

Conviene definir el concepto de manejo de materiales, como un movimiento o transporte de los mismos, de un lugar a otro.

El manejo de materiales en cualquier empresa, dependen principalmente de los siguientes factores:

- Giro de la empresa.
- Tipo y valor del producto.
- Características del producto.
- Personal involucrado en su manejo.
- Organización de la empresa.

El manejo de materiales persigue como metas:

- Incrementar la capacidad de operación del almacén.
- Mejorar las condiciones de trabajo.
- Incrementar la utilización de espacio y equipos.
- Reducir costos.

Así mismo, debe observar lo siguiente:

Si el Ingeniero Industrial se ha responsabilizado del manejo eficiente del material, debe estar profundamente involucrado en el análisis de las operaciones que incluyan el manejo de materiales. Estos análisis no necesariamente deben cubrir particularidades u operaciones de determinadas secciones de la planta, sino el proceso en su totalidad. En adición a las actividades del manejo de materiales, el Ingeniero Industrial debe tener conocimientos sobre control de inventarios, programas de seguridad, relaciones laborales, adquisiciones, distribución de planta y transporte, entre otros.

En general, sus deberes consistirán en establecer y mantener un flujo adecuado de los materiales en la planta, de la manera más eficaz y eficiente posible.

Frecuentemente, los ingenieros industriales son seleccionados para ocupar cargos que atiendan el manejo de los materiales, debido a su preparación académica en estas áreas.

1.2. IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE DISTRIBUCION DE PLANTA.

La planeación de una adecuada distribución de planta es de vital importancia, pues permite armonizar la interacción de las - personas, el espacio y los recursos, para alcanzar un objetivo.

En el caso particular de la distribución de planta de un almacén, su importancia radica en varios factores, por ejemplo:

- Evitar la congestión de materiales.
- Reducir las demoras en los despachos.
- Evitar daños a materiales almacenados.
- Evitar pérdidas de materiales.
- Ayudar a un control de inventarios ágil.
- Evitar faltantes o agotados.
- Reducir número de personal.
- Evitar mantener piezas obsoletas.
- Mantenimiento de condiciones adecuadas de iluminación, - ventilación, ruido, limpieza, etc.
- Evitar accidentes.
- Reducir gastos indirectos.
- Minimizar movimientos de materiales.

El almacén de esta empresa, da soporte en cuanto a materiales y partes o refacciones, a los talleres de reparación, y a ser

vicios nocturnos de línea. Es por esta razón que debe asegurarse el buen abastecimiento de los mismos. La puntualidad de los aviones depende directamente del buen suministro de refacciones custodiadas en el almacén, lo cual es, a su vez, el resultado de una adecuada distribución de planta.

1.3. TECNICAS QUE SE APLICAN A UNA DISTRIBUCION DE PLANTA.

Una distribución de planta, es un estudio de optimización de un espacio disponible para obtener de él un mejor rendimiento.

Requiere de un conocimiento previo del proceso que se llevará a cabo en el espacio a distribuir, así como de métodos y técnicas que permitan su optimización.

Las técnicas y métodos aportados por la Ingeniería Industrial, se basan principalmente en:

- Métodos heurísticos.
- Investigación de Operaciones.
- Diagramas.
- Gráficas.
- Modelos físicos y matemáticos.
- Simulación digital.

- Paquetes de computación (CRAFT, ALDEP, PLANET, CORELAP.)
- Técnicas de evaluación cuantitativa y cualitativa.
- Técnicas de análisis financiero.

Estas técnicas y métodos son utilizados en diferentes etapas de un estudio de distribución de planta.

En el presente trabajo se utilizarán algunas de estas técnicas, por ejemplo: métodos heurísticos, diagramas, gráficas, modelos físicos y técnicas de evaluación cuantitativa y cualitativa.

Con el fin de explicar y describir de mejor manera un estudio de distribución de planta, se han identificado cinco etapas:

Etapa 1.- Análisis de las Necesidades de Flujo de Materiales:

Esta primera etapa permite identificar el flujo de materiales en una planta productiva, facilitando así la construcción o rediseño del flujo de materiales.

Etapa 2.- Diseño o Rediseño del Flujo de Materiales:

El (re)diseño ayuda a conceptualizar el flujo de los materiales. Apoyará de manera definitiva el desarrollo del estudio de distribución de planta.

Etapa 3.- Realización de la Distribución de Planta:

3.a) Reconocimiento de las condiciones particulares del sistema.

Esta subetapa se justifica por la necesidad tan importante, de identificar las características propias del sistema en el cual se desarrollará el estudio.

3.b) Construcción o representación de las alternativas de distribución.

Esta subetapa se refiere a la representación gráfica de las distintas ideas o alternativas de distribución que respondan, de la manera más adecuada, a los requerimientos particulares de la empresa.

Etapa 4.- Evaluación de las Alternativas de Distribución:

Esta es la etapa de la evaluación de las diferentes distribuciones de planta que se presentan como alternativas para solucionar la problemática en estudio.

Etapa 5.- Selección de la Distribución de Planta:

En esta etapa se selecciona la distribución de planta que satisfaga plenamente las condiciones, limitaciones y caracte

terísticas de la planta. Esta selección se realiza de ---- acuerdo a criterios y políticas trazadas de antemano por -- los que toman las decisiones.

Tanto en la etapa de análisis del flujo de materiales, como en la de rediseño o diseño del mismo, se emplean diversas técnicas y métodos de la Ingeniería Industrial. Estas se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- 1) Convencionales.
- 2) Cuantitativas.

Las técnicas convencionales han sido usadas por muchos años; son relativamente fáciles de usar, y son esencialmente gráficas. Generalmente requieren de mucho trabajo "de detalle" para tener un registro preciso de todos los movimientos del proceso. Requieren también de la búsqueda de diferentes tipos de datos, por ejemplo: la ruta sobre la cual se realizará el movimiento, el volumen desplazado, la distancia a recorrer, la frecuencia con que se realiza el movimiento, la tasa de movimiento y el costo del movimiento.

Entre las técnicas convencionales más comunes, destacan las siguientes:

- a) Diagramas de proceso.
- b) Diagramas de flujo.
- c) Diagrama origen-destino.

a) Diagrama de Proceso.

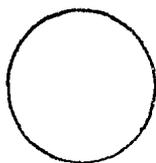
Es un registro tabular de los pasos de un proceso , que utiliza una simbología especial para identificar cada una de las partes del mismo. Es una de las técnicas más antiguas y usadas para analizar el flujo de materiales. Requiere de un examen detallado del proceso. Familiariza al analista con el proceso. Constituye una base importante para la determinación de costos de manejo de materiales. En la Figura 1.3.1. se muestran los diferentes -- símbolos que se utilizan en este diagrama.

b) Diagrama de Flujo.

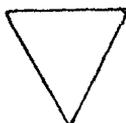
Es un registro gráfico de los pasos de un proceso, que se dibuja sobre el plano del área de interés. Es muy útil para ex-- plicar el proceso a otras personas. Este diagrama utiliza también los símbolos del Diagrama de Proceso. (Fig. 1.3.1.)

c) Diagrama Origen-Destino.

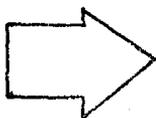
Este diagrama es similar a las cartas de kilometraje que se



Operación: el objeto sufre una transformación en su estado físico o en sus características químicas.



Almacenaje: el objeto es guardado y protegido.



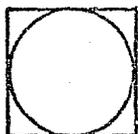
Transporte: es el movimiento del objeto de un lugar a otro.



Demora: retardo inevitable en el proceso.



Inspección: es la verificación de la calidad o cantidad de cualquiera de las características del objeto.



Actividad combinada: ejemplo operación e inspección.

FIG. 1.3.1 SIMBOLOGIA DEL DIAGRAMA DE PROCESO.

presentan en los mapas de carreteras. En un Diagrama Origen-Destino, los números usualmente representan alguna medida del flujo de materiales entre los lugares involucrados, por ejemplo: número de unidades desplazadas, distancia, peso, volumen, o algún --- otro factor. En la Figura 1.3.2., se presenta un Diagrama Origen-Destino.

Analizadas las dos primeras etapas (análisis del flujo de materiales y diseño o rediseño del mismo) del estudio de distribución de planta, se procede a analizar la siguiente etapa:

Tercera Etapa.- Realización de la Distribución de Planta:

Para la etapa de construcción o representación de las alternativas de distribución de planta, existen varios métodos; entre los más conocidos se cuentan:

- 1) Dibujo en planos.
- 2) Moldes en dos dimensiones, cortados a escala, representando la forma y tamaño de cada pieza del equipo. Los moldes son montados sobre un espacio que represente la base del edificio.
- 3) Modelos tridimensionales a escala.
- 4) Combinación de modelos a escala y moldes.

	ALMACEN	BODEGA	TALLER 1	TALLER 2	ENVASADO	FLEJE
ALMACEN		8	4	2	2	8
BODEGA	8		2	6	3	5
TALLER 1	4	2		7	9	6
TALLER 2	2	6	7		10	5
ENVASADO	2	3	9	10		4
FLEJE	8	5	6	5	4	

Nota: Los números representan unidades transportadas.

FIG. 1.3.2 EJEMPLO DE UN DIAGRAMA ORIGEN-DESTINO

1) De estos cuatro métodos, se observa que el primero consume mucho tiempo del analista y del dibujante, además de que dificulta los ajustes y alteraciones, teniendo que repetir el trabajo casi completamente, conforme se requieren hacer modificaciones.

2) El método de los moldes de cartón en dos dimensiones, tiene la desventaja de ser un método que consume mucho tiempo del ingeniero al obtener medidas y bosquejos del dibujante para delinear y reproducir, además del tiempo para cortar. Todos estos detalles hacen de éste, un método caro, no muy exacto, difícil de visualizar, y que requiere volver a trazar para su reproducción. Su ventaja radica en que se pueden adquirir moldes comerciales reproducibles. Mediante el empleo de estos moldes, se obtiene una distribución de planta más precisa, a la vez que se eliminan los trazos o dibujos innecesarios. Además, da flexibilidad al diseño.

Los moldes son de plástico transparente, a dimensiones exactas, pero tienen la desventaja de que las dimensiones verticales no pueden ser visualizadas.

Los métodos que utilizan placas o moldes, son útiles sólo en el trabajo de personal especializado.

3) El método de modelos tridimensionales a escala, es el mejor en cuanto a visualización de la distribución de planta. Es un --

excelente medio para explicar a otros el plan de distribución de planta, permitiendo de esta manera, fomentar la participación del personal involucrado en la planeación de la distribución. En general, este método ayuda a una mejor comprensión del diseño. Sus desventajas son: dificultad para obtener copias, a menos que se haga un molde en placa; mayor costo que el método de los moldes o placas, además de que no incluye información detallada del proyecto en sí.

4) El último método se basa en la combinación de moldes y modelos tridimensionales. En éste se combinan las ventajas de los dos métodos:

- Permite que el personal no especializado pueda estudiar y evaluar la distribución de planta.
- Se pueden obtener fotos de las diferentes alternativas de distribución de planta.
- Los modelos tienen una vida larga.
- Promueve la cooperación de todas las personas involucradas.
- Es útil en la capacitación y orientación del personal.
- Ayuda a una mejor comprensión del problema.

La desventaja es su costo inicial, ya que es mayor que el del método de los moldes y los modelos separadamente.

Para la selección de algún método de representación o construcción de la distribución de planta, se debe considerar el costo de cada opción, así como las desventajas y ventajas que presenten cada una de ellas.

Cuarta Etapa.- Evaluación de las Alternativas de Distribución de Planta:

Una vez establecidos dos o tres planes de distribución de planta, se deberá tomar una decisión acerca de cuál de ellos conviene más a los objetivos y recursos del sistema. Para facilitar esta decisión se utilizan técnicas de evaluación cualitativa y --cuantitativa. Ambas técnicas emplean la comparación entre alternativas, para hacer resaltar las ventajas y desventajas de cada plan.

Para distinguir entre ventajas y desventajas, se establecen criterios; éstos pueden ser: costo, funcionalidad, comodidad para las personas que ahí laboren, seguridad industrial, flujo adecuado de materiales, etc.

Técnicas Cualitativas:

Una de las formas más simples de evaluar una distribución de planta, es mediante una lista de las ventajas y desventajas -- que ésta presenta. Estas ventajas y desventajas se calificarán -- mediante una escala, por ejemplo:

10	Perfecto	5	Aceptable
9	Ideal	4	Promedio
8	Excelente	3	Pobre
7	Muy buena	2	Insatisfactoria
6	Buena	1	Inaceptable.

La suma de las calificaciones de cada ventaja o desventaja, dará la calificación total en cada alternativa. Luego se procederá a escoger la calificación más alta entre las alternativas.

Esta técnica de evaluación es muy simplificada, y no permite evaluar las causas de los problemas que pudieran presentarse posteriormente, ni encontrar áreas problemáticas a primera instancia.

Otra técnica consiste en utilizar una Hoja de Evaluación, la cual consta de varias columnas:

- 1a. Factores a calificar en cada distribución. Estos deberán calificarse por ejemplo, sobre una base de 1-10.
- 2a. Calificación de los factores, como se indicó anteriormente.
- 3a. Pesos relativos de cada factor.
- 4a. Multiplicación de la calificación por el peso relativo (Ver Figura 1.3.3.)

Por cada alternativa, se utilizará una Hoja de Evaluación.

Para emplear esta hoja se necesita:

- 1) Establecer el peso relativo de cada factor. Este peso debe basarse en políticas de la compañía, metas y objetivos, y debe realizarse por el personal de Administración y Dirección. Los pesos relativos deben sumar 1, 10, 100, etc.
- 2) Evaluar cada factor sobre una base de 1-10 ó similar. Si se está evaluando más de una distribución de planta, será conveniente calificarlas de acuerdo a los mismos factores para facilitar la comparación.

ALTERNATIVA 1			
FACTORES	CALIFIC.	PESO RELATIVO	CALIFICACION PONDERADA
ACCESOS	9	0.1	0.9
ILUMINACION	7	0.1	0.7
SEGURIDAD	8	0.3	2.4
DISTANCIA RECORRIDA	5	0.1	0.5
RAPIDEZ EN EL DESPACHO	4	0.2	0.8
ACEPTACION DEL PERSONAL	2	0.2	0.4
COSTOS EXTRAS	3	0.1	0.3

calificación

Total = 6

FIG. 1.3.3 HOJA DE EVALUACION (EJEMPLO)

- 3) Sumar las calificaciones ponderadas de cada alternativa, para determinar la calificación total de cada una.

Al usar cualquier técnica de evaluación, es necesario aplicar medidas cuantitativas a factores que generalmente se consideran cualitativos. No obstante, tales técnicas cualitativas contribuirán a un mejor planteamiento y selección de las alternativas.

Indices de Eficiencia.

Los índices de eficiencia son medidas cualitativas útiles en la evaluación de alternativas, pues permiten relacionar factores cualitativos con una medida cuantitativa, lo que facilita la comparación.

Los índices de eficiencia se diseñan de acuerdo a las características particulares del caso de estudio. A continuación se presentan algunos índices de eficiencia que pueden ser modificados para su uso.

- 1) Índice de manejo directo de material (b)

Representa la distancia exacta que una parte o pieza necesita ser movida durante el proceso de estudio. No es en el sentido estricto un índice, sino una medida de dis

... tancia que sirve para medir la eficiencia de una ruta - propuesta. Sirve también para comparar distintas rutas.

2) Índice de espacio para pasillos (EP)

$$E P = \frac{r}{q}$$

... r = área total de pasillos.

... q = área total de la planta.

Este índice indica la parte del área total de la planta destinada a pasillos. Es de utilidad para designar sólo el área mínima necesaria para pasillos.

3) Índice de espacio de almacenamiento (e)

$$e = \frac{u}{q}$$

... q = área total de la planta.

... u = área total ocupada por material almacenado, ya sea temporal o controladamente.

El resultado de este índice es el porcentaje del área de almacenamiento sobre el total.

- 4) Índice de la utilización del volumen de almacenamiento (VA)

$$V A = \frac{v}{w}$$

- v = volumen ocupado por materiales a nivel normal máximo de almacenaje.
- w = volumen total disponible para almacenaje de materiales en general.

- 5) Tasa de trabajo en manejo de materiales (Tr)

$$T r = \frac{P}{F}$$

- P = personal asignado a labores de manejo de materiales.
- F = fuerza total de trabajo.

- 6) Tasa de pérdida de tiempo por manejo directo de materiales (Pe)

$$P e = \frac{P_t}{T_t}$$

P_t = pérdida de tiempo por manejo directo en el manejo de materiales.

T_t = tiempo total de trabajo directo.

7) Eficiencia en la utilización del espacio (E_f)

$$E_f = \frac{V_o}{V_n}$$

V_o = metros cúbicos ocupados útilmente.

V_n = volumen neto utilizable (m^3)

8) Espacio potencial para pasillos (Pas)

$$Pas = \frac{E_a - E_{op}}{E_{ap}}$$

E_a = espacio actual del área base

E_{op} = espacio óptimo teórico del área de base, destinado a pasillos.

E_{ap} = espacio actual para pasillos.

Técnicas Cuantitativas.

Evaluación de costos de la distribución de planta. Probablemente la evaluación determinante y deseable sea en términos de costos.

Se pueden determinar los costos de cada alternativa y compararse. Así, el proyecto que arroje el menor costo total o que permita obtener ahorros considerables, deberá ser estudiado con mayor detalle, basándose además en otros factores (desventajas, ventajas, intangibles, objetivos, etc.), antes de tomar la decisión final.

Otras técnicas cuantitativas son las técnicas matemáticas. Entre éstas se pueden identificar las técnicas estadísticas o las apoyadas en la computación. Algunas de las técnicas que se aplican son:

- Programación lineal.
- Técnicas de asignación.
- Transporte.
- Programación entera.
- Programación dinámica.
- Líneas de espera.
- Simulación de Monte Carlo.

Resulta de gran utilidad el análisis de las alternativas a la luz de las técnicas anteriormente descritas, aunque algunas veces es difícil la obtención de la información necesaria. No obstante, de estas técnicas se obtienen resultados que facilitan la comparación entre alternativas y apoyan de manera significativa la toma de decisiones.

Quinta Etapa.- Selección de la Distribución de Planta de Acuerdo a Criterios Preestablecidos.

La meta de esta etapa es lograr la mejor elección entre las alternativas de distribución de planta presentadas; es decir, seleccionar el diseño que más se apegue a los objetivos, criterios o lineamientos trazados por la empresa.

Los criterios pueden ser, por ejemplo:

- Adecuación de la distribución de planta a las personas y a las necesidades de la empresa.
- Seguridad.
- Funcionalidad.
- Economía.
- Flexibilidad.
- Posibilidad de expansión.

- Vida útil.
- Y, rentabilidad, entre otros.

Existen otros tipos de criterios no tangibles, que intervienen de manera directa en la selección de la alternativa adecuada, por ejemplo:

- El nivel de servicio.
- La imagen de la empresa.
- La comodidad y bienestar de los trabajadores.
- La calidad del diseño.
- La claridad con la que se exponga o se presente el diseño de distribución de planta.
- El gusto personal de quien toma las decisiones.
- Las políticas de la empresa.

Estos y otros criterios representan, sin duda, una base -- firme de partida para la elección óptima del plan de distribución de planta que se implementará.

C A P I T U L O 2

DIAGNOSTICO DEL SISTEMA ACTUAL DE ALMACENAMIENTO.

- 2.1. APLICACION DEL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA DE UN NUEVO ALMACEN PARA PARTES AERONAUTICAS (CASO DE ESTUDIO.)
- 2.2. DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL Y LIMITACIONES EN CUANTO A INSTALACIONES, RECURSOS Y PERSONAL.
- 2.3. ANALISIS DE LA DISTRIBUCION ACTUAL DE TALLERES Y ALMACENES EN EL AREA DE LA BASE DE MANTENIMIENTO.
- 2.4. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES QUE SE MANEJAN EN LA LINEA AEREA.

2.1. APLICACION DEL ENFOQUE DE SISTEMAS EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA DE UN NUEVO ALMACEN PARA PARTES AERONAUTICAS (CASO DE ESTUDIO.)

En la tarea de comprender el mundo, han surgido a lo largo de la historia varios enfoques: el humanístico, el de sistemas, el artístico, el ingenieril, el religioso y el psicoanalítico, entre otros. Estos enfoques tratan de describir de diferentes maneras, la realidad y los problemas que en ella se presentan.

De los enfoques mencionados, el más reciente es el de sistemas, el cual surge a mediados del presente siglo.

El enfoque de sistemas es el resultado de la Teoría General de los Sistemas, en la que destaca la siguiente idea:

"Es necesario estudiar no sólo las partes y procesos aislados, sino también resolver los problemas decisivos hallados en la organización -producto de la interacción dinámica de las partes-, y el orden que los unifica."

El concepto de sistema es pilar en esta teoría entendiéndose por sistema, un conjunto de elementos interactuantes. Un sistema siempre está contenido dentro de otro más grande; tiene una función o funciones y un objetivo general.

El enfoque de sistemas significa observar cada componente o subsistemas, en términos del papel que juegue cada uno de ellos - dentro de un sistema total.

Al querer explicar o describir un sistema, es conveniente considerar:

1) Los objetivos del sistema -considerado como un todo-, y más específicamente, las medidas de actuación del sistema completo.

La medida de actuación de un sistema, es un marcador que se ñala y opera el sistema. Se podrían identificar las medidas de actuación de un sistema, como las metas de éste, es decir, la parte cuantificable de los objetivos del sistema.

2) El medio ambiente del sistema: las restricciones fijas.

El medio ambiente es lo que está "fuera" del sistema, ésto significa que el sistema no puede hacer nada respecto a sus características o a su comportamiento. El medio ambiente integra los elementos que son "constantes", o dados, desde el punto de vista de sistemas.

El medio ambiente no es tan sólo algo que está fuera del -- control del sistema, sino que es algo que determina cómo --

opera el sistema.

Es útil para la identificación del medio ambiente, contestar a las siguientes preguntas:

- ¿Podría hacer algo acerca de ello?
- ¿Influye en mis objetivos?

Si la respuesta a la primera pregunta es NO, y la respuesta a la segunda es SI, entonces se trata del medio ambiente.

3) Los recursos del sistema.

Los recursos del sistema se encuentran dentro del mismo. - Son los medios que el sistema utiliza para realizar sus trabajos. Los recursos son las cosas que el sistema puede cambiar y utilizar para su propio provecho.

4) Los componentes del sistema, sus actividades, metas y medidas de actuación.

Los componentes de un sistema son las "actividades" básicas, es decir, el desglose racional de las tareas que el sistema debe realizar. Es importante no confundir los departamentos, divisiones, oficinas y grupos de personas en que gene-

ralmente se dividen las organizaciones, con sus componentes, ya que éstos últimos son los lineamientos de acción para al canzar el objetivo del sistema.

Analizando las "actividades", se puede destinar el valor de una actividad para el sistema total, en tanto no exista ni una otra forma posible de estimar el valor de la actuación departamental.

5) La administración del sistema.

La administración establece las metas de los componentes, asigna los recursos y controla la actuación del sistema.

La administración de un sistema, tiene que referirse a la generación de los planes para el mismo, es decir, a la consideración de todas las metas generales, el medio ambiente, la utilización de recursos y los componentes.

Así vemos que para la descripción de un sistema, es necesario identificar:

- 1) Los objetivos.
- 2) El medio ambiente.

- 3) Los recursos.
- 4) Los componentes del sistema.
- 5) La administración.

El análisis de estos puntos, permitirá una mejor conceptualización del problema a tratar, lo cual conlleva a una solución más adecuada.

El enfoque de sistemas es considerado particularmente útil en la descripción del macrosistema o sistemas muy complejos. Es precisamente por esta cualidad por la que se ha considerado eficaz en el planteamiento de este estudio.

La aplicación de este enfoque, tiene como finalidad obtener una clara visión de la empresa en su totalidad, de sus objetivos, componentes, medio ambiente, recursos y administración, así como reconocer en qué elemento del sistema se está presentando la necesidad de nuevas instalaciones de almacenamiento, cuya distribución de planta es el tema de este trabajo de Tesis.

Aplicación del Enfoque de Sistemas a la Empresa Aeronáutica.

Inicialmente, es conveniente identificar el sistema que va a estudiarse. En este caso, se trata de una empresa aeronáutica.

El objetivo de este sistema es proporcionar un servicio de transporte aéreo eficiente y seguro, para mejorar las comunicaciones internas y externas que necesita el país.

Se han identificado como medio ambiente del sistema, elementos tales como:

- Las decisiones políticas y económicas del Gobierno.
- La competencia.
- La demanda de servicios de transporte aéreo.
- Las innovaciones tecnológicas.
- Las condiciones climatológicas.
- La situación económica del país.
- Los códigos y acuerdos internacionales de navegación y seguridad aérea, etc.

Estos son factores que la empresa no puede variar, en los que no puede influir y que afectan directamente a sus objetivos.

Los recursos básicos con los que cuenta la empresa para realizar sus tareas son:

- El personal de vuelo, técnico, administrativo y ejecutivo.
- Los recursos económicos proporcionados por el ejercicio

de la empresa misma y por el Gobierno.

- Recursos materiales: flota de aviones, bases de mantenimiento, estaciones, equipos de apoyo terrestre (montacargas, plataformas), almacenes e inventarios.

Los recursos del sistema son varios; solamente se han enunciado los más importantes. Los recursos, en términos generales, son los medios con los que cuenta la empresa para dar servicio de transporte y comunicación.

La parte inmediata en la descripción, es la referente a los componentes del sistema.

Los componentes son las "misiones" básicas que contribuyen a lograr el objetivo común. Se identifican los siguientes:

- Subsistema administrativo.
- Subsistema técnico.
- Subsistema financiero.
- Subsistema comercial.

(Ver Figura 2.1.1.)

El subsistema administrativo contribuye a la organización, planeación y control del sistema. Tiene funciones tales como to-

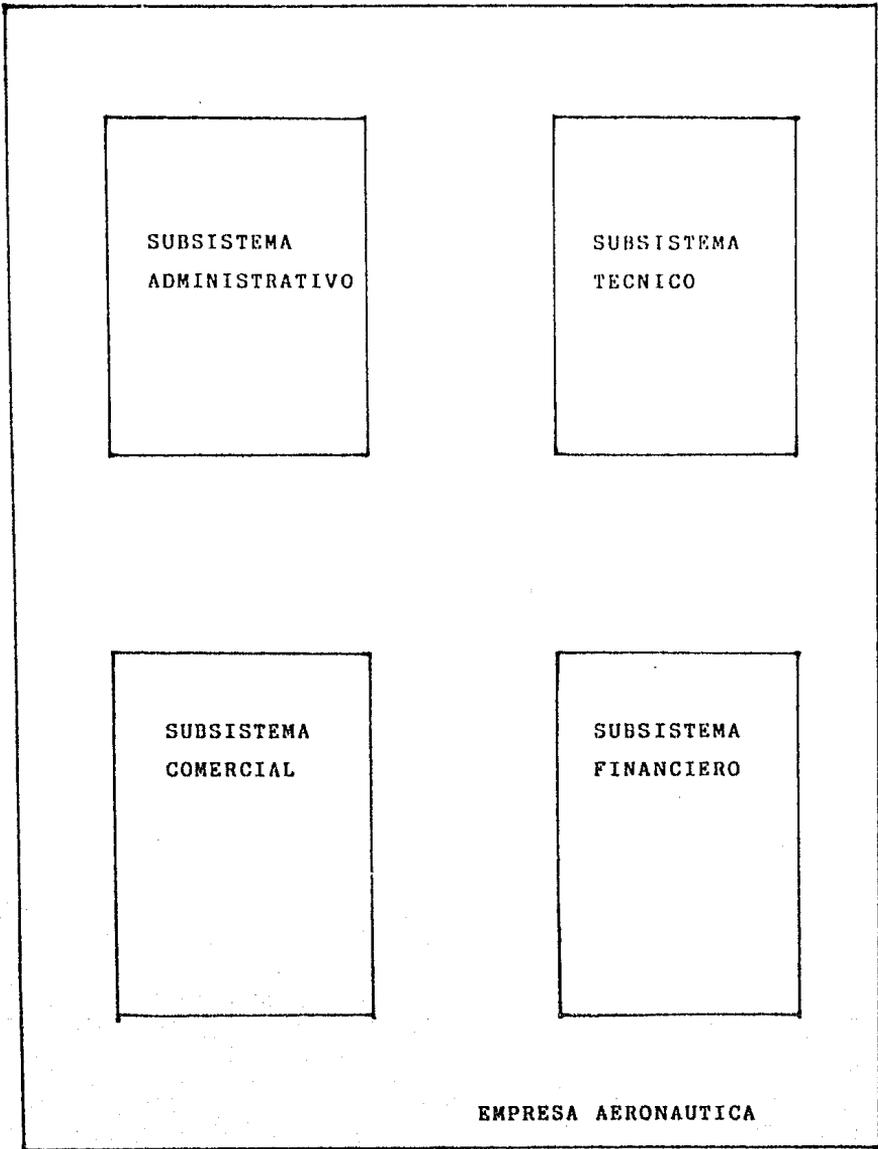


FIG. 2.1.2 SUBSISTEMAS IDENTIFICADOS EN LA AEROLINEA

ma de decisiones, informática, personal y compras, entre otras.

El subsistema técnico da el apoyo necesario para mantener en óptimas condiciones de vuelo a la flota y a la operación misma.

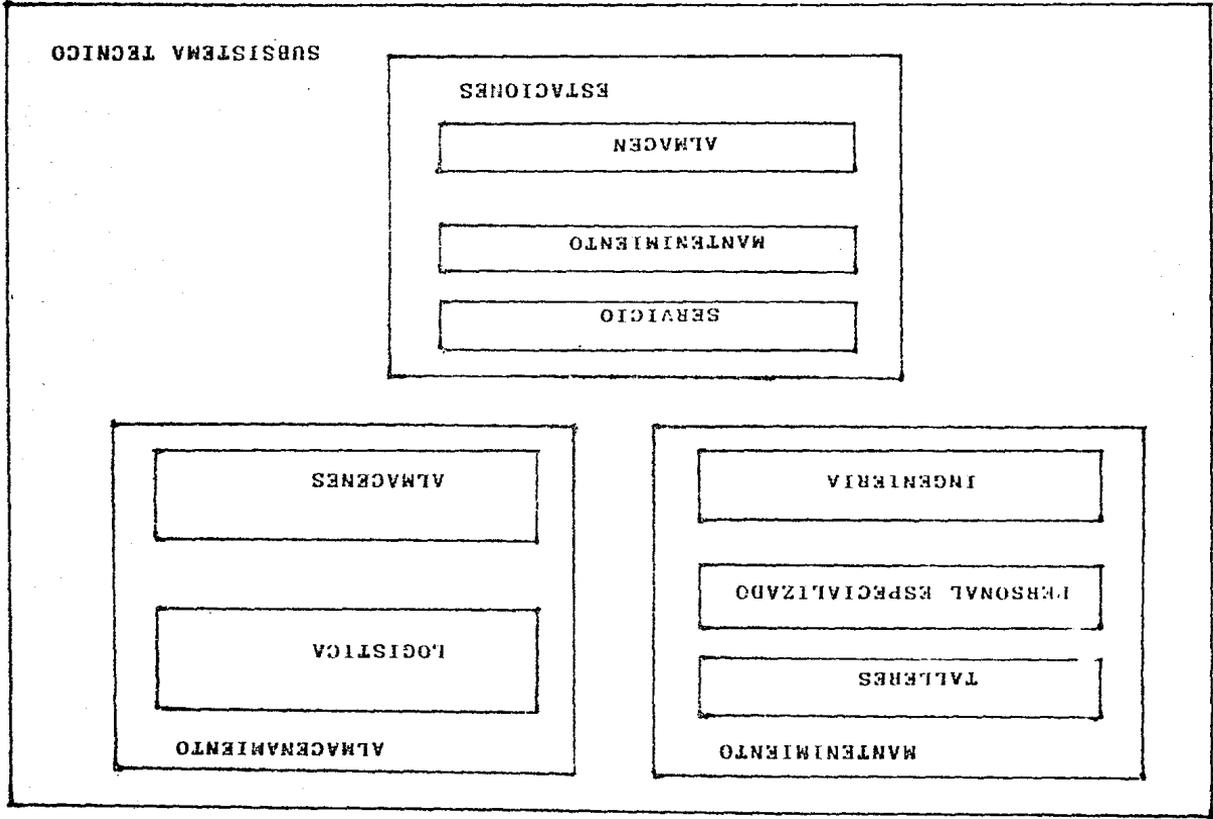
El subsistema financiero provee de los recursos económicos necesarios para la operación de la empresa. También se ocupa del control y manejo eficiente de los mismos.

Por último, el subsistema comercial se ocupa de las actividades relacionadas con la venta de los servicios que proporciona la empresa.

Dentro del subsistema técnico, se pueden identificar las siguientes funciones:

- Mantenimiento: En esta función colaboran el personal -- técnico especializado, talleres de reparación e Ingeniería.
- Estaciones: Proporcionan servicio de mantenimiento --- correctivo y reparaciones menores a la flota, y se localizan en las ciudades a las que vuela la línea aérea.
- Almacenamiento: Provee de materiales y refacciones a -- los talleres de servicio. Existe un elemento que controla esta función: Logística (Ver Figura 2.1.2.)

FIG. 2.1.2 FUNCIONES DEL SUBSISTEMA TECNICO



Es precisamente en el subsistema técnico en el que se presenta la necesidad de contar con un nuevo almacén que responda a los requerimientos de manejo y almacenaje de materiales que enfrenta la empresa. Se pretende que este nuevo almacén, haga más eficiente el almacenamiento, así como su control.

Además, los beneficios que aportará el nuevo almacén, se difundirán a todos los subsistemas restantes, dado que los elementos son interactivos.

Para completar la descripción, hace falta mencionar solamente a la administración del sistema.

La administración del sistema está formada por un Consejo, el cual está integrado por personas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.); de este modo, las decisiones que toma el Consejo están supeditadas a los objetivos del Estado y a las decisiones de sus propios integrantes.

2.2. DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL Y LIMITACIONES EN CUANTO A INSTALACIONES, RECURSOS Y PERSONAL.

Es importante conocer para fines de este estudio, cuáles son las limitaciones actuales en cuanto a instalaciones, recursos y personal en la aerolínea, ya que conociendo éstas, se puede visualizar de mejor manera, la problemática que se ha presentado en esta empresa en los últimos años.

Es evidente que al pasar el tiempo y al aumentar las necesidades de servicio actuales, la aerolínea se enfrenta a la problemática de un crecimiento inesperado y no planeado de sus instalaciones, infraestructura y personal. Es por ésto que es importante destacar en el presente estudio, cada uno de los factores que afectan directa o indirectamente a esta problemática, ya que se podrían plantear posibles alternativas de solución, logrando de esta manera, cumplir con los objetivos definidos al inicio de este trabajo de Tesis.

A continuación, se mencionarán algunas de las limitaciones que presentan mayor problemática dentro de la empresa aeronáutica.

Instalaciones:

La aerolínea hoy en día cuenta con las siguientes instalaciones en el área de mantenimiento:

- Caseta de Vigilancia.
- Superintendencia de Control de Calidad.
- Superintendencia de Ingeniería.
- Superintendencia de Servicio a Aviones.
- Superintendencia de Talleres.
- Sección de Taller Industrial.
- Sección Almacén Técnico.
- Sección de Contratos.
- Sección de Existencias.
- Sección de Receptora.
- Sección de Reparables.
- Sección de Inspección a Talleres.
- Sección de Inspección en Línea.
- Sección de Control de la Producción.
- Sección Automotriz.
- Sección de Engrasados de Equipo.
- Sección de Información de Ingeniería y Mantenimiento.
- Sección de Análisis de Fallas.
- Sección de Eléctricos.
- Sección de Electrónica.
- Sección de Mantenimiento de Plataforma.
- Taller de Asientos.

- Taller de Limpieza.
- Taller de Pintura.
- Taller de Vestiduras.
- Taller de Accesorios.
- Taller de Lámina.
- Taller de Máquinas y Herramientas.
- Taller de Motores.
- Taller de Instrumentos.
- Taller de Radio.
- Taller de Avionics.
- Hangar.
- Subestación.
- Comedor.
- Oficinas Administrativas.

Como puede observarse a grandes rasgos, la aerolínea cuenta con una infinidad de instalaciones, mismas que difieren unas de otras debido a sus propias características de operación.

Hemos observado a través de este estudio que una de las limitaciones de mayor importancia en cuanto a instalaciones se refiere, es que la mayoría de los Departamentos y Secciones se encuentran desligados dentro del área técnica, desde el punto de vista de ubicación y funcionalidad.

Lo mismo sucede en los talleres mecánicos, ya que debido al crecimiento inesperado de la empresa, originan una dispersión de funciones al tener que ser ubicados en lugares inadecuados y faltos de espacio, dando paso a la falta de coordinación entre cada una de las actividades que se desempeñan en cada taller. En consecuencia, se presenta cierta inoperabilidad en determinadas actividades, así como pérdidas de tiempo y un notable aumento en los costos de operación.

Las autoridades de la empresa han planteado la necesidad de rediseñar la base de mantenimiento, para atender y dar solución a la problemática antes expuesta. Este proyecto comprenderá la --- construcción de tres naves, en tres etapas:

La primera etapa comprenderá la reconstrucción del Hangar y la construcción de un nuevo almacén que permita resguardar todo el material aeronáutico con el que cuenta la empresa.

También se reubicarán en una zona determinada, las áreas de oficinas y secciones, con el objeto de agilizar las operaciones administrativas y coordinar las actividades dentro de la empresa.

La segunda y tercera etapas, comprenderán la ubicación de todos los talleres mecánicos en una misma área, permitiendo así, la coordinación de actividades de un taller a otro, reduciendo al

mismo tiempo los costos que se deriven de operaciones inadecuadas dentro de los talleres, y el tiempo de operación.

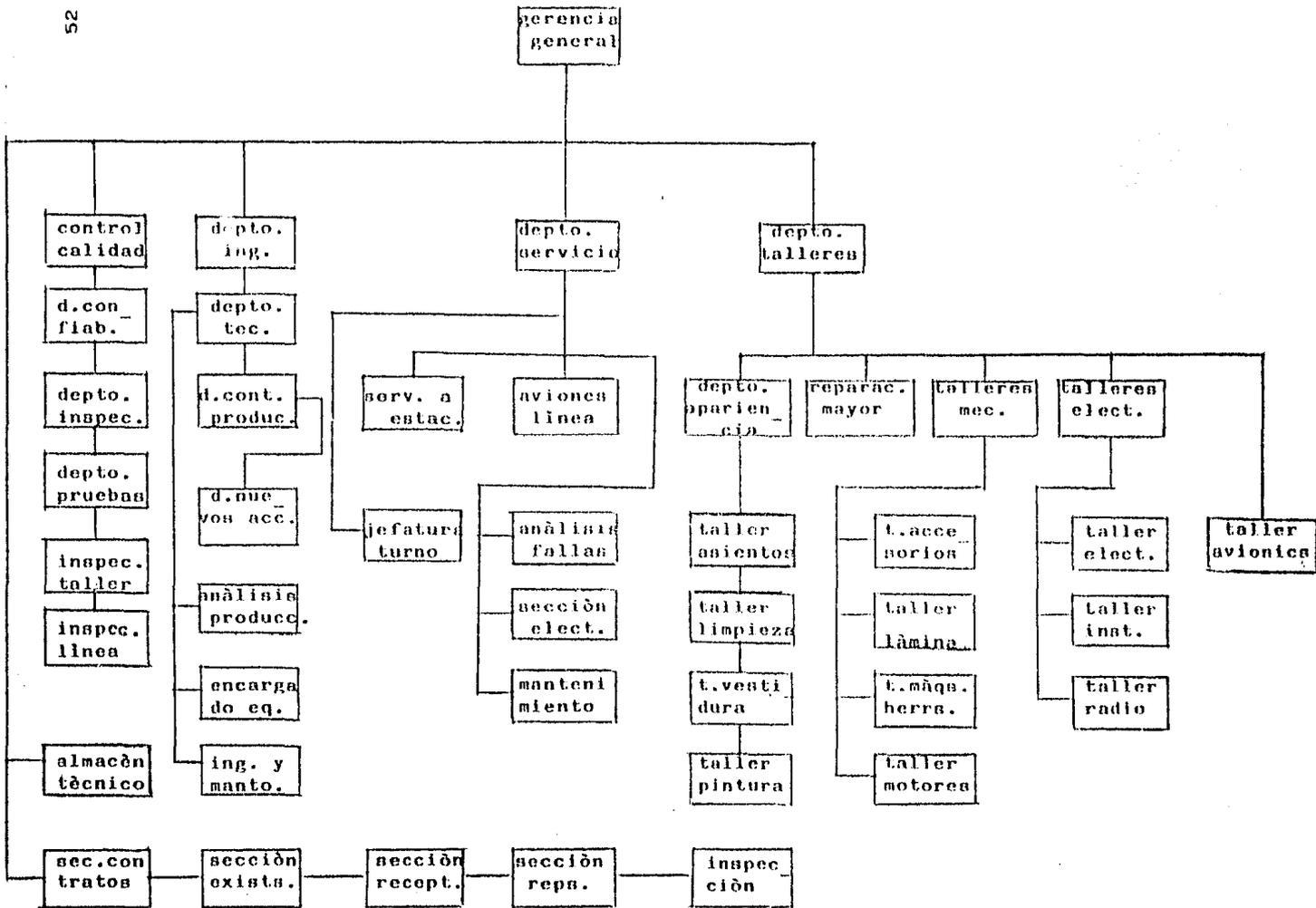
Este estudio se basará única y exclusivamente en la primera etapa contemplada en el proyecto, debido a la gran importancia -- que representa contar con un nuevo almacén que resguarde todo el material aeronáutico, ya que éste es parte esencial en el esquema operativo de la empresa.

Es por ésto que este estudio será la base de nuestro trabajo de Tesis, ya que todo lo relacionado y aplicado en este proyecto, es significativo dentro del contexto de la Ingeniería Industrial.

Infraestructura y Personal:

Debido a la importancia de sus servicios y a lo extenso de sus instalaciones, la aerolínea se integra funcionalmente de la siguiente manera:

- Dirección Técnica (Gerencia General de Ingeniería y Mantenimiento.



De lo anterior, se observa que existe una integración funcional y ordenada dentro de la empresa, siendo la restricción de mayor relevancia, la incompatibilidad de ubicación de secciones dentro de la empresa, lo cual origina discontinuidad en ciertas actividades que se realizan en el área de mantenimiento. No obstante, se cuenta con una infraestructura adecuada, conforme a los servicios y operaciones que se desarrollan dentro del contexto aeronáutico.

En cuanto a personal se refiere, se cuenta con 10,300 empleados, de los cuales 3,500 son de confianza, y 6,800 sindicalizados.

Por lo anterior, ocasionalmente se presentan algunas incongruencias de tipo laboral, por lo que consideramos que este factor representa una limitación de importancia.

El personal con el que cuenta la empresa, es el adecuado en cuanto a número se refiere, aunque se haría necesario un plan de capacitación, en el caso de que se llegaran a implementar métodos que permitieran optimizar operaciones específicas dentro de un área determinada de trabajo.

2.3. ANALISIS DE LA DISTRIBUCION ACTUAL DE TALLERES Y ALMACENES EN EL AREA DE LA BASE DE MANTENIMIENTO.

Uno de los factores que se considera de suma importancia en la gestión económica de una empresa, es el tener una buena distribución de planta, adecuada a las necesidades que ésta requiera.

No debe restársele importancia a la planeación adecuada de esta función, ya que el recorrido de los materiales es considerado como la espina dorsal de cualquier proceso productivo y, por lo tanto, se debe poner atención para evitar que los equipos se conviertan en un conjunto desordenado de hombres y máquinas.

Por lo que respecta a nuestro caso de estudio, se puede detectar que esta distribución de planta, en lo concerniente a talleres y almacenes en la base de mantenimiento, fue creciendo a similitud de los hongos, ya que éstos iban apareciendo según se necesitaban y en donde hubiera espacio disponible, sin llevar la secuencia de un plan preestablecido para futuras expansiones.

De acuerdo al recorrido que se hizo por toda el área de la base de mantenimiento de la empresa, se pudo localizar tanto los talleres, como los almacenes. Algunas apreciaciones de los mismos, son las siguientes:

- Las construcciones con las que cuenta la empresa para los talleres y almacenes son muy antiguas; aproximadamente datan de 50 años atrás, lo que hace que los objetivos para los cuales fueron construidos, hayan sido rebasados, y consecuentemente hayan perdido funcionalidad, flexibilidad, y no cuenten con las áreas para expansión requeridas en la actualidad.

Algunos de los problemas que se presentan, se enuncian a -- continuación:

- Falta de funcionalidad: Debido al acelerado crecimiento de la demanda de servicios aéreos en los últimos años, la empresa tuvo que incrementar su flota de aviones, y por ende se incrementó el número de partes, de tal manera que los almacenes tienen mucho material resguardado aún sobre su capacidad original de almacenaje para la que fueron diseñados, originando que no se tenga una buena funcionalidad.
- Interrelación: Al ir apareciendo en el lugar en que fueron necesitándose, los talleres y almacenes fueron perdiendo -- interrelación, ya que lo mismo encontramos al taller de apariencia que al de pintura, el mecánico y el de motores en la misma área, lo cual no lleva la secuencia lógica y normal del proceso original. De la misma forma, se pudo encontrar en el mismo lugar al almacén de reparables y el de consumo.

- Estantes: La gran diversidad de materiales que se maneja en la empresa, dió como resultado la introducción de estantes de muy variados tipos, tamaños y construcción, en áreas propiamente destinadas a pasillos. Cuando los estantes no fueron suficientes, se improvisaron algunos hasta en madera; además, mucho de los estantes son rellenos en su parte su perior, con cajas de cartón de todos tipos y tamaños.

- Pasillos: En algunos almacenes, como por ejemplo en el de consumo, se tienen pasillos muy estrechos, debido a que la estantería obstruye el área aprovechable de los pasillos. Esto dificulta seriamente el manejo, almacenamiento y despa cho de los materiales, con la consecuente pérdida de tiempo y elevación de costos para la empresa.

- Transporte: Se emplea para llevar a su origen a los mate-- riales o partes reparadas o por reparar. No se les da un uso adecuado, ya que lo mismo se ha observado transportar grandes cargas en un diablo, el cual originalmente ha sido diseñado para soportar cierto peso, que transportar cosas muy pequeñas en un montacargas. Así mismo, se ha visto el manejo inadecuado de materiales que necesitan de un transporte y trato especiales, que en vez de ser llevados en un contenedor, son arrastrados, como en el caso de los tanques de oxígeno, hidrógeno, freón y halón.

- Estructura: Como anteriormente se mencionó, las instalaciones son muy antiguas, pudiendo observarse que algunos almacenes tienen aún pisos de madera, como es el caso de la Bodega, en la cual se guardan grandes pesos, mismos que representan un peligro potencial para la integridad física del almacenista. Además, son notables la falta de iluminación, y la distribución poco adecuada de los extinguidores, etc.

- Recursos Humanos: Resistencia al cambio. En cualquier empresa juega un papel muy importante, y en esta empresa los recursos humanos no serán la excepción. De acuerdo a las encuestas realizadas entre el personal, se les preguntó sobre lo que harían si se llegara a construir un nuevo almacén y se modificara su distribución, a lo que contestaron que primeramente no creían la posibilidad de esa nueva construcción, y que no querían nada que implicara cambios en la manera de manejar y resguardar los materiales, prefiriendo continuar como hasta ahora.

Todo lo anteriormente descrito, nos da la pauta para delimitar los objetivos de la función distribución de planta, entre los que se encuentran los siguientes:

- 1) Minimizar los movimientos de materiales.
- 2) Asegurar una alta rotación de material en inventario.

- 3) Minimizar la inversión en equipos.
- 4) Utilización lo más racionalmente posible, del espacio disponible.
- 5) Utilización eficiente de los recursos humanos.
- 6) Asegurar la eficiencia, comodidad y seguridad del área de trabajo.

Podemos concluir que de acuerdo a los problemas anteriormente descritos, se tiene en la base de mantenimiento de la empresa, una disposición de talleres y almacenes, que en ninguna forma favorece la optimización en tiempo y costo, de las actividades propias de la misma.

2.4. DESCRIPCION DE LOS MATERIALES QUE SE MANEJAN EN LA LINEA AEREA.

Das las características de servicio que brinda la aerolínea, se maneja una diversidad de materiales, refacciones, partes y/o equipos. Cabe mencionar que el flujo y manejo de los mismos, es muy elevado, por lo que se pone especial cuidado en su clasificación y manejo, ya que los materiales difieren radicalmente unos de otros en cuanto a tipos, tamaños y características propias.

En la empresa, el material se clasifica de la siguiente manera:

- Material de Consumo.
- Material Reparable.
- Material Rotable.
- Material Recuperable.

Material de Consumo:

Son artículos para los cuales no existe ningún procedimiento de reparación, y aquellos cuyo costo de reparación excede al costo de reemplazo.

Son ejemplos de material de consumo los siguientes:

- Empaques.
- Selladores.
- Clavijas.
- Tuercas.
- Tornillos.
- Rondanas.
- Abrazaderas.
- Sustancias Químicas.
- Pinturas.
- Aceites.
- Solventes.
- Pastas de Relleno (Resanadores.)
- Telas.
- Plásticos.
- Limpiadores.

Material Reparable:

Este término se aplica a partes que son económicamente reparables, y que son rehabilitadas para obtener la condición de servicio requerida, durante un período menor que la vida del equipo de vuelo al cual pertenecen.

Estas piezas tienen un valor económico -ya sea que estén en condiciones de servicio o fuera de servicio-, hasta que son decla

radas sin valor para la operación, ya sea por obsolescencia propia o del equipo de vuelo a la cual pertenecen, o porque estas piezas ya no pueden ser reparadas. Tenemos como ejemplos de materiales reparables:

- Instrumentos Electrónicos.
- Conjuntos de Frenos.
- Radares.
- Radiadores.
- Hornos.
- Toboganes.
- Altímetros.
- Radio.
- Circuitos Integrados.
- Audífonos.

Material Rotable:

Normalmente son piezas seriadas o artículos terminados. Pueden tener una larga vida esperada, mediante un mantenimiento general repetitivo. Al operar estas piezas en condiciones más abajo de lo normal, igualan la vida del avión o de la máquina.

Los materiales rotables tienen incorporadas partes repara-

bles o reemplazables, como por ejemplo:

- Motor Hidráulico.
- Motor y subpartes.
- Bomba Hidráulica.
- Computadoras de Vuelo.
- Inercial.
- Motores.
- Tren de Aterrizaje.
- Turbinas.
- Generador (A.P.U.) Altern Power Unit.
- Alas.
- Flaps.
- Alerones.

Material Recuperable:

Este término se aplica a partes que pueden ser operadas en condiciones normales de servicio, una o varias veces antes de desecharse. Estas piezas son recuperables gracias a los servicios de mantenimiento y corrección, tales como: uniones, soldadura, --rellenado, recargado, retrabajado o cambio de contenedor y recubrimiento.

Son materiales recuperables los siguientes:

- Filtros.
- Ventanillas.
- Puertas.
- Llantas.
- Asientos.
- Herramientas.
- Válvulas.

C A P I T U L O 3

ANALISIS DE LAS VARIABLES DE ENTRADA QUE INTERVIENEN EN LA DISTRIBUCION DE PLANTA DEL NUEVO ALMACEN.

3.1. CLASIFICACION GENERAL DE LOS MATERIALES.

3.2. LOCALIZACION Y DIMENSIONES DEL NUEVO ALMACEN.

3.3. ESPACIO QUE OCUPAN ACTUALMENTE LOS MATERIALES.

3.3.1. TABLA DE ESPACIO ACTUAL EN LOS DIFERENTES
ALMACENES Y CRECIMIENTO PROYECTADO.

3.4. CARACTERISTICAS DEL MANEJO DE CADA GRUPO DE MATERIALES.

3.4.1. EQUIPO EXISTENTE PARA EL MANEJO DE MATERIALES.

3.4.2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ALMACENAMIENTO.

3.5. MATERIALES Y/O PARTES QUE REQUIEREN ALMACENAMIENTO ESPECIAL.

3.6. ANALISIS DE LOS MATERIALES POR DEMANDA.

3.6.1. ANALISIS DE LOS MATERIALES DE MAYOR DEMANDA.

3.7. RECURSOS HUMANOS DEL AREA DE ALMACENAMIENTO.

3.1. CLASIFICACION GENERAL DE LOS MATERIALES.

Las partes, materiales, refacciones y objetos que se utilizan y dan apoyo a la industria aeronáutica, son muy variados y extensos, lo cual obliga a tener un almacenamiento meticulouso, ordenado y lógico de estos materiales dentro del nuevo almacén.

Estos materiales van desde un pequeño tornillo hasta una computadora de vuelo, pasando por llantas, instrumentos electrónicos, trenes de aterrizaje, asientos, material electrónico, alambres, - aceites, etc.

Para facilitar el manejo, almacenamiento y el diseño de la distribución de planta del nuevo almacén, se requiere una clasificación que englobe a los elementos en grupos que presenten características similares, que permita a su vez, identificarlos y almacenarlos más fácilmente. Esta clasificación se ha realizado de acuerdo a criterios tales como:

- Volumen.
- Tasa de consumo.
- Costo por unidad.
- Experiencia del personal del almacén.
- Tipo de material (eléctrico, electrónico, papel, madera.)
- Problemas de almacenamiento que pueden causar algunos -

materiales.

Cada parte, refacción o material del avión, tiene asignado un número de identificación y ubicación en el almacén e inventario. Actualmente se manejan aproximadamente 70,000 números de partes; esta cifra por sí sola, justifica la clasificación.

Empleando los criterios antes expuestos y con asesoría del personal de Logística de la empresa, se obtuvo la clasificación de los materiales que se manejan en el almacén, la cual se presenta a continuación:

- 1) Tren de aterrizaje.
- 2) Llantas (nuevas, renovadas y armadas.)
- 3) Instrumentos de vuelo.
- 4) Material eléctrico/electrónico.
- 5) Tubería para líquidos y aire.
- 6) Ferretería (tornillos, rondanas, abrazaderas.)
- 7) Computadoras e instrumentos electrónicos (avionics.)

- 8) Hojas de aluminio, triplay y lámina.
- 9) Cables, alambres y similares.
- 10) Alfombras, papel, telas y similares.
- 11) Aceites.
- 12) Tanques de oxígeno y gases.
- 13) Material de empaque y contenedores.
- 14) Conjunto de frenos armados.
- 15) Material de limpieza (jergas, líquidos, mechudos, es--
topa.)
- 16) Baterías.
- 17) Adhesivos.
- 18) Herramientas.
- 19) Asientos armados.

A continuación se presentan las características generales de los elementos que conforman esta clasificación:

1) Tren de aterrizaje:

Este elemento es muy pesado y voluminoso; tiene aproximadamente 3 m de altura y 1.5 m de diámetro, lo cual implica un tipo de manejo y almacenamiento especiales.

2) Llantas:

Se manejan varias medidas, de acuerdo al tipo de avión (nariz, parte central, etc.) Las llantas se consideran como material recuperable de la empresa, por lo que se almacenan llantas nuevas, renovadas, armadas (incluye el rín), etc. Es un material que requiere demasiado espacio y condiciones especiales de almacenamiento, como son clima frío, oscuridad y rotación periódica sobre su base, para evitar su deterioro.

3) Instrumentos de vuelo:

Material electrónico sumamente delicado y costoso, aunque no ocupa gran volumen.

4) Material eléctrico/electrónico:

Material pequeño que requiere de estantes especiales para su almacenamiento y un lugar fresco para evitar desperfec-

tos del mismo.

5) Tubería para líquidos y aire:

Necesita cierto grado de humedad y estantería de características especiales para su almacenamiento.

6) Ferrería:

Material de alto consumo, pequeño, de bajo costo unitario, y representa el 80% del total de las piezas que se manejan en el almacén.

7) Computadoras e instrumentos electrónicos (avionics):

Las características de estos materiales, son su elevado -- costo (cientos de miles de dólares), y su fragilidad al manejarse; deben moverse lo menos posible, para evitar daños en sus componentes.

8) Hojas de aluminio, triplay y lámina:

Material de bajo peso; ocupa grandes áreas de almacenamiento, y se requieren estantes especiales para su almacenaje.

9) Cables, alambres y similares:

Estos se almacenan en rollos colocados en despachadores -- apropiados; son materiales de alto consumo.

10) Alfombras, papel, tela y similares:

Artículos de elevado peso y volumen, que deben manejarse - con ayuda de equipo especial debido a sus características propias.

11) Aceites:

Presentan un consumo alto; se mantiene una gran cantidad - en inventario. Se manejan varios tipos de aceites y se al macenan en tarimas que pueden ser manipuladas por medio de montacargas.

12) Tanques de oxígeno y gases:

Este equipo necesita de un almacenamiento especial, debido a que los tanques y sus válvulas son elementos muy delicados y más al manejarse. Algunos de los fluidos que se manejan pueden considerarse como material altamente peligroso.

13) Material de empaque y contenedores:

Este material protege a las refacciones y/o partes, de cual quier daño durante su transportación. Aún cuando el equipo haya sido empleado y sacado de sus contenedores o cajas, - es necesario conservar este material de empaque, con el ob jeto de reutilizarlo nuevamente cuando se requiera. Generalmente este material es ligero, de bajo costo y muy voluu

minoso. Debe ponerse atención al almacenarlo, pues requiere de un espacio igual o mayor que las partes a las que -- protege.

- 14) Conjunto de frenos:
Parte reparable del avión, de dimensiones pequeñas (.5x.4m), y de gran peso (200 Kg aproximadamente.)
- 15) Material de limpieza:
Artículos de alto consumo; algunos ocupan demasiado espacio (mechudos); requieren de un estante o un medio de almacenamiento adecuado.
- 16) Baterías:
Material de alto consumo y rotación en inventarios.
- 17) Adhesivos:
Material de alto consumo.
- 18) Herramientas:
Material de alto consumo; requiere de estantería especial.
- 19) Asientos armados:
Artículo voluminoso; dimensiones promedio: .62 x 1.10x1.10 m.

Esta clasificación engloba de manera general los materiales más importantes a considerar para la obtención del diseño de la distribución de planta más adecuada.

3.2. LOCALIZACION Y DIMENSIONES DEL NUEVO ALMACEN.

Como se ha descrito en capítulos anteriores, las instalaciones de la base de mantenimiento comprendida en nuestro caso de estudio, presentan una falta de previsión para futuras expansiones, creciendo de tal manera que en la actualidad, por toda esta área podemos encontrar una gran diversidad de instalaciones, entre las cuales se encuentra la correspondiente al área del nuevo almacén. (Ver Figura 3.2.1.)

Este nuevo almacén se encuentra localizado de la siguiente manera:

Colinda al Norte con el Hangar; al Sur con la Av. Hangares; al Oeste con el departamento y talleres de reparación mayor, y al Este con el patio de maniobras. (Ver Figura 3.2.2.)

El nuevo almacén se construirá en seis niveles, los cuales corresponden a:

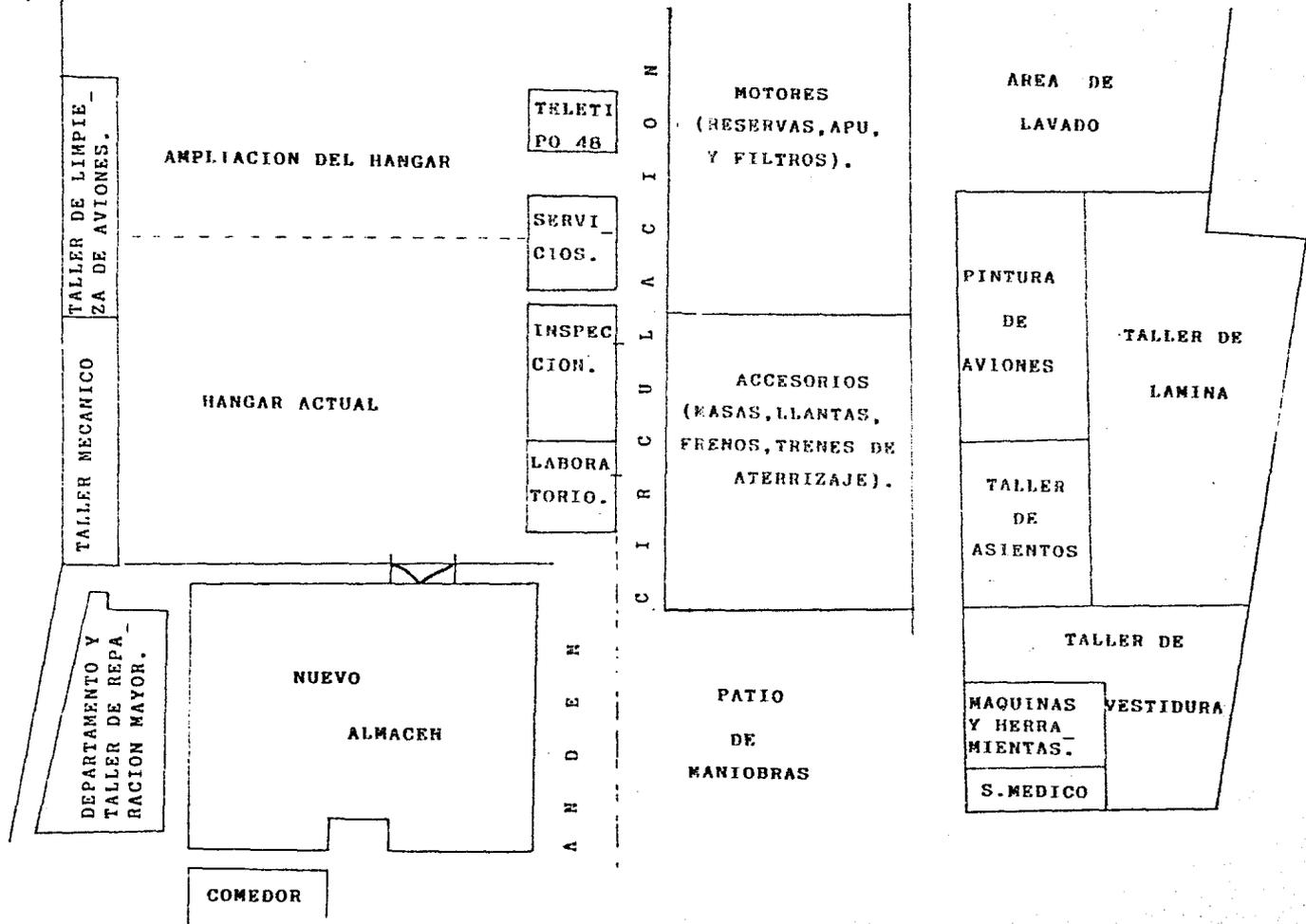


FIG. 3.2.1 LOCALIZACION DEL NUEVO ALMACEN EN LAS INSTALACIONES.

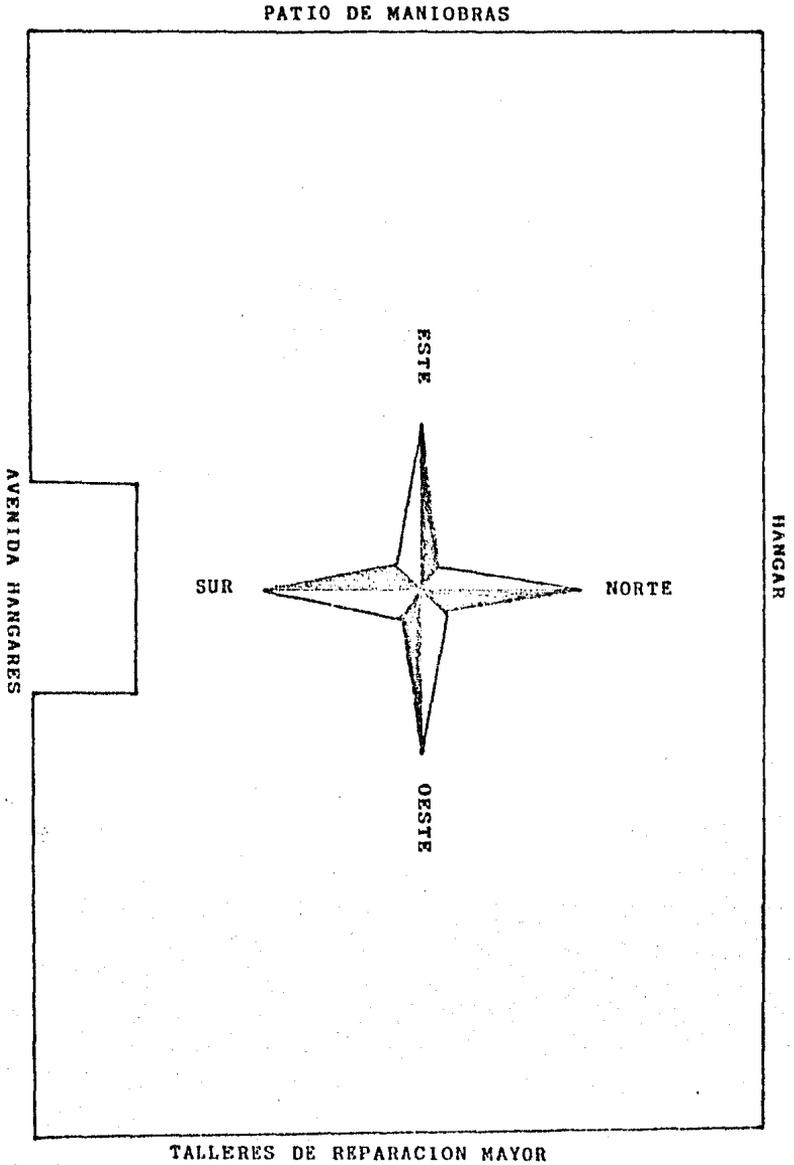


FIG. 3.2.2 UBICACION DEL NUEVO ALMACEN.

a) Planta Baja	2.50 metros de alto.
b) Primer Piso	2.50 metros de alto.
c) Segundo Piso	2.50 metros de alto.
d) Tercer Piso	2.50 metros de alto.
e) Cuarto Piso	2.50 metros de alto.
f) Quinto Piso	2.50 metros de alto.

El área que ocupará cada uno de ellos, se distribuirá de la siguiente manera:

- 1) La Planta Baja ocupará un área de $1,674 \text{ m}^2$ (45.70 x 36.6 m)
- 2) El Primer Piso ocupará un área de $1,674 \text{ m}^2$ (45.70 x 36.6 m)
- 3) El Segundo Piso ocupará un área de $1,674 \text{ m}^2$ (45.70 x 36.6 m)
- 4) El Tercer Piso ocupará un área de $1,674 \text{ m}^2$ (45.70 x 36.6 m)
- 5) El Cuarto Piso ocupará un área de $1,674 \text{ m}^2$ (45.70 x 36.6 m)
- 6) El Quinto Piso ocupará un área de $1,674 \text{ m}^2$ (45.70 x 36.6 m)

De los croquis en corte longitudinal que se anexan (Figuras 3.2.3. y 3.2.4.), se pueden apreciar dos alturas: una mínima de - 16 metros, y una máxima de 19.80 metros, quedando entre las dos -

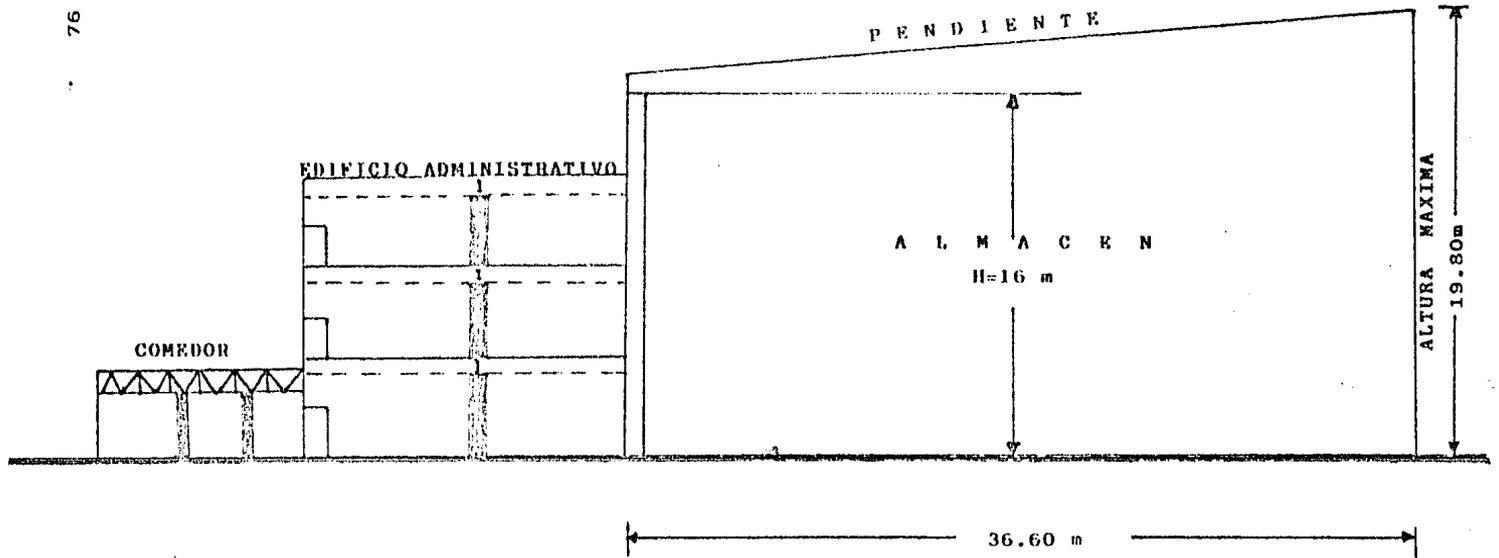


FIGURA 3.2.3 CORTE LONGITUDINAL DEL NUEVO ALMACEN

P E N D I E N T E

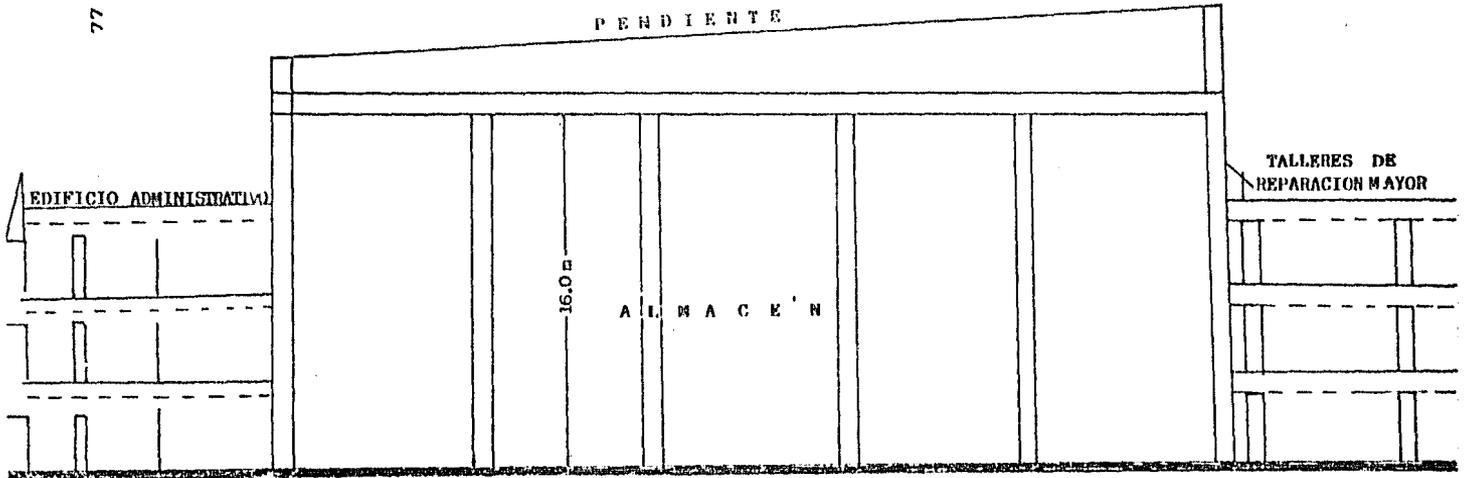
EDIFICIO ADMINISTRATIVO

TALLERES DE REPARACION MAYOR

16.0 m

A L M A C E N

FIGURA 3.2.4 CORTE TRANSVERSAL DEL NUEVO ALMACEN



distancias una pendiente. Esto se debe a las Normas de Construcción de Almacenes en los Aeropuertos, expedidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Además, en los mismos se aprecia el edificio administrativo y el comedor.

3.3. ESPACIO QUE OCUPAN ACTUALMENTE LOS MATERIALES.

El conocimiento del espacio que ocupan actualmente los materiales, servirá como base para saber cuál será el espacio disponible para expansión del nuevo almacén, así como para determinar el área total destinada al almacenamiento de los materiales.

Para lograr el acopio de esta información, se realizó un recorrido por cada una de las instalaciones actuales de almacenamiento, efectuando un levantamiento del número de estantes, de sus contenidos y dimensiones; también se realizó el recuento de los materiales que se encontraban almacenados en las áreas de pasillos y de acceso, y por último, del número de cajas aisladas, llenas o vacías. El material y cajas que se encontraban fuera de los estantes (en pasillos y áreas de acceso), fueron incluidos ya que son actualmente utilizados en las instalaciones que comprenden el almacén, y posteriormente deberán resguardarse en el nuevo al-

macén.

La información que se obtuvo de este recuento, se ordenó - en tablas que describen los siguientes puntos:

- Descripción: Breve explicación del contenido de los estantes.
- Medidas del Estante: Fondo, ancho y altura.
- Número de Estantes.
- Volumen: Espacio que ocupan los estantes en el área -- de almacenamiento:

$$V = \text{FONDO} \times \text{ANCHO} \times \text{ALTURA} \times \text{NUMERO DE ESTANTES.}$$

Los resultados de este levantamiento se presentan en las - Tablas T.3.3.1. a la T.3.3.5.

También se incluye una Tabla (T.3.3.6.), que resume los -- resultados obtenidos en el levantamiento. Los datos que contiene esta tabla son:

- Volumen ocupado por cada almacén.

- Crecimiento proyectado por almacén.
- Volumen total ocupado.
- Crecimiento total proyectado para el área de almacenamiento.

Se prevee que el crecimiento esperado para el nuevo almacén (holgura sobre el espacio actual), será del 30%. Este porcentaje es el resultado de un análisis del crecimiento en la flota de --- de aviones y del incremento del número de piezas controladas en inventario.

En los últimos diez años, el aumento en el número de aviones ha sido del 5%. En 1976, se contaba con 40 aviones, y actualmente se tienen 42. Consideremos también que el tamaño, la capacidad de carga y el número de asientos de los aviones de más reciente adquisición es mucho mayor, por ejemplo: el último modelo adquirido (MD-80 McDonnell Douglas), tiene 155 asientos.

Por otra parte, el incremento en la cantidad de piezas en los últimos 25 años, ha sido del 25%. En 1960, se tenían registros de 51,600 piezas, y actualmente se tienen registradas ----- 70,000.

La suma de estos porcentajes, obtenidos en base a datos -- históricos de dos factores determinantes, dá como resultado un -- porcentaje de crecimiento del 30%, el cual será útil como paráme-- tro de pronóstico del crecimiento que observará el área de almace-- namiento en el nuevo almacén.

Al recorrer los distintos almacenes, se observó que existe una gran variedad de tamaños y formas de estantes. Esto solucio-- nó, en su momento, las necesidades inmediatas que se tenían de -- resguardar el material, pero a la vez originó un crecimiento de-- sigual y no planeado de los almacenes, con la consecuente desorga-- nización y falta de control en las operaciones de almacenaje.

Considerando lo anterior, será de gran utilidad realizar -- una estandarización de la estantería utilizada para el nuevo alma-- cén. Esto permitirá planear de mejor manera, las necesidades fu-- turas del resguardo de los materiales. Así mismo, esta medida me-- jorará enormemente la distribución del material ya que se unifor-- marán las instalaciones y se disminuirán los costos con la adqui-- sición de nueva estantería. Para lograr todo ésto, se tendrán es-- tantes de distintos tipos y características: para mangueras, --- alambres, llantas, tornillos, etc., pero se tratará de estandari-- zarlos lo más posible. Como apoyo a esta tarea, se presentan ta-- blas que presentan la normalización de estantes de cada almacén.

Las medidas estandarizadas (Ver las Tablas T.3.3.7. y --- T.3.3.9.), se obtuvieron a partir de los promedios de las dimensiones de los estantes existentes y de las dimensiones de los estantes disponibles actualmente en el mercado.

T.3.3.1.

ALMACEN DE REPARABLES

	MEDIDAS DE ESTANTES Y AREAS (EN METROS)			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN (M ³)
	Fondo	Ancho	Altura		
PLANTA BAJA					
<u>Instrumentos</u>					
	.47	.92	2.5	16	17.29
Caja con material	.47	.65	1.93	2	1.17
	.48	1.10	2.35	7	7.89
Caja con material	.45	.75	2.4	1	.81
	.45	1.0	2.2	30	29.7
	.45	.85	2.10	7	5.62
	.45	.90	2.20	13	11.58
	.60	2.30	2.20	1	3.03
	.65	1.0	2.20	12	17.16
Cajas vacías	19.0	2.5	2.2	--	104.5
Cajas con válvulas	3.0	8.0	2.2	--	52.8
Partes de fuselajes	19.0	1.3	2.2	--	54.34
	.60	.60	1.1	--	.39
Actuadores	.60	1.55	2.4	11	24.55

T.3.3.1.

ALMACEN DE REPARABLES (1)

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES Y			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN (M ³)
	AREAS (EN METROS)				
	Fondo	Ancho	Altura		
PLANTA BAJA					
<u>Instrumentos</u>					
	.47	.92	2.5	16	17.29
Caja con material	.47	.65	1.93	2	1.17
	.48	1.0	2.35	7	7.89
Caja con material	.45	.75	2.4	1	.81
	.45	1.0	2.2	30	29.7
	.45	.85	2.10	7	5.62
	.45	.90	2.20	13	11.58
	.60	2.30	2.20	1	3.03
	.65	1.0	2.20	12	17.16
Cajas vacías	19.0	2.5	2.2	--	104.5
Cajas con válvulas	3.0	8.0	2.2	--	52.8
Partes de fuselajes	19.0	1.3	2.2	--	54.34
	.60	.60	1.1	--	.39
Actuadores	.60	1.55	2.4	11	24.55
Cajas de madera	.70	.60	2.2	--	.92
Kits	.46	2.5	2.3	4	10.58
Tanques agua pot.	.60	.45	1.75	--	.47
Cajas	.70	.54	1.8	--	.68
Hule espuma	.90	1.3	.6	--	.70
					<u>344.22</u>

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES Y			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN (M ³)
	AREAS (EN METROS)				
	Fondo	Ancho	Altura		
PLANTA BAJA					
Tanques O ₂	.40	.92	2.20	7	5.66
	.80	3.30	1.80	1	4.75
	.61	.91	2.20	1	1.22
	2.73	1.15	1.10	1	3.45
Válvulas	.45	.91	2.20	71	63.96
Filtros	.45	1.00	2.20	2	1.98
Reparación al exterior	.45	.91	2.20	5	4.50
Unidades fuera de servicio	.72	1.30	1.40	1	1.31
Radiadores, lanchas salvavidas	.90	1.90	2.20	8	30.09
Actuadores	.60	1.15	2.0	7	9.66
Turbina enfriamiento	1.00	1.25	1.90	4	9.5
Zona frenos, balatas	.90	15.0	2.0	--	27.0
Zona cajas, salvavidas	.70	8.0	2.10	--	11.76
Zona asientos, contenedores	4.0	4.5	3.10	--	55.8
Zona cajas (CO ₂)	.75	6.0	1.60	--	7.2
Zona cajas chalecos salvavidas	.60	3.5	1.20	--	2.77
Z. contenedores con filtros	.60	1.0	1.80	--	1.08
Material para enviar al extranjero	.60	4.5	2.20	--	<u>5.94</u>
					247.66

T.3.3.1.

ALMACEN DE REPARABLES (3)

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES Y AREAS (EN METROS)			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN (M ³)
	Fondo	Ancho	Altura		
PLANTA ALTA					
Material radio					
	.45	.92	2.10	15	13.04
	.46	1.0	2.20	1	1.01
	.46	.92	2.20	28	26.06
	.46	.92	2.70	14	15.99
	.60	.92	2.20	2	2.42
	.30	.92	1.40	4	1.54
	.30	1.80	.50	1	.27
	.50	.88	.50	1	.22
	.75	.92	2.10	3	4.34
	.45	.86	2.20	1	.85
	.50	1.0	.60	1	.3
Material eléctrico					
	.45	.92	2.20	67	61.02
	.30	.90	.70	1	.18
	.60	.60	.90	1	.32
	.50	1.20	1.15	1	.69
	.40	.70	.60	1	.168
	.70	2.40	1.80	1	3.02
	.40	1.50	.70	1	.42
	1.10	1.90	1.20	1	2.50
	2.8	1.90	1.80	1	9.57
	.65	.92	2.20	3	3.94
	.82	.94	2.20	1	<u>1.69</u>
					149.64

T.3.3.2

ALMACEN DE CONSUMO

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES Y AREAS (EN METROS)			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN (M ³)
	Fondo (f)	Ancho (a)	Altura (alt)		
Estantes	.30	.91	2.20	305	183.18
Tableros (herramienta)	.20	3.86	2.44	1	1.88
	.20	5.15	2.44	1	2.51
	.20	2.15	2.44	1	1.04
	.20	1.64	2.44	1	.80
	.20	5.73	2.45	1	2.83
	.46	.92	2.23	3	2.83
	.46	.92	2.76	1	1.16
	.30	.91	2.76	1	.75
	.46	.91	2.00	1	.83
Area de pilas	.58	1.45	2.25	--	1.89
Pallet Skydrol	1.20	1.00	1.30	35 Pallet	54.6
Aceites				(dimensiones de 1 Pallet)	
Estantes	.30	.91	2.20	148	88.88
Zona tableros	.20	1.20	2.45	16	9.40
Estantes herramienta	.46	.92	2.7	6	6.85
Focos	.92	.46	2.0	14	11.84
	.30	.91	2.20	3	1.80
Estantes madera (cajoneras)	.3	6.00	1.25	1	2.25
Kits	.91	.46	2.0	1	.83
Guardarropa	.93	.5	1.8	1	.83
Lockers	.45	.38	1.83	21	6.57
Area triplay y cajas	4.7	4.7	1.4	--	<u>30.92</u>
					414.57

T.3.3.3.

B O D E G A

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES Y AREAS (EN METROS)			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN (M ³)
	Fondo	Ancho	Altura		
PLANTA BAJA					
Estantes	1.10	5.5	2.10	49	622.54
Cajas (área)	.60	21.0	2.80	--	35.28
Rollos papel plástico	.60	9.4	2.10	--	11.84
Tubería, alambres	1.0	7.5	2.10	--	15.75
Alfombras	.5	3.0	2.10	--	3.15
Llantas (área)	7.5	12.0	16.5	--	1,485.0
PLANTA ALTA					
Alfombras (área)	3.8	2.6	2.2	--	21.73
Racks cantiliver (llantas pequeñas, tubos)	1.5	3.8	2.2	12	150.48
Zona refacciones (mang., tornillos, tubería)	1.1	5.5	2.3	14	180.64
Zona mangueras	5.3	1.05	2.3	17	217.59
Zona cajas de Re- ceptora	4.6	22.5	3.0	--	<u>310.5</u>
					3,054.5

T. 3.3.4

R E C E P T O R A

DESCRIPCION	MEDIDAS (EN METROS)			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN (M ³)
	Fondo	Ancho	Altura		
Estantes	.91	.45	1.0	13	5.32
	.91	.47	2.20	13	12.23
Area de Cajas	3.50	14.00	1.0	1	<u>49.00</u>
					66.55

T.3.3.5

V A R I O S

DESCRIPCION	MEDIDAS (EN METROS)			NUMERO DE UNIDADES	VOLUMEN (M ³)
	Fondo	Ancho	Altura		
Asiento (Super 80)					
Doble	.62	1.04	1.1	30	21.27
Triple	.62	1.54	1.1	35	36.75
Asiento DC-9					
Doble	.60	1.0	1.1	25	16.5
Triple	.60	1.5	1.1	25	24.75
Asiento DC-10-15/30					
Doble	.62	1.06	1.09	110	78.79
Triple	.62	1.5	1.09	30	30.41
Llantas nuevas	50.00	20.00	1.00	(40/mes)	1,000.0
Llantas renovadas	50.00	20.5	1.00	(80/mes)	1,025.0
Llantas armadas	27.5	6.5	1.2	(30/mes)	214.5
Tren de aterrizaje	1.5	1.0	3.5	1	<u>5.25</u>
					2,453.22

T.3.3.6

RESUMEN DE RESULTADOS

ALMACEN		VOLUMEN (V) (M ³)	CRECIMIENTO PROYECTADO (M ³) = (V x 1.3) 30 %
REPARABLES	PB	344.22	
	PB	247.66	
	1º PISO	149.64	
		<hr/>	
		741.52	963.97
CONSUMO		414.57	538.94
BODEGA		3,054.5	3,970.85
RECEPTORA		66.55	86.51
VARIOS		2,238.72	2,910.33
		<hr/>	<hr/>
VOLUMEN TOTAL ACTUAL DEL ALMACENAMIENTO	=	6,515.86	8,470.60 =
			CRECIMIENTO PROYECTADO TOTAL

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN ESTANDARIZADO DE ESTANTES
	Fondo	Ancho	Altura		
PLANTA BAJA					
Instrumentos	.45	1.0	2.2	15	14.85
Cajas con materiales	.45	1.20	2.20	167	198.39
Actuadores	.60	1.50	2.2	18	35.64
Kits	.45	1.80	2.2	4	7.12
Tanques de O ₂ Turbinas de enfria- miento	1.13	1.80	1.82	14	51.82
Radiadores, lanchas salvavidas, unidades fuera de servicio	.90	1.80	2.2	9	32.07
					<u>339.89</u>

T. 3.3.8

ESTANDARIZACION EN EL ALMACEN DE CONSUMO

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN ESTANDARIZADO DE ESTANTES
	Fondo	Ancho	Altura		
Ferretería	.30	.91	2.20	463	278.07
Tableros (herramienta)	.20	.40	2.44	5	0.97
Kits, herramientas	.45	.91	2.2	11	9.90
Lockers	.45	.38	1.83	21	6.57
Focos, kits	.45	.91	2.2	15	13.51
Tableros (mangueras)	.20	1.2	2.45	16	9.40
					<u>318.42</u>

T.3.3.9

ESTANDARIZACION DE ESTANTERIA EN LA BODEGA

DESCRIPCION	MEDIDAS DE ESTANTES			NUMERO DE ESTANTES	VOLUMEN ESTANDARIZADO DE ESTANTES
	Fondo	Ancho	Altura		
PLANTAS BAJA Y ALTA					
Ferreteria, refac- ciones, mangueras	1.10	5.5	2.2	80	1,064.80
Rack cantiliver	1.5	3.8	2.2	12	150.48
					<hr/> 1,215.28

3.4. CARACTERISTICAS DEL MANEJO DE CADA GRUPO DE MATERIALES.

Grupo de materiales:

- 1) Tren de aterrizaje.
- 2) Llantas (nuevas, renovadas y armadas.)
- 3) Instrumentos de vuelo.
- 4) Material eléctrico y electrónico.
- 5) Tubería para líquidos y aire.
- 6) Ferretería (tornillos, rondanas, abrazaderas, etc.)
- 7) Computadoras e instrumentos electrónicos (Avionics.)
- 8) Hojas de aluminio, triplay y lámina,
- 9) Cables, alambres y similares.
- 10) Rollos de alfombra, papel y similares.
- 11) Aceites.
- 12) Tanques de oxígeno y gases.
- 13) Material de empaque y contenedores.
- 14) Conjunto de frenos armados.
- 15) Material de limpieza (jergas, líquidos, mechudos, etc.)
- 16) Baterías.
- 17) Adhesivos.
- 18) Herramientas.
- 19) Asientos armados.

Características de manejo de los materiales:

1) Llantas (nuevas, renovadas y armadas):

Para el manejo de las llantas se emplea la carretilla de plataforma o de bastidor, ya que generalmente éstas se transportan a distancias medias. En virtud de su gran peso, requieren este tipo de equipo, ya que de no utilizarse éste, se presentarían muchas dificultades para trasladarlas.

2) Instrumentos de vuelo, material eléctrico y electrónico, computadoras e instrumentos electrónicos (Avionics.)

Estos materiales son muy delicados y frágiles, y más al manejarse, por lo que deben tener un medio de transporte especial. Para este efecto, resulta muy conveniente la carretilla manual de plataforma, el elevador, la plataforma semi móvil y gato. Al emplear estos medios de transporte se desea dar una mayor protección a estos instrumentos, ya que representan un alto costo para la empresa. Deberán cuidarse de que no sufran magnetización y vibraciones que los pudieran afectar.

- 3) Hojas de aluminio, triplay y lámina; cables, alambres y similares; rollos de alfombra, papel y similares.

Estos materiales no son delicados, pero representan gran dificultad al manejarlos, por lo que se emplea la carretilla manual de plataforma, la plataforma semimóvil, gato, y carretilla elevadora de mano. Se emplean estos medios de transporte debido a que los materiales antes mencionados son voluminosos y pesados.

- 4) Aceites; tanques de oxígeno y gases; material de empaque y contenedores; conjunto de frenos armados; baterías; asientos armados; tubería para líquidos y aire.

Los materiales que se mencionan anteriormente se transportan por medio de la carretilla o vagoneta para tambores, carretilla manual de plataforma, plataforma semimóvil y gato, ya que constituyen un material voluminoso que se traslada de un lugar a otro (distancia media) dentro del almacén. Así mismo, dichos materiales deben ser transportados cuidadosamente para evitar cualquier tipo de riesgo (explosiones, resbalones, etc.)

De acuerdo a las características de manejo de cada material, se deben considerar las medidas de seguridad más adecuadas durante la acción de carga y descarga de los materiales, teniendo en cuenta al operador y equipo, pues durante esta operación es común utilizar un grupo especializado de almacenistas.

En virtud de lo anterior, antes de cualquier operación debemos conocer el tipo de material que se descargará o cargará; su estado físico, si viene en granel o envasado, si le afectan o no las temperaturas extremas, con el fin de tomar las debidas precauciones. En conclusión, debe considerarse el peso, forma, dimensión del contenedor y artículo transportado.

En caso de que sea necesario utilizar algún equipo en especial, éste estará en función del tipo de materiales que se manejen, y de la distancia a recorrer. Para el manejo manual de materiales, es recomendable seguir las siguientes observaciones:

- 1) El peso máximo a ser levantado y cargado por un hombre bajo cualquier circunstancia.

Dentro de las cargas posibles a ser levantadas están:

	<u>Adultos</u>		<u>Jóvenes</u>	
	H	M	H	M
Levantamientos ocasionales (Kilogramos)	50	20	20	15
Trabajo continuo o frecuente	18	12	11-16	7-11

- 2) Medir la carga para determinar si necesitamos de un mecanismo o equipo auxiliar.
- 3) Dar apoyo sólido a los pies.
- 4) Colocar los pies junto al objeto para un mejor equilibrio.
- 5) Mantener la espalda erguida, con el objeto de reducir el esfuerzo de la columna vertebral, procurando preferiblemente, flexionarse sobre las rodillas para levantar el objeto.
- 6) Utilizar fajas o cinturones especiales cuando la operación lo requiera.

3.4.1. EQUIPO EXISTENTE PARA EL MANEJO DE MATERIALES.

Para lograr el manejo adecuado de los materiales existentes en la empresa, se consideraron las características de manejo de cada material incluídas en la clasificación general de los mismos, abarcando tanto a los de consumo, como a los reparables, los recuperables y los rotables.

Así, el equipo con el que se cuenta para realizar las tareas de almacenamiento, es el siguiente:

- 1) Carretilla de una rueda.
- 2) Carretilla o plataforma de bastidor.
- 3) Carretilla de dos ruedas.
- 4) Carretilla o vagoneta para tambores.
- 5) Carretilla de volteo para garrafrones.
- 6) Carretilla para cilindros.
- 7) Carretillas manuales de plataforma.
- 8) Plataforma semimóvil y gato.
- 9) Carretilla elevadora de mano y plataforma.
- 10) Carretilla de mano para tarimas.
- 11) Elevador.
- 12) Montacargas.

1) Carretilla de una rueda.

Las hay de diversos tipos para usos específicos, tales como transporte de ladrillos, tierra suelta, cascajo y otros materiales.

2) Carretilla de plataforma o de bastidor.

Generalmente son usadas para transportar objetos pesados o voluminosos, y están construidas de modo que se elimina todo levantamiento y manejo excesivos.

3) Carretilla de dos ruedas (diablos.)

Se usan generalmente para levantar y transportar objetos voluminosos y pesados, a distancias cortas (bolsas, cajas, tambores, etc.) Están adaptadas especialmente para cargar y descargar vagones de ferrocarril y camiones. También se les encuentra en formas especiales para fines específicos tales como: acarrear barriles y otros objetos.

4) Carretilla o vagoneta para tambores.

Esta carretilla de cuatro ruedas se utiliza para levantar los tambores, ya sea para cambiarlos de lugar o para sostenerlos mientras se vacían o llenan.

5) Carretilla de volteo para garrafones.

Tiene la característica de que se le puede hacer bascular hacia adelante para descargar el líquido con seguridad.

6) Carretilla para cilindros.

Esta carretilla puede utilizarse para transportar muchos tipos de cilindros, en especial los cilindros de gases comprimidos. Los cilindros deben manejarse con cuidado, y -- por lo tanto se sujetan a la carretilla por medio de correas, cadenas o tirantes.

7) Carretillas manuales de plataforma.

Están destinadas al manejo de objetos pesados y voluminosos. La carga en éstas debe centrarse, con el objeto de --

lograr una estabilidad óptima, llegando a una altura tal - que no limite la visibilidad y con un peso que pueda controlar el operario.

Este tipo de carretilla debe empujarse y no tirar de ella.

8) Plataforma semimóvil y gato.

Este tipo de carretilla de mano, va provisto de un vástago de dirección, sujeto a un eje giratorio con ruedas. El conjunto de vástagos y ruedas pueden desprenderse de la plataforma. Está proyectada para que se tire de ella, siendo - que sólo se empujará al maniobrar. Su vástago debe colocarse en tal posición que no presente riesgo alguno de tropiezo.

9) Carretilla elevadora de mano y plataforma.

Es una carretilla de mano con tres ruedas, para uso especial. Se controla por debajo de la plataforma o pallet -- para controlar el equilibrio. Se maneja tirando de ella, y solamente se empuja al realizar maniobras, colocando el vástago en tal posición que no presente riesgo.

10) Carretilla de mano para tarimas.

Este tipo de carretilla está destinada especialmente para mover tarimas; se maneja tirando de ella y empujándola colocando el vástago en tal posición que no presente riesgos.

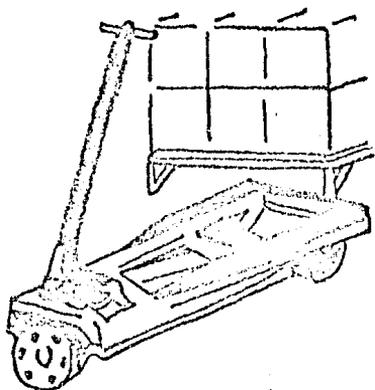
11) Elevador.

Este equipo es empleado para transportar materiales pesados o frágiles de un nivel a otro, con el fin de no dañar los materiales especiales por efecto de las vibraciones, lo que sucedería si éstos se trasladaran en otro medio de transporte.

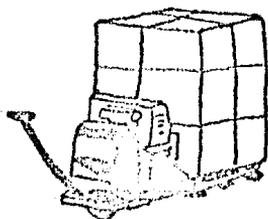
12) Montacargas.

Se trata de vehículos de tres o cuatro ruedas propulsados por un motor eléctrico o de batería colocado en el mismo carro.

En algunos tipos, el operador va parado sobre la plataforma delantera y controla el desplazamiento mediante pedales; en otros va sentado y tiene un volante. Se utilizan para -

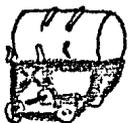


CARRETILLA ELEVADORA DE MANO
Y PLATAFORMA

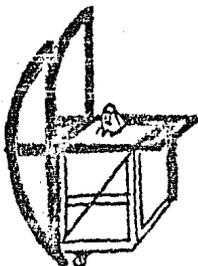


CARRETILLA DE MANO PARA TA-
RIMAS (IMPULSADA POR MOTOR).

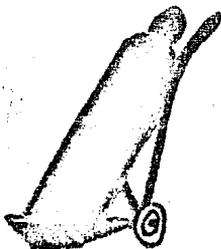
FIG. EJEMPLOS DE EQUIPO PARA MANEJO DE MATERIALES.



VAGONETA PARA TAMBORES.

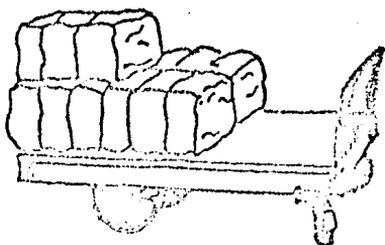


CARRETILLA DE VOLTEO PARA
GARRAFONES.

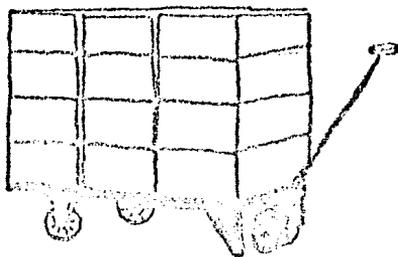


CARRETILLA PARA CILINDROS.

FIG. EJEMPLOS DE EQUIPO PARA MANEJO DE MATERIALES.



CARRETILLA MANUAL DE PLATAFORMA.



PLATAFORMA SEMIMOVIL Y GATO.

FIG. EJEMPLOS DE EQUIPO PARA MANEJO DE MATERIALES.

recorrer distancias medias con movimientos frecuentes, y con cargas pesadas para el movimiento manual.

3.4.2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE ALMACENAMIENTO.

El espacio destinado a un almacén es costoso, y en ocasiones su escasez es crítica. Es por esta razón que para el armado de la estantería, la tecnología moderna desecha la carpintería y la soldadura de postes, recomendando la estructura de metal con -- partes angulares ranuradas. Esta puede armarse con tuercas y tornillos como un juego "mecano" para niños. Así, el estante se arma en función de las necesidades que se presentan.

Los postes se fabrican en diferentes anchos y gruesos. -- Estas dimensiones deberán seleccionarse en función del peso que -- se desea almacenar, y de la distancia dada entre poste y poste, -- para formar módulos y anaqueles.

Entre este tipo de estantes se encuentran:

- a) Estante convencional, con varios niveles, todos con la misma altura e igual largo. Este tipo es el que se utiliza para material de una misma forma y tamaño, por --- ejemplo: cajas, tambores, frascos, etc.

- b) Estante diseñado con distintos niveles y largos de entrepiso para almacenar materiales de diferentes formas, tamaños y en cantidades diversas.

3.5. MATERIALES Y/O PARTES QUE REQUIEREN ALMACENAMIENTO ESPECIAL.

En la aerolínea existen ciertos materiales que requieren - un cuidado especial en cuanto a la forma de su manejo y a la forma en que se almacenan.

Esto se debe principalmente, a que estos materiales difieren unos de otros en cuanto a costo unitario, propiedades físicas y/o químicas, volumen y materiales que impliquen algún riesgo al manejarse, etc.

Es por ésto que se analizó detenidamente cuáles son los posibles materiales que requerirán algún tipo especial de manejo y almacenamiento. Lo anterior tiene su origen en el proyecto que contempla la construcción del nuevo almacén que resguardará los materiales con los que cuenta la empresa. Una vez que se hayan determinado los materiales que requieren de cuidado especial, podrán reducirse enormemente los riesgos que deriven del mal manejo o almacenamiento de los mismos, tales como:

- Accidentes personales.
- Incendios.
- Pérdidas de materiales.
- Pérdidas económicas.
- Deterioros, etc.

A la vez, que se obtendrá una zonificación más adecuada dentro del nuevo almacén, considerando todos estos factores, los cuales pueden ser analizados empleando las técnicas de Ingeniería -- Industrial con las que se cuenta para estos casos.

Cabe mencionar nuevamente, que dentro de la empresa se manejan alrededor de 70,000 unidades, entre las que se cuentan materiales y/o equipos, los cuales se encuentran clasificados dentro de la empresa, de la siguiente manera:

- Material de Consumo.
- Material Reparable.
- Material Recuperable.
- Material Rotable.

Debido a que el material de consumo conforma las dos terceras partes del total de materiales y/o equipos de la empresa, --- nuestro estudio tendrá más profundidad para esta clasificación de materiales.

Cabe destacar en esta parte del estudio, que no son muchos los tipos de materiales que requieren cuidado especial dentro del almacén, pero debido al gran volumen en que éstos se manejan, representan un factor a considerar.

Para poder enmarcar los materiales que requieren un manejo y almacenamiento especiales, se consideró una clasificación de — Sustancias Peligrosas, en base a las Normas de Seguridad que se conocen.

Esta clasificación se describe a continuación:

- Explosivos.
- Sólidos flamables.
- Líquidos flamables.
- Gases comprimidos inflamables.
- Peróxidos orgánicos e inorgánicos.
- Irritantes.
- Oxidantes.
- Corrosivos.
- Radioactivos.
- Magnetizantes.
- Materiales punzocortantes.
- Materiales que impliquen sustancias tóxicas, irritantes y explosivas.
- Agentes limpiadores, ácidos, etc.

Existen infinidad de clasificaciones industriales, en cuanto a sustancias peligrosas se refiere, pero la descrita anteriormente es la que más se apega a las características de los materia

les que se manejan en el almacén.

Una vez considerada esta clasificación, nuestra pregunta es: ¿Cuáles son los materiales o partes que requieren almacenamiento especial?

A nuestro juicio, éstos son los materiales que requieren almacenamiento especial debido al riesgo que presentan al manejarse, (dentro de los materiales de consumo):

<u>Tipo de Material</u>	<u>Riesgos del Material</u>
Pinturas	Inflamables, irritantes.
Solventes	Inflamables, irritantes, corrosivos.
Limpiadores	Irritantes, corrosivos.
Bolsas, tapetes	Inflamables.
Mechudos	Inflamables.
Grasas	Inflamables.
Papelería	Inflamables.
Maderas	Inflamables.
Plásticos	Inflamables.
Maderas	Inflamables.
Llantas	Deformación.

Debido a las características propias de estos materiales, el tipo de almacenamiento será en función de la temperatura que requieran, ya que la mayoría de estos materiales, se puede descomponer o afectar internamente debido al calor (pinturas, solventes, limpiadores, llantas, etc.)

Por lo que respecta a los materiales tales como maderas, papelería, plásticos, grasas, tapetes y alfombras, se les almacenará de tal forma que no impliquen un riesgo de incendio, representando en algún momento, grandes problemas a las demás zonas del almacén.

Material Reparable.

Este tipo de material requerirá de mayor atención en cuanto a manejo y almacenamiento se refiere, ya que este tipo de material se considera como activo fijo de la empresa, y en consecuencia, representa una mayor inversión dentro de la misma.

Los materiales reparables representan menor cantidad que los materiales de consumo, pero representan mayor costo para la empresa.

En este tipo de material se encuentran los denominados "Avionics" (computadoras de vuelo, radares, instrumentos de vuelo,

consolas, etc.), y también parte del equipo eléctrico con el que se cuenta para el equipo de apoyo terrestre.

A nuestro juicio, éstos son los materiales (dentro de los reparables), que requerirán algún tipo especial de almacenamiento:

Tipo de Material

Riesgos del Material

Avionics.

Magnetizables y en algunos casos, radioactivos.

Computadoras de vuelo, instrumentos de medición, brújulas, etc.

Magnetizables.

Aparatos eléctricos.

Magnetizables, oxidantes y corrosivos.

Líquido de las baterías eléctricas.

Corrosivos.

Tanques y esferas de oxígeno e hidrógeno.

Gas comprimido inflamable y explosivo.

En resumen, dentro de las clasificaciones de materiales dentro de la empresa, a nuestro juicio, éstos son los materiales que pudieran implicar algún riesgo dentro del nuevo almacén, y por

consiguiente, requieren de un manejo y almacenamiento especiales.

3.6. ANALISIS DE LOS MATERIALES POR DEMANDA.

El objetivo de clasificar los materiales de acuerdo a su demanda, es conocer cuáles y en qué cantidades son solicitados, ya que ésto nos ayudará a tomar una decisión en cuanto a la localización de los mismos en el área de almacenamiento destinada para el nuevo almacén. Una adecuada distribución del material evitará tener partes de poco movimiento en áreas que no le corresponden al igual que tener material con alto movimiento lejos de la zona de Despacho.

En el siguiente trabajo se describen las tendencias que se observaron al analizar un listado de consumo de materiales en los últimos 24 meses. En él, el material está clasificado por número de salidas (veces que es requerido el material.). También de éste se obtuvo la siguiente información:

- Descripción del material.
- Consumo total del material en 24 meses (últimos dos años)
- Porcentaje unitario de demanda.
- Porcentaje acumulado de demanda.

El listado de consumo analizado, enlista 24,265 pedidos. Se pudo comprobar al analizar el listado, que se cumple la Ley de Pareto, ya que las primeras 4,327 partes representan el 80% de la demanda de materiales en dos años, mientras que las 19,938 partes restantes sólo representan el 20% de la demanda. Esto significa que el 20% de los materiales son los de mayor demanda (80%) (Ver Figura 3.6.1.)

Los materiales que se enlistan a continuación (Tabla 3.6.1) pertenecen a la clasificación del material de consumo. Estos se solicitan diariamente, por lo que se sugiere que sean ubicados en un área cercana a la zona de Despacho, con el objeto de minimizar los recorridos que deba realizar el personal del almacén y el tiempo de despacho de los materiales.

La identificación de los materiales más solicitados (Ver -- Tabla 3.6.1), ayudará a lograr la adecuada ubicación de los mismos en el nuevo almacén.

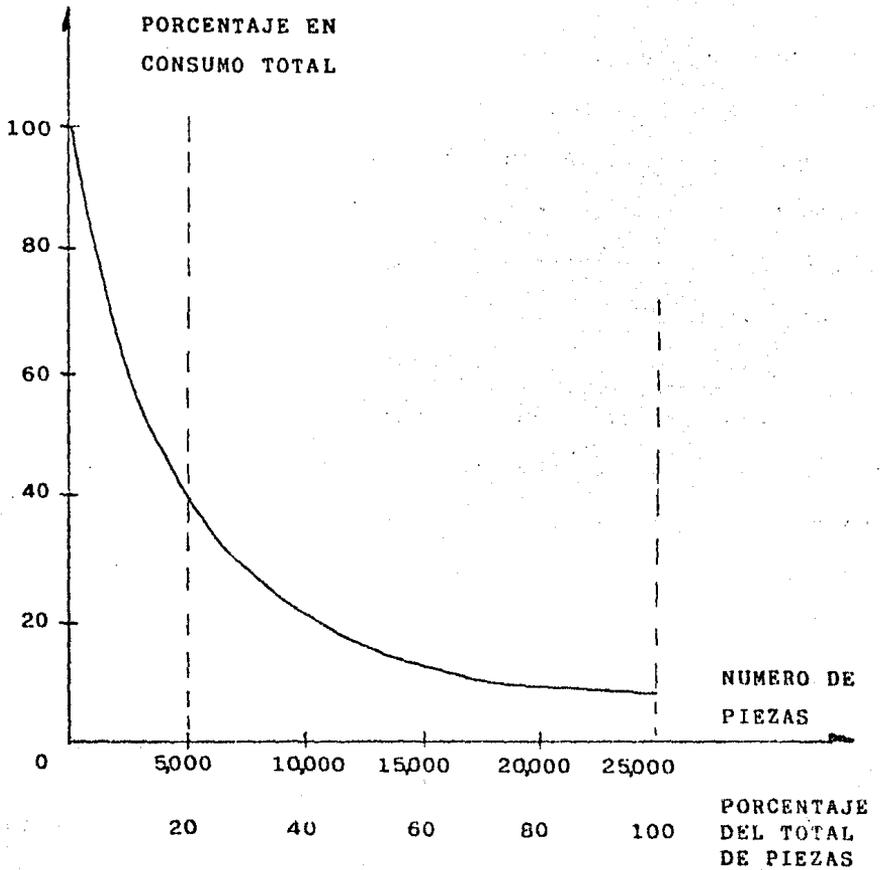


FIG. 3.6.1 COMPROBACION DE LA LEY DE PARETO (80/20)

NO.	DESCRIPCION	PORCENTAJE ACUMULADO	NUMERO TOTAL DE PIEZAS.
1	foco	6.0	64
2	aceite	5.31	20
3	tornillo	3.28	233
4	cinta	2.05	50
5	pilas	1.95	100
6	coaleser	1.30	380
7	pegamento	1.20	100
8	desodorante	1.12	400
9	skydroll	1.64	100
10	papel	1.51	50
11	rondana (a)	4.47	82
12	rondana (b)	4.06	378
13	sellador	3.77	270
14	tuerca	3.20	720
15	resistol	2.48	160
16	brocha	2.35	300
17	empaques	2.33	400
18	perno	2.21	64
19	bolsa	2.09	20
20	guantes	2.02	5
21	tornillo	3.51	80
22	manga	3.43	80
23	grasa	2.89	100
24	trapo	2.36	20
25	ferretería	2.35	30
26	bujía	2.27	30
27	clavija	2.24	40
28	anillo	2.23	13
29	twin	2.14	24
30	limpiador	2.24	14
T O T A L :		80.00 %	4,327 PIEZAS

TABLA 3.6.1 MUESTRA DE LOS 30 ARTICULOS QUE REPRESENTAN EL 80% DE LA DEMANDA.

3.6.1. ANALISIS DE LOS MATERIALES DE MAYOR DEMANDA.

La identificación y análisis de los artículos de mayor demanda, facilitará su distribución dentro del nuevo almacén. Con ésto, los artículos más solicitados estarán ubicados cerca del área de Despacho, reduciéndose así tiempo en el mismo, y evitando largos recorridos del personal.

Mediante la información obtenida de un listado de partes que han sido requeridas en los últimos dos años, se han podido identificar cuáles son los materiales de mayor demanda.

Cabe aclarar que el listado está ordenado de mayor a menor, de acuerdo al número de pedidos por pieza, y que los primeros 55 artículos representan el 20% del total de pedidos, acumulado en dos años. Se analizará este 20% por considerarlo de mayor importancia en cuanto a demanda se refiere, para su posterior distribución en áreas cercanas al mostrador de Despacho del nuevo almacén.

De los 55 artículos antes citados, interesa el espacio que requieren y su costo, con el fin de distribuirlos adecuadamente.

El espacio se determinó considerando las dimensiones de cada pieza o contenedor de ellas (en caso de piezas muy pequeñas), y el costo se obtuvo por medio de la información que presenta el lig

tado antes mencionado.

Los artículos que se tomaron en cuenta para el estudio se denominan material de alto consumo.

La Tabla 3.6.1.1, describe los 55 artículos de alto consumo, mostrando los siguientes puntos:

- Número de parte, para identificación.
- Descripción, nombre del artículo.
- Dimensiones: fondo, ancho y altura.
- Cantidad.
- Tipo de contenedor.

El análisis de los 55 artículos mencionados se realizó en base a tres factores principales: consumo mensual, volumen y costo.

El consumo mensual se toma como base para calcular un lote de cada material que se ubicará cerca del área de Despacho, considerando su volumen y costo. Este análisis se presenta en la Tabla 3.6.1.2.

Conociendo el volumen total que el material de alto consumo ocupa, se sabrá cual será el espacio disponible para la Planta Baja del

nuevo almacén. Sumando los volúmenes de cada lote de artículos, se obtiene el total de 25 m².

TABLA 3.6.1.1. VOLUMEN UNITARIO DE LOS "55" ARTICULOS QUE CORRESPONDEN AL 20% DE LA DEMANDA EN DOS AÑOS.

	NUMERO DE PARTE	DESCRIPCION	DIMENSIONES			CANTIDAD	TIPO DE CONTENEDOR.
			FONDO	ANCHO (CMS)	ALTO		
1	2898-OIL23	OIL	42	32	28	24 QUART	CAJA
2	2920-BAT01	BATERIA	21	34	24	240	CAJA
3	2906-TAP06	MASKING TAPE	27	31	17	36 ROLLOS	CAJA
4	2920-DTE13	DECODORANTE DODAR	32	26	26	4 ENVASES	CAJA
5	180849-2	COALESER RECUPERABLE	30	33	31	1	CAJA
6	2898-OIL36	SKYDROLL	30	40	30	24 QUART	CAJA
7	2880-ADH42	ADHESIVO	4.5	17.5	5	1	CAJA
8	2920-LAM-PR13	LAMP	6	3	13	1	CAJA
9	2920-PAP16	PAPEL KRAFT	230	91	LARGO-	1 ROLLO	-
10	387	LAMP	10.5	2	5	10	CAJA
11	313	LAMP	10.5	2	5	10	CAJA
12	NAS333CPA4	BOLT	16	16	11	100	CAJA
13	2920-SEA02	SELLOS PLOMO	17	27	2	1000	BOLSA
14	3071F	LAMP	7	17	3	10	CAJA
15	2920-SOA16	CREMA DESENGRASANTE	100	-	16	1 TARRO	-
16	4557	LAMP	50	53	18	6	CAJA
17	2906-TAP29	TAPE	80	-	2	1 ROLLO	-
18	2920-GLO06	GLOVES	55	32	18	50 PARES	CAJA
19	Q4632	LAMP	20	30	22	12	CAJA
20	MSP0813-1	CAP	30	30	30	5000	CAJA
21	2920/-BRU45	BRUSH	22	22	10	36	CAJA
22	NAS679A3W	NUT	26	26	26	10000	CAJA
23	320559	TERMINAL	28	10	10	3000 PZAS.	CAJA
24	2880-AOH22	RESISTOL 5000	44	34	14	12 LATAS	CAJA
25	2908-SAW04	SEPIETA A LTA VELOCIDAD	34	5	4	100	CAJA
26	MS9388-236	EMPAQUE	28	10	10	3000	CAJA
27	AN960-10	RONDANA	28	10	10	3000	CAJA
28	16870	LAMP	11	3	3	10	CAJA

TABLA 3.6.1.1. VOLUMEN UNITARIO DE LOS "55" ARTICULOS QUE CORRESPONDEN AL 20% DE LA DEMANDA EN DOS AÑOS. (CONT.)

	NUMERO DE PARTE	DESCRIPCION	DIMENSIONES			CANTIDAD	TIPO DE CONTENEDOR.
			FONDO	ANCHO	ALTO		
			(CMS)				
29	2920-LAM-PR2	LAMP	11	3	3	10	CAJA
30	AN960-416	RONDANA	28	10	10	3000	CAJA
31	2920-BAT06	BATERIA	35	21	26	240	CAJA
32	2920-TRA01	TRAPO LIMPIO	-	-	-	-	-
33	Q4554	LAMP	13	13	13	1	-
34	2920-GLOW1	GUANTES HULE NEGRO	50	32	18	15 PARES	CAJA
35	NAS679A4	NUT	28	10	10	3000	CAJA
36	AN960-101	RONDANA	28	10	10	3000	CAJA
37	NAS1612-4	EMPAQUE	28	10	10	3000	CAJA
38	NAS33CPA5	BOLT	28	10	10	2000	CAJA
39	F30T12WWS	LAMP	95	18	27	24	CAJA
40	311	LAMP	11	3	3	10	CAJA
41	2908-SAW03	SEPIETA ALTA VELOCIDAD	34	5	4	100	CAJA
42	2920-BRU43	BROCHA 25MM	22	22	10	36	CAJA
43	2920-LAM-PR12	LAMP	11	3	3	10	CAJA
44	14622-1	CENICERO	5	10	5	1	-
45	2880-LFD139	CREMA MANOS	22	20	20	24	CAJA
46	2929-TW101	TWIN	38	88	16	10	PAQTE.
47	MS29512-20	EMPAQUE	28	10	10	100	CAJA
48	NAS1612-6	EMPAQUE	28	10	10	100	CAJA
49	F30T12WW	LAMP	66	17	29	24	CAJA
50	1864	LAMP	12	45	2	100	CAJA
51	2920-FLA02	FRANELA GRIS	-	-	-	-	-
52	2920-VR200	RESPIRADOR PARA FUMOS	11	10	10	1	CAJA
53	MS24665-417	PIN	28	10	10	300	CAJA
54	2880-CP0133	SELLADOR	220	-	20	1	TUBO
55	MS24665-155	PIN	28	10	10	1000	CAJA

JUNIO 1977

TABLA 3.6.1.2. ANALISIS DE LOS "55" ARTICULOS QUE REPRESENTAN EL 20% DE LA DEMANDA EN DOS AÑOS.

NO.	DESCRIPCION	CONSUMO BIANUAL	CONSUMO MENSUAL	VOLUMEN/CONTE MEDOR (M ³).	COSTO (\$) UNITARIO	VOLUMEN TOTAL DE PZAS. DEMANDA- DAS MEN- SUALMEN- TE (M ³)	COSTO TOTAL DE LA DEMANDA MENSUAL
1	ACEITE	146,626	6,109	.03763	1,684.8	9.55	10'292,443
2	BATERIAS	304,516	12,688	.01713	39.6	.90	502,578
3	MASKING TAPE	26,901	1,120	.0114	553.0	.45	619,843
4	DESODORANTE	6,223	259	.02163	2,898.0	1.40	751,427
5	MANGA TELA	631	26	.030	7,200.0	.79	189,300
6	SKYDROLL	15,649	652	.036	4,440.0	1.00	2'895,060
7	ADHESIVO	2,492	103	.00034	1,651.0	.035	171,440
8	FOCO	2,042	85	.00023	67.0	.018	5,700
9	PAPEL KRAFT	2,885	120	.034	4,500.0	4.15	540,937
10	LAMP	21,158	881	.0001	86.4	.008	76,160
11	LAMP	25,572	1,065	.0001	91.0	.011	97,160
12	BOLT	89,700	3,737	.0028	4.8	.10	17,940
13	SELLO PLOMO	15,807	658	.0009	1.8	.0009	1,244
14	LAMP	14,794	616	.000350	302.4	.0221	186,400
15	CREMA	1,429	59	.0012	568.0	.0741	811,672
16	LAMP	1,718	71	.0470	10,656.0	.564	762,780
17	TAPE	1,815	75	.0001	130.7	.0075	9,888
18	GUANTES	2,159	89	.031	524.0	.063	47,138
19	LAMP	1,191	49	.0132	20,640.0	.05	1'024,260
20	CAP	4,888	203	.000027	144.0	.000027	29,320
21	BROCHA	2,796	116	.00484	304.0	.019	35,416
22	NUT	45,445	1,893	.0175	24.0	.0175	45,440
23	TERMINAL	16,909	704	.0028	318.0	.0028	224,044
24	RESISTOL 5000	2,854	118	.0209	1,700.0	.205	202,158

TABLA 3.6.1.2. ANALISIS DE LOS "55" ARTICULOS QUE REPRESENTAN EL 20% DE LA DEMANDA EN DOS AÑOS. (CONT.)

NO.	DESCRIPCION	CONSUMO BIANUAL	CONSUMO MENSUAL	VOLUMEN/CONTE- NEDOR (M ³).	COSTO (\$) UNITARIO	VOLUMEN TOTAL DE PZAS. DEMANDA- DAS MEN- SUALMEN- TE (M ³)	COSTO TOTAL DE LA DEMANDA MENSUAL
25	SEGUETA	2,550	106	.0016	166.0	.0016	17,637
26	EMPAQUE	1,605	66	.0028	835.0	.0028	55,040
27	RONDANA	40,461	1,685	.0028	24.0	.0028	40,460
28	LAMP	2,913	121	.00009	5,760.0	.0012	699,120
29	LAMP	1,536	64	.00009	35.2	.00069	2,252
30	RONDANA	24,949	1,039	.0028	0.7	.0028	748
31	BATERIA	5,077	211	.0191	30.6	.0191	6,473
32	TRAPO LIMPIO	56'969,075	2'373,711	-	.7	-	1'661,598
33	LAMP	1,072	44	.0021	22,512.0	.096	1'005,520
34	GUANTES	3,291	137	.0288	950.0	.263	130,268
35	NUT	14,178	590	.0028	28.0	.0028	17,000
36	RONDANA	34,827	1,451	.0028	.13	.0028	188
37	EMPAQUE	2,215	92	.0028	67.0	.0028	6,200
38	BOLT	35,929	1,497	.0028	4.8	.0028	7,180
39	LAMP	1,801	75	.0417	1,113.0	.1846	85,560
40	LAMP	5,020	209	.00009	379.0	.0002	79,300
41	SEGUETA	1,920	80	.00068	238.0	.00068	19,040
42	BROCHA	2,298	95	.0048	136.0	.0145	13,058
43	LAMP	762	31	.00009	28.8	.0003	914
44	CENICERO	2,328	97	.00025	2,524.0	.0242	244,876
45	CREMA	1,257	52	.008	595.0	.0264	31,160
46	TWIN	3,122	130	.0535	450.0	.69	58,537
47	EMPAQUE	1,178	49	.0028	100.0	.0028	4,940
48	EMPAQUE	4,338	180	.0028	67.0	.0056	12,140

TABLA 3.6.1.2. ANALISIS DE LOS "55" ARTICULOS QUE REPRESENTAN EL 20% DE LA DEMANDA EN DOS AÑOS. (CONT.)

NO.	DESCRIPCION	CONSUMO BIANUAL	CONSUMO MENSUAL	VOLUMEN/CONTE- NEDOR (M ³).	COSTO (\$) UNITARIO	VOLUMEN TOTAL DE PZAS. DEMANDA- DAS MEN- SUALMEN- TE (M ³)	COSTO TOTAL DE LA DEMANDA MENSUAL
49	LAMP	1,336	55	.032	576.0	.097	32,780
50	LAMP	9,837	409	.0010	91.12	.0054	37,380
51	FRANELA GRIS	1'553,855	67,743	-	11.8	-	119,776
52	RESPIRADOR	1,698	70	.0011	860.0	.077	60,845
53	PIN	4,627	192	.0028	4.8	.0028	920
54	SELLADOR	832	34	.0076	2,452.0	.258	85,020
55	PIN	5,741	239	.0028	4.8	.0028	1,140

NOTA: Algunos artículos están cotizados en Dólares (EUA), se realizó la conversión de -
acuerdo al tipo de cambio vigente en marzo de 1986: U.S.DLL. = \$ 480.00 M.N.

3.7. RECURSOS HUMANOS DEL AREA DE ALMACENAMIENTO.

En toda organización, la administración de recursos humanos, desempeña un papel fundamental para el logro de los objetivos que se persiguen. Así tenemos que en una organización o empresa que dedica una parte de sus recursos y esfuerzos a la atención de sus trabajadores (capacitación, adiestramiento, programas de ocupación de tiempo libre, etc.), se logran siempre buenos resultados económicos.

La combinación de capacitación y experiencia, además de los objetivos logrados por la empresa, tienen como resultado que el trabajador adquiera seguridad personal, ya que esto se traduce en la obtención de metas individuales, que redundan en un máximo rendimiento en las tareas realizadas en una determinada área de trabajo, lo cual es benéfico para cualquier empresa.

Considerando lo anterior, y refiriéndonos a nuestro caso de estudio, la empresa cuenta con el personal necesario y capacitado para llevar a cabo sus funciones en las circunstancias actuales, a través de cuatro áreas:

- 1) Almacén de consumo.
- 2) Bodega.
- 3) Reparables.

4) Receptora.

El personal que labora en cada una de estas áreas es el siguiente:

1) Almacén de Consumo:

8 personas / día en labor de almacenaje

6 personas / día en ventanilla (día)

5 personas / día en ventanilla (noche)

1 jefe

1 secretaria

2) Bodega:

2 personas de 7:00 a 14:00 horas

1 persona de 14:00 a 20:00 horas

1 persona de 21:00 a 08:00 horas

3) Reparables:

7 personas / día

4) Receptora:

Con diferentes horarios:

9:00 a 17:00 horas, personal sindicalizado

9:00 a 18:00 horas, personal de confianza

1 jefe

1 supervisor

1 secretaria

4 auxiliares de oficina de primera

1 auxiliar de oficina de segunda

1 supervisor

1 almacenista de primera

1 almacenista de segunda

1 chofer

3 empleados para labores generales

Resumiendo, en las área de almacenamiento laboran:

32 almacenistas

11 oficinistas

1 chofer

3 empleados para labores generales.

En total son 47 personas.

La información acerca del número de personas que laboran en los diferentes almacenes servirá para determinar los servicios necesarios (baños, vestidores, lockers, etc.), con los que deberá -- contar el nuevo almacén.

C A P I T U L O 4

ALTERNATIVAS DE DISTRIBUCION DE PLANTA PROPUESTAS.

4.1. ZONIFICACIONES GENERALES DE LAS TRES ALTERNATIVAS
PROPUESTAS.

4.1.1. PLANOS DE LAS ZONIFICACIONES PROPUESTAS.

4.2. EXPLICACION DE LAS ALTERNATIVAS.

4.3. EVALUACION CUALITATIVA DE LAS DIFERENTES ZONIFICACIONES.

4.3.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACION --
CUALITATIVA.

4.4. EVALUACION CUANTITATIVA DE LAS MEJORES ALTERNATIVAS.

4.4.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACION --
CUANTITATIVA.

4.1. ZONIFICACIONES GENERALES DE LAS TRES ALTERNATIVAS PROPUESTAS.

Una zonificación general, es la partición del área disponible, de manera no muy específica ni detallada. La zonificación es el primer paso en la realización de una distribución de planta. Este estudio sólo incluye la localización de las áreas que se van a distribuir, así como sus dimensiones.

En una zonificación se pueden apreciar claramente las ventajas y desventajas que presenta la distribución en cuestión. La zonificación brinda la información suficiente para realizar un primer análisis comparativo entre las alternativas de distribución.

Por esta razón, se plantean a continuación tres alternativas de distribución en forma de zonificaciones, para que posteriormente, al realizar el estudio comparativo entre ellas, se pueda seleccionar la zonificación más adecuada en cuanto a las necesidades del nuevo almacén.

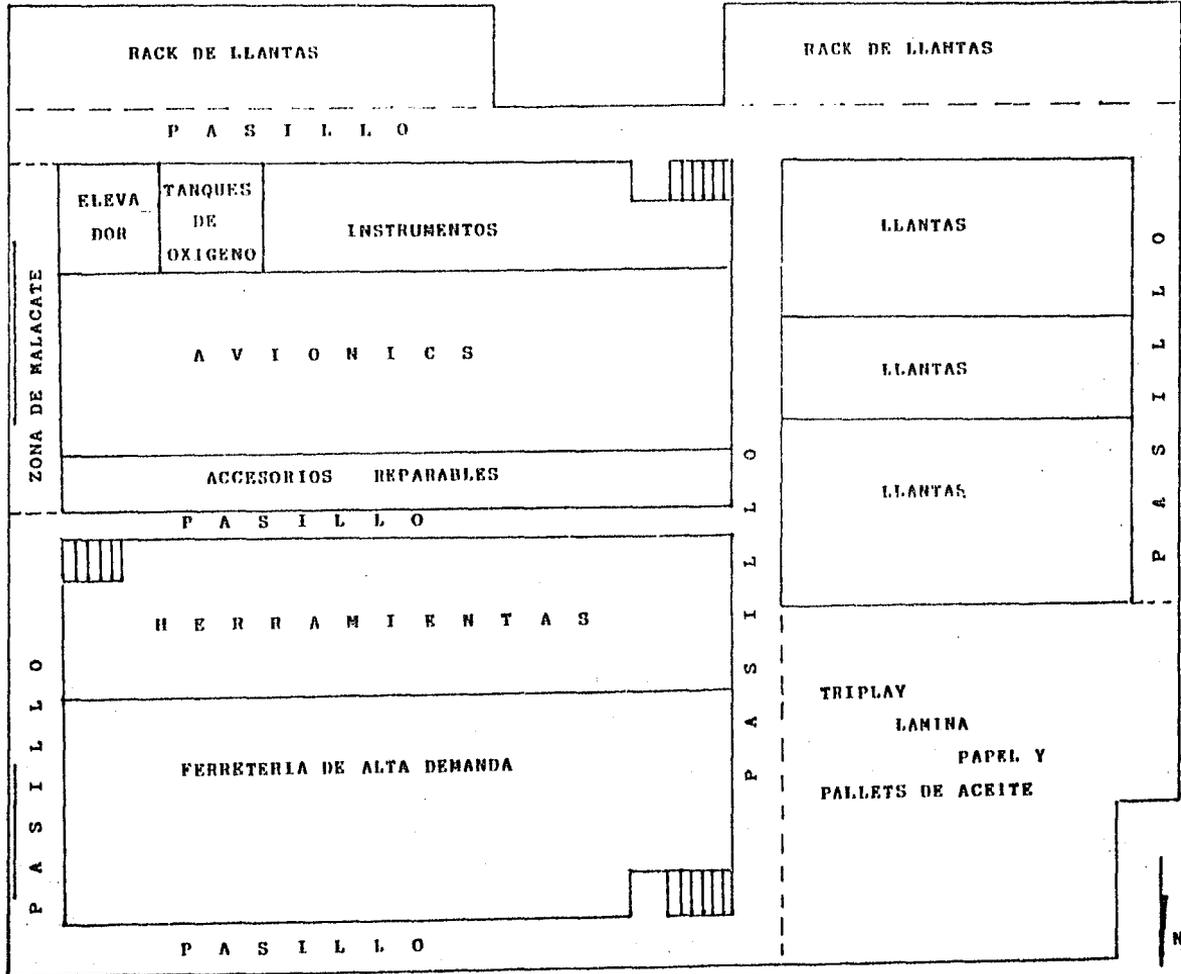
4.1.1 PLANOS DE LAS ZONIFICACIONES PROPUESTAS

PLANOS DE LA 1a. ALTERNATIVA

PLANTA BAJA 1a. ALTERNATIVA

135

REGISTRADORA



ZONA DE MALACATE

PASILLO

PASILLO

PASILLO

PASILLO

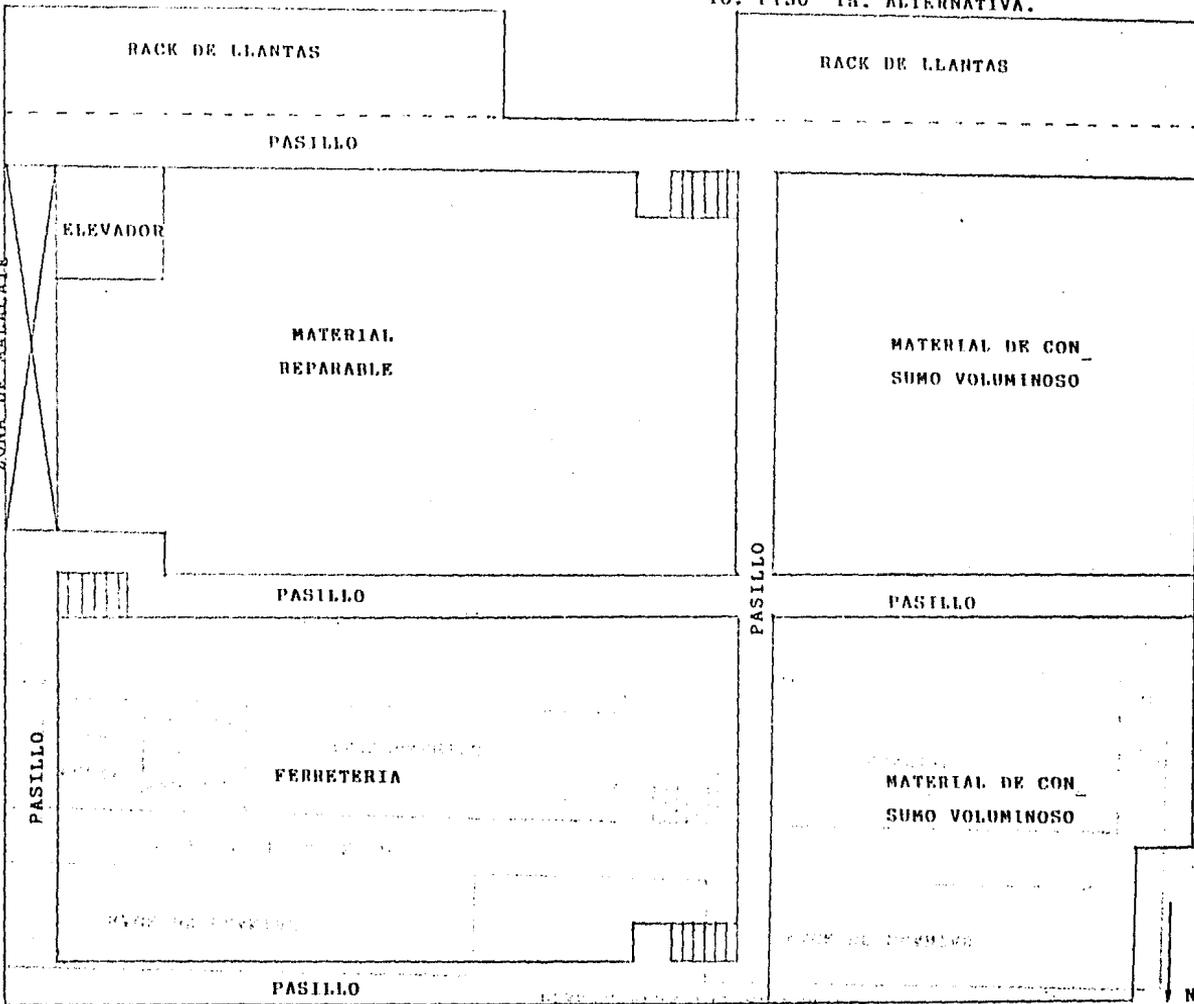
PASILLO

PASILLO

ESC. 1:200

136

ZONA DE MALACATE



ESC. 1:200

PASILLO

RACK DE LLANTAS

PASILLO

ELEVADOR

MATERIAL REPARABLE

RACK DE LLANTAS

MATERIAL DE CONSUMO VOLUMINOSO

PASILLO

PASILLO

PASILLO

FERRETERIA

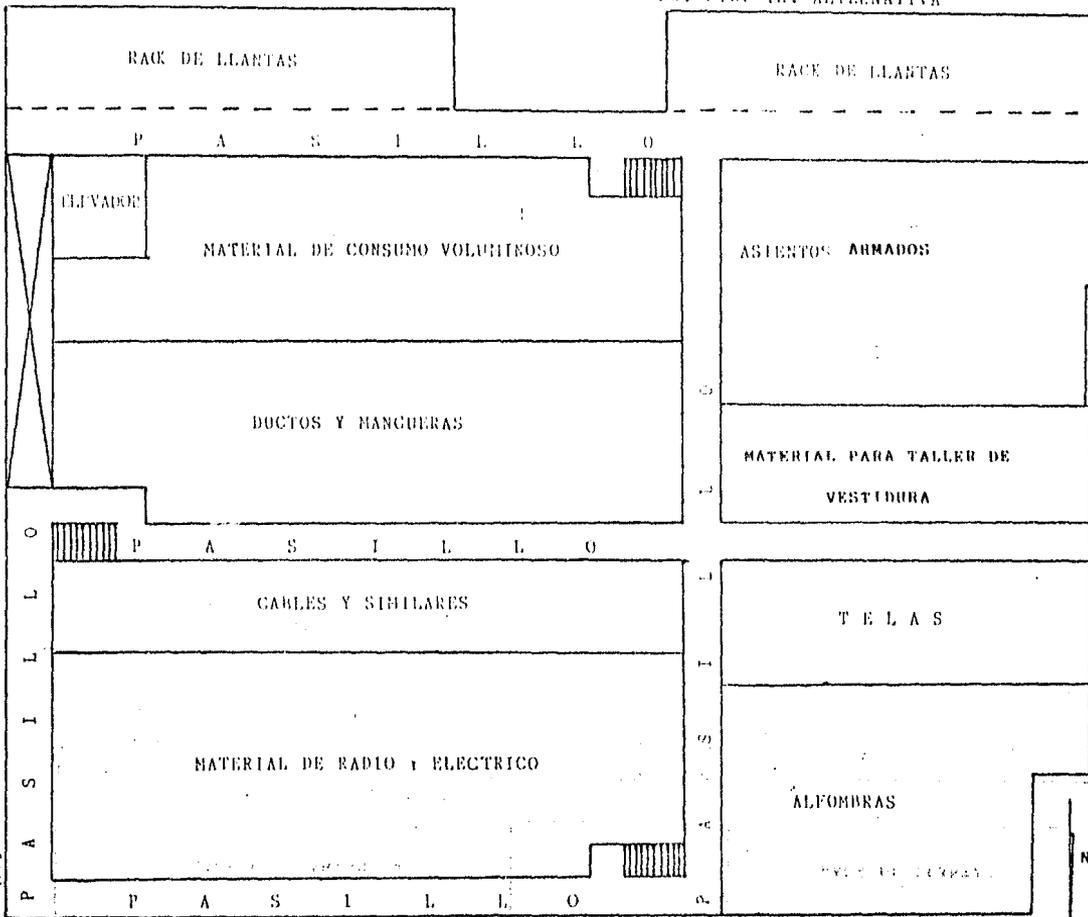
MATERIAL DE CONSUMO VOLUMINOSO

PASILLO



137

ZONA DE MALACATE

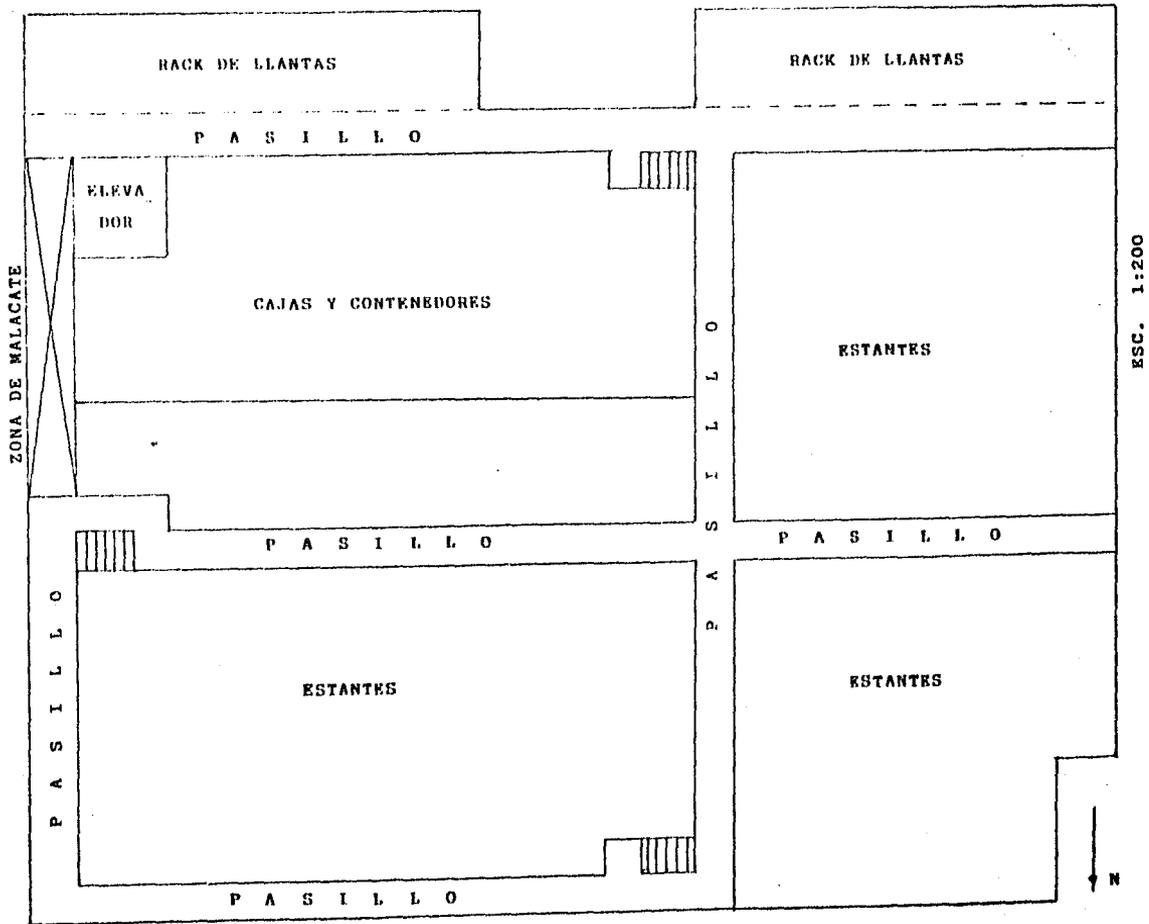


ESC. 1:200

TALLER

651

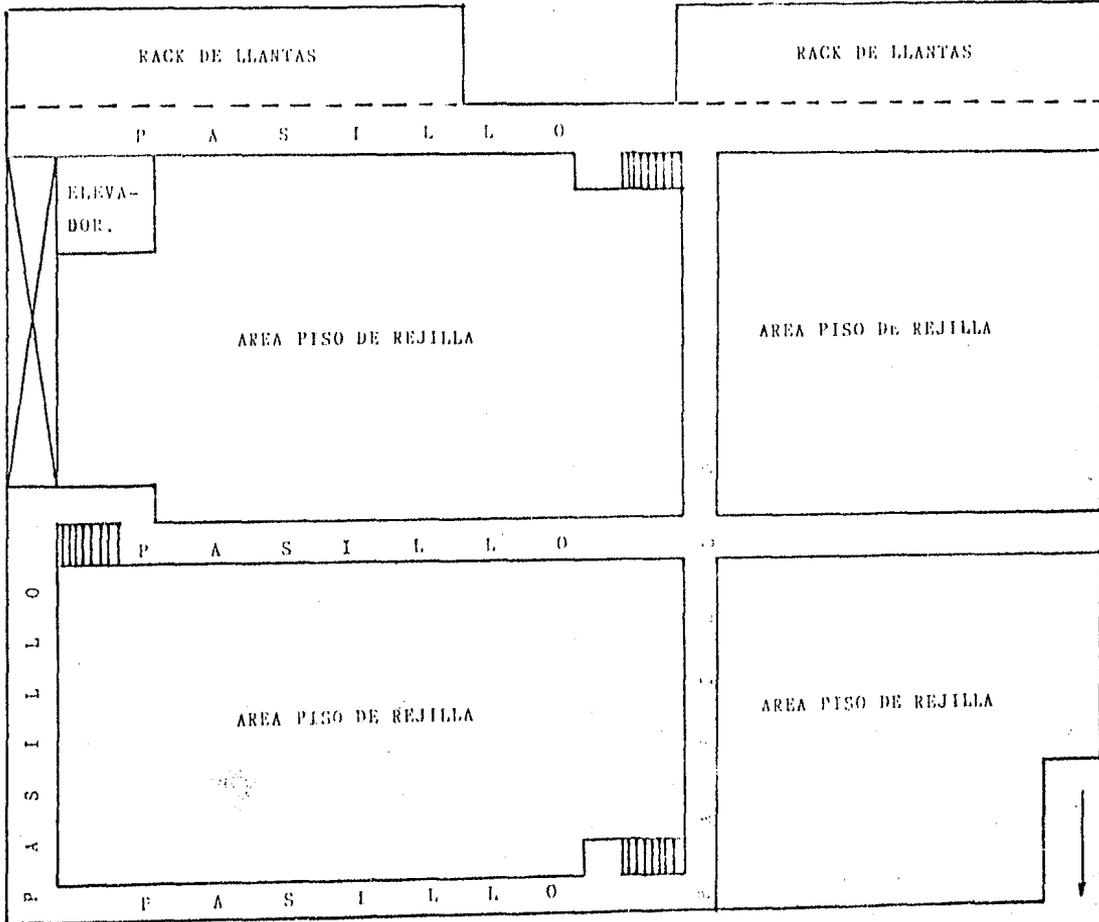
138



ESC. 1:200

139

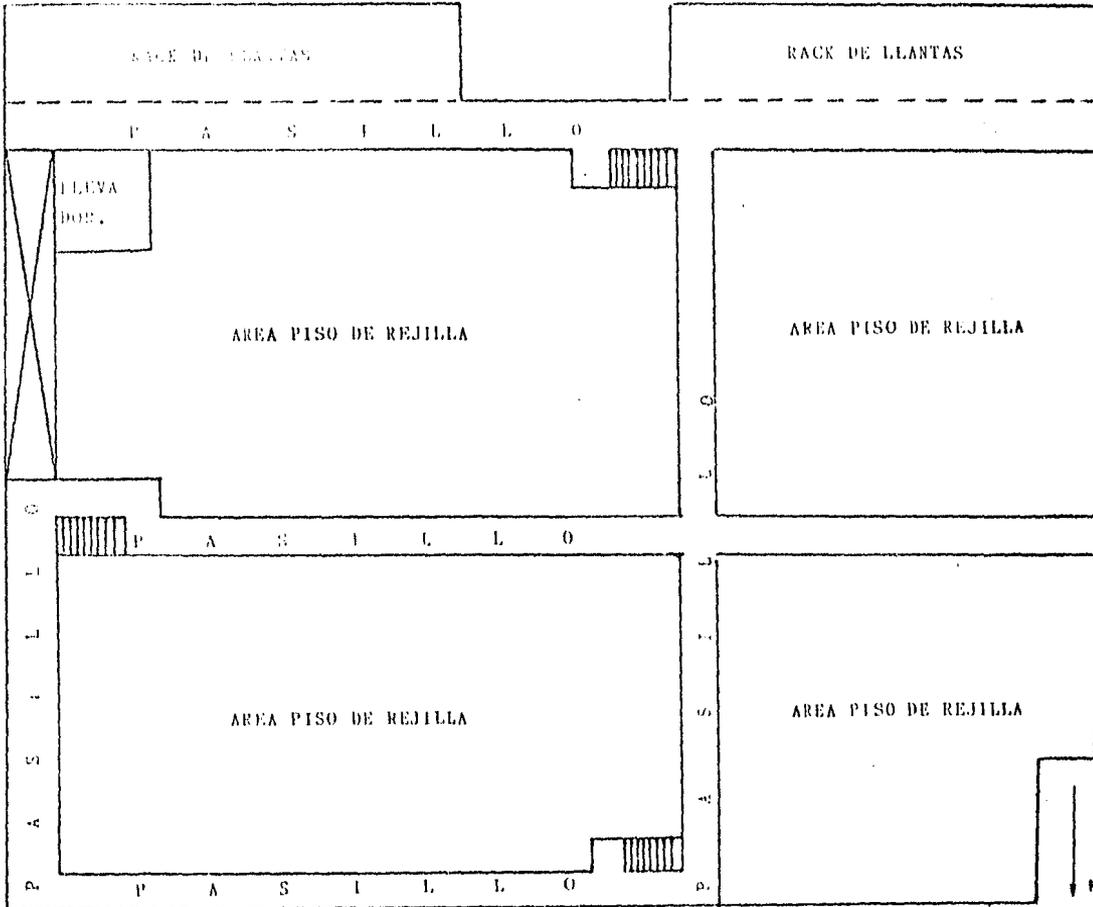
ZONA DE MALACATE



ESC. 1:200

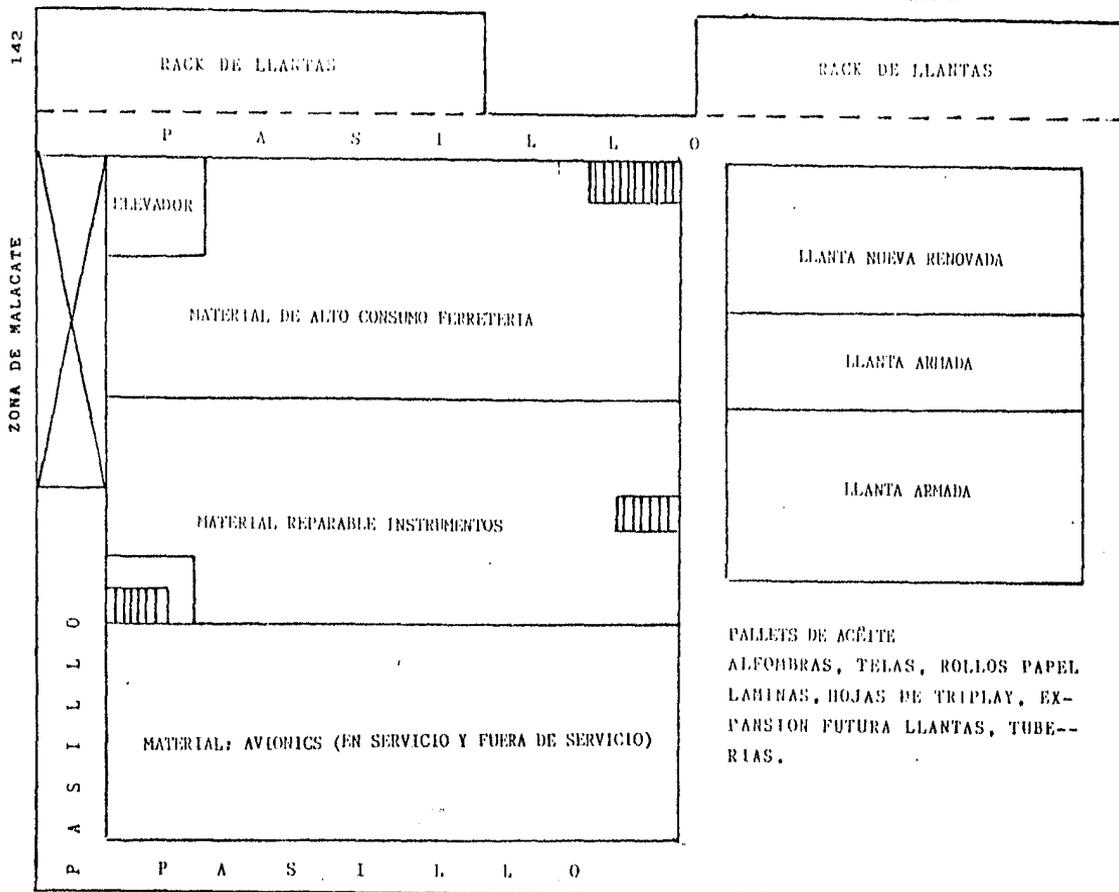
140

ZONA DE MALACATE



PLANOS DE LA 2a. ALTERNATIVA

PLANTA BAJA 2a. ALTERNATIVA



142

ZONA DE MALACATE

P
A
S
I
L
L
O

RACK DE LLANTAS

RACK DE LLANTAS

P
A
S
I
L
L
O

ELEVADOR

MATERIAL DE ALTO CONSUMO FERRETERIA

MATERIAL REPARABLE INSTRUMENTOS

MATERIAL AVIONICS (EN SERVICIO Y FUERA DE SERVICIO)

LLANTA NUEVA RENOVADA

LLANTA ARIADA

LLANTA ARMADA

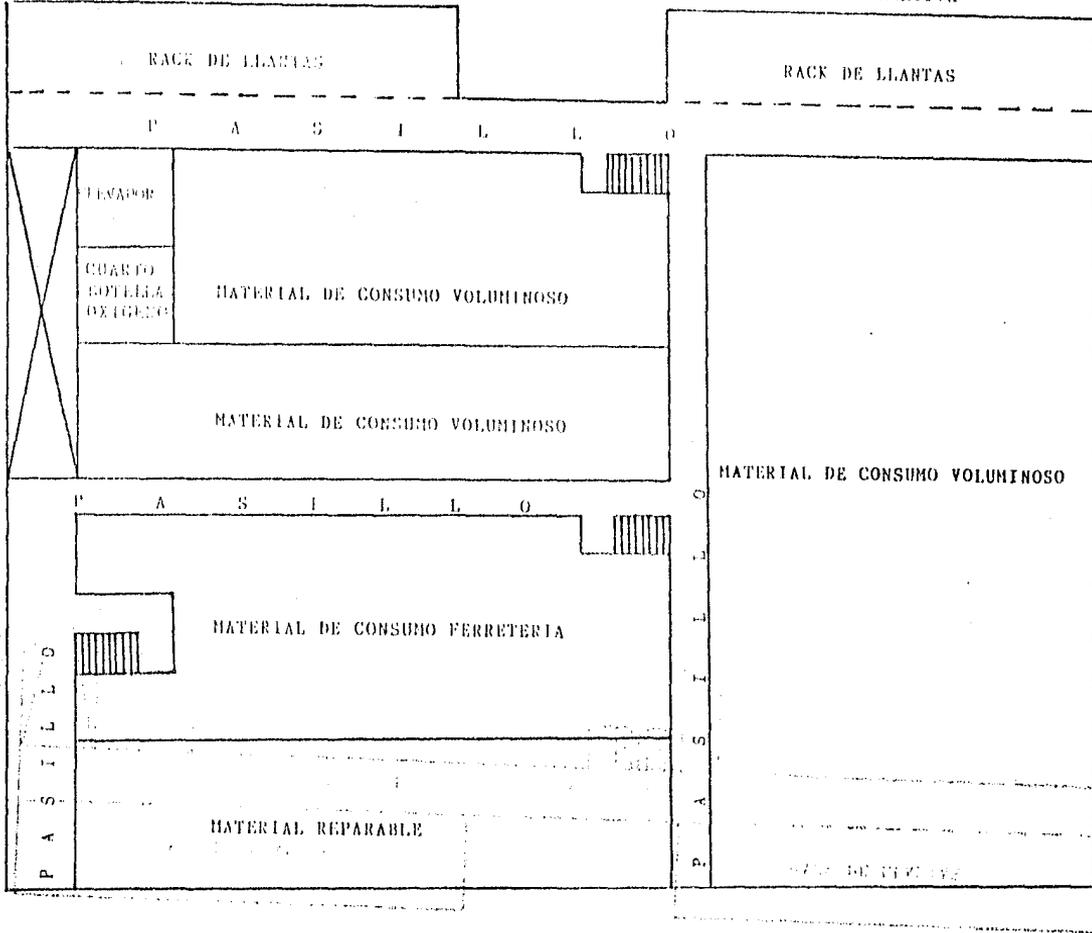
PALLETS DE ACEITE
ALFORBRAS, TELAS, ROLLOS PAPEL
LAMINAS, HOJAS DE TRIPLAY, EX-
PANSION FUTURA LLANTAS, TUBE-
RIAS.

ESC. 1:200

143

ZONA DE MALACATE

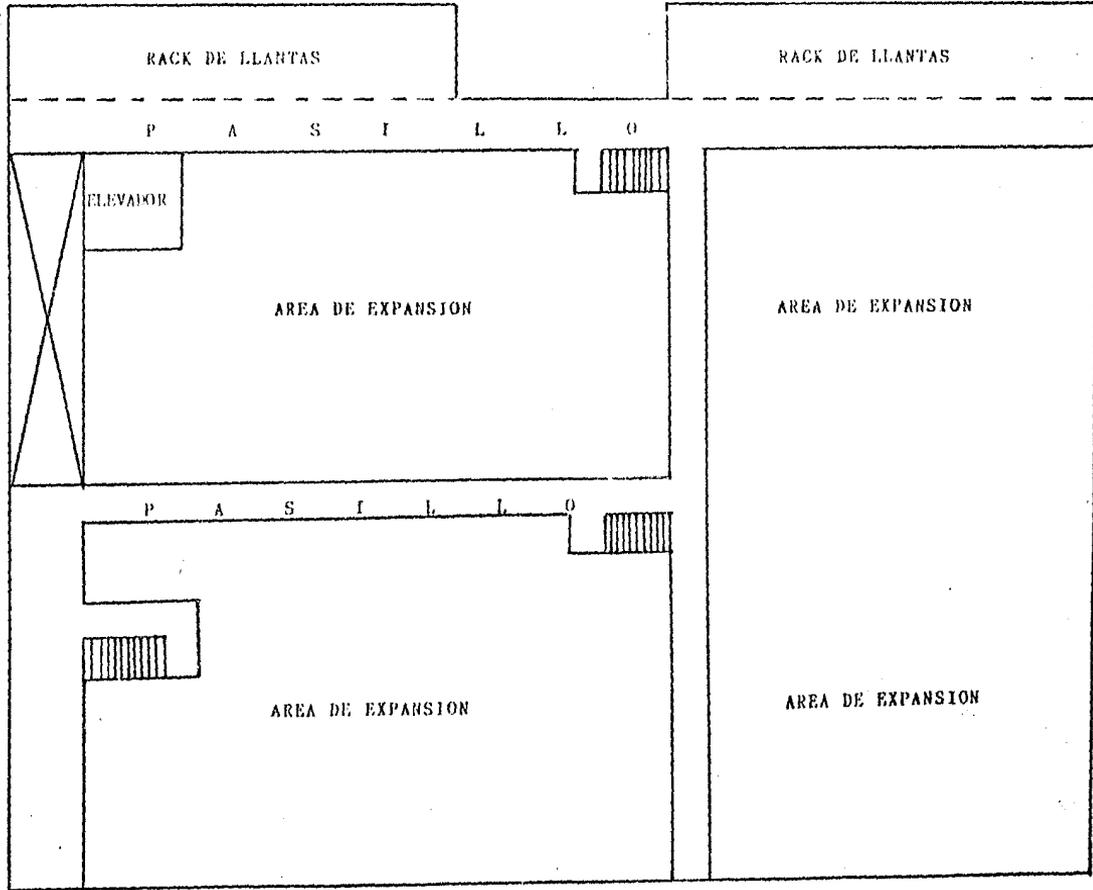
355



ESC. 1:200

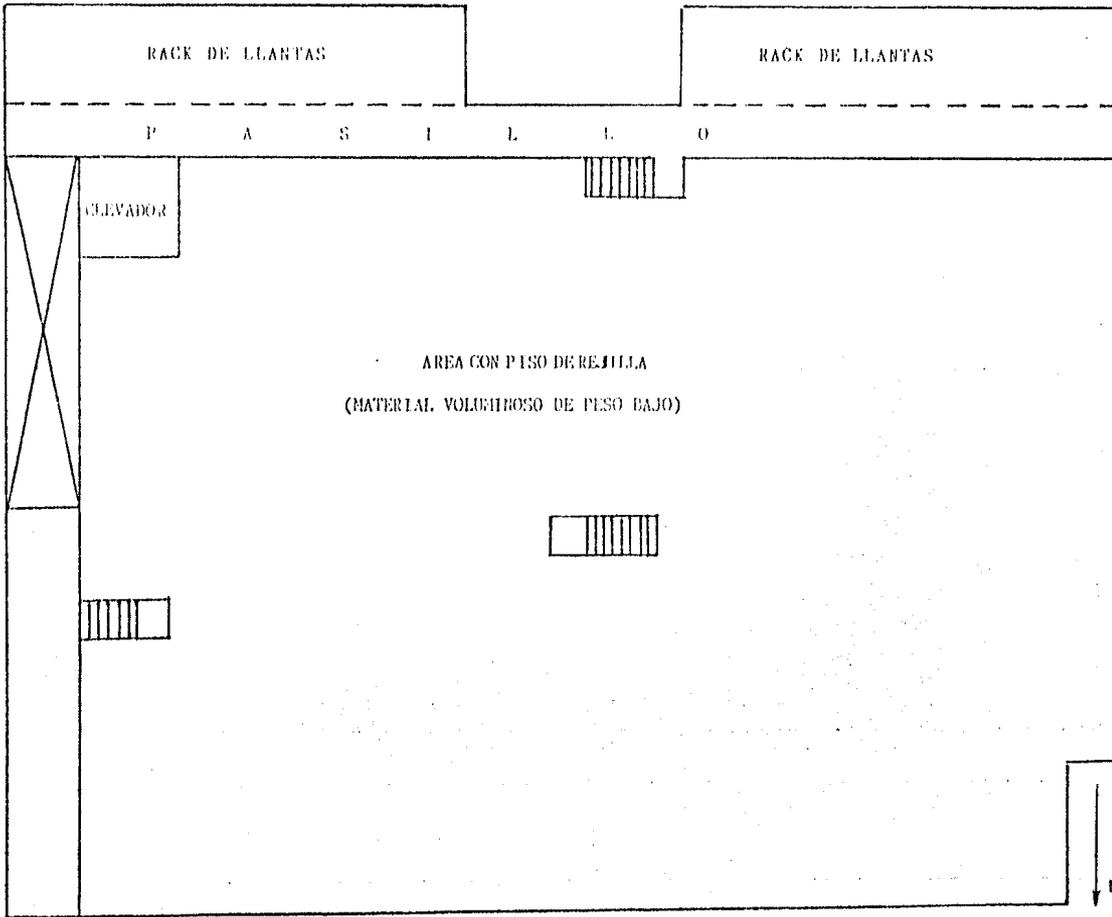
144

ZONA DE MALACATE



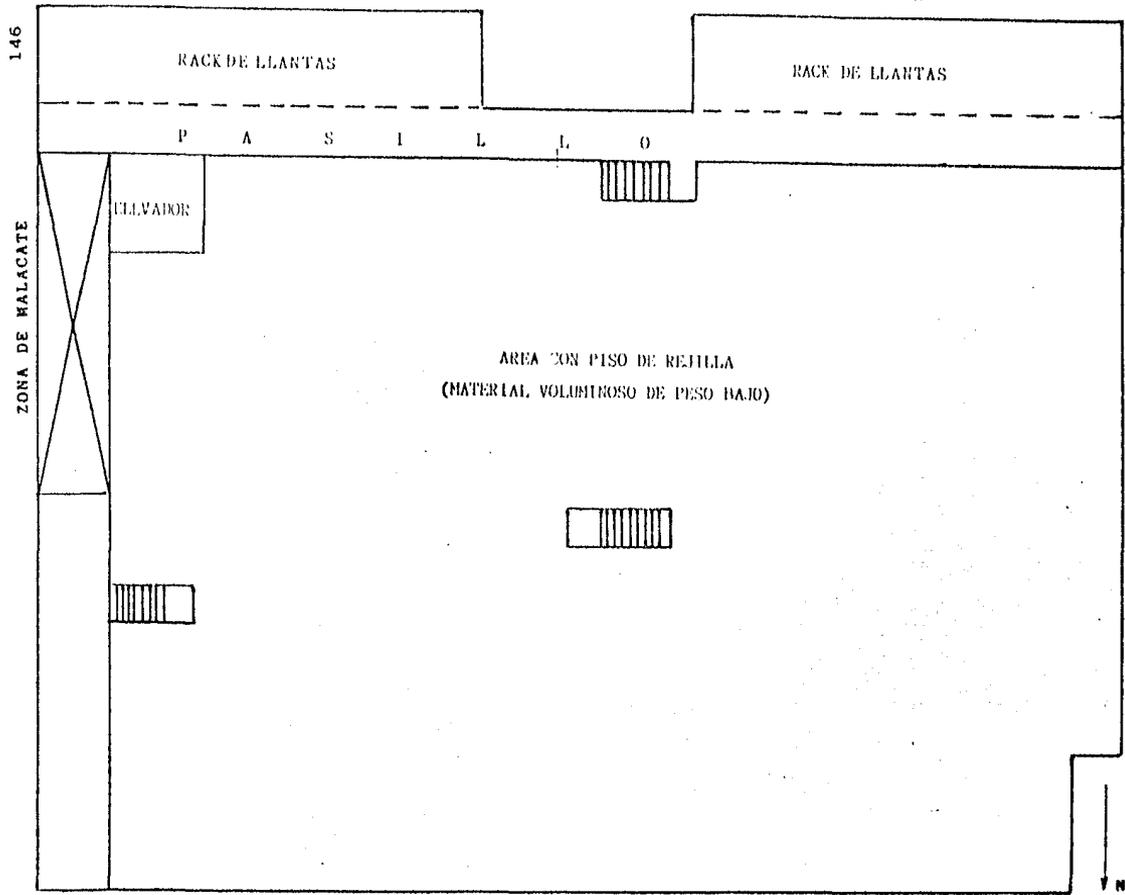
ESC. 1:200

145

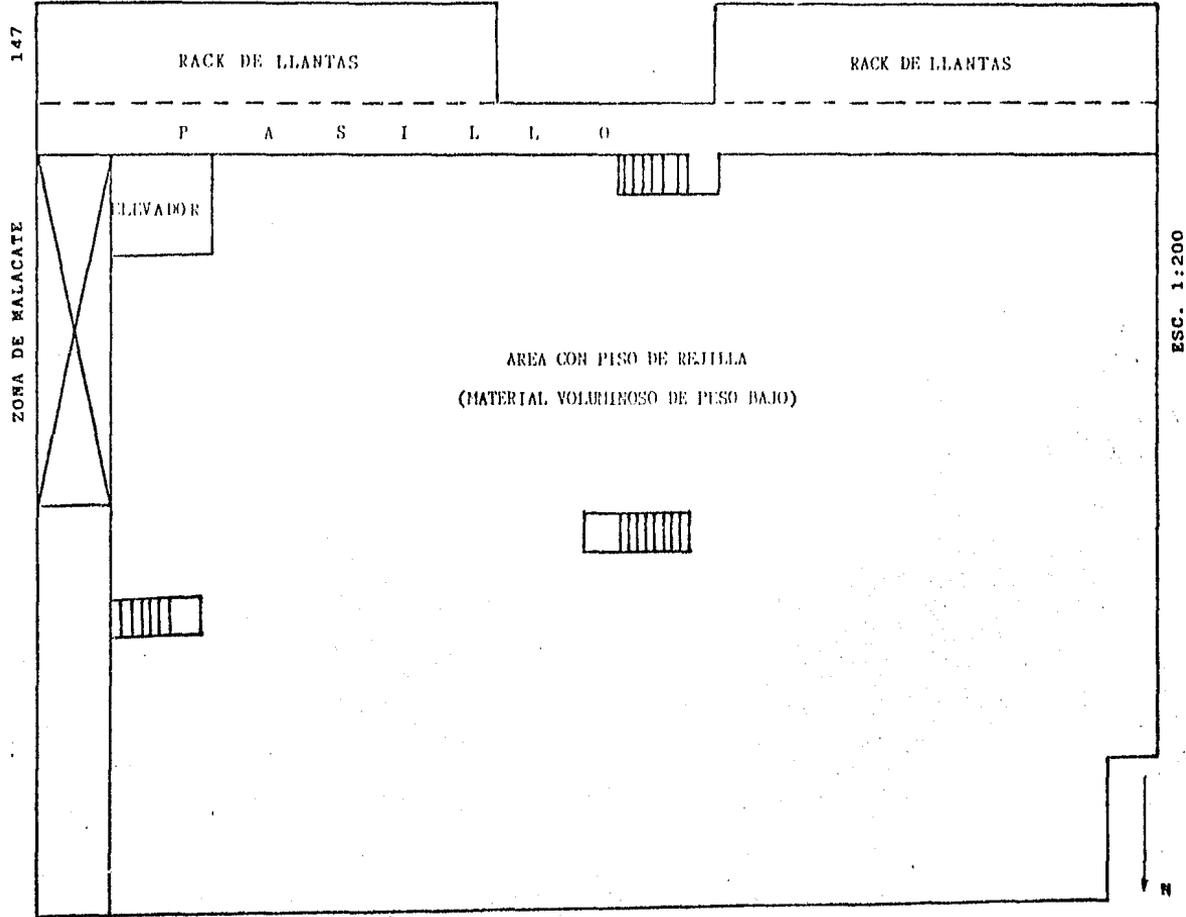


ESC. 1:200

4o. PISO 2o. ALTERNATIVA



5o. PISO 2a. ALTERNATIVA

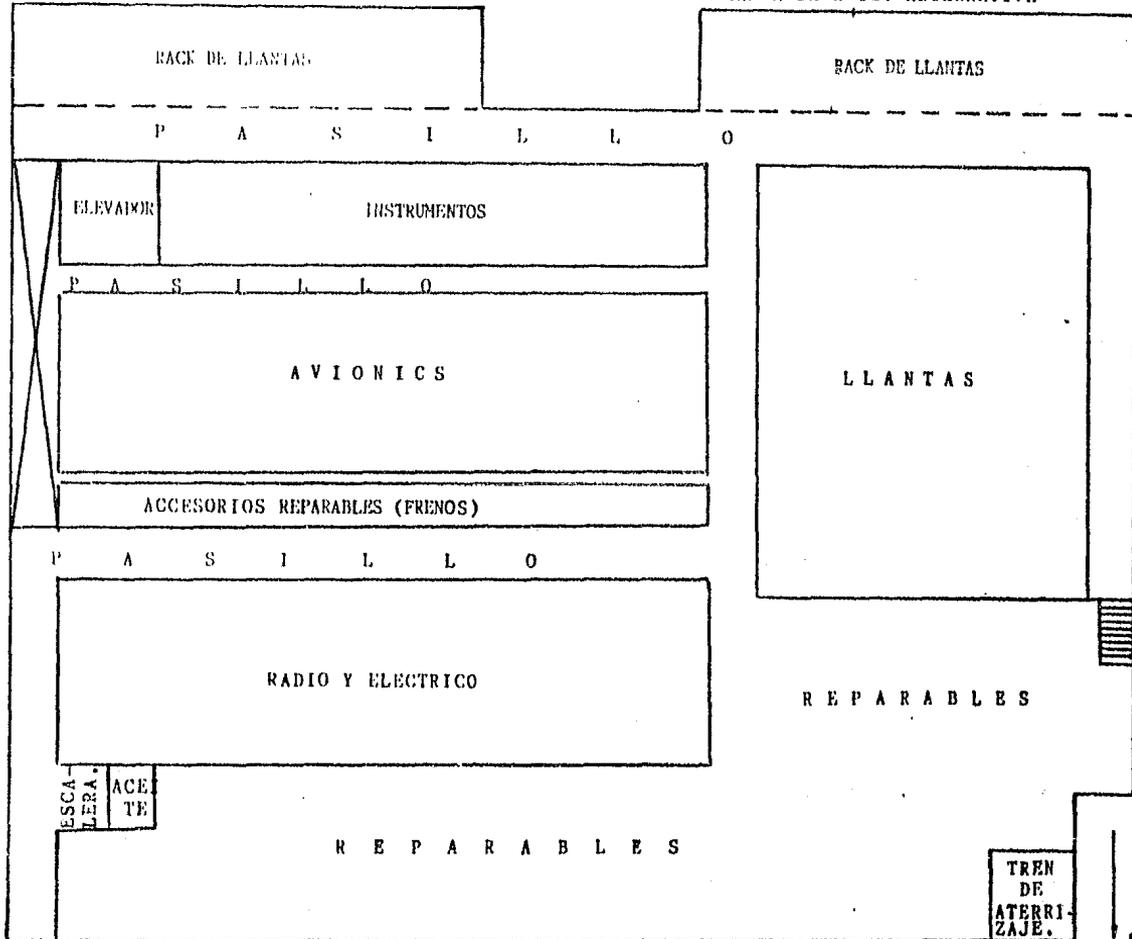


PLANOS DE LA 3a. ALTERNATIVA

PLANTA BAJA 3a. ALTERNATIVA

149

ZONA DE MALACATE

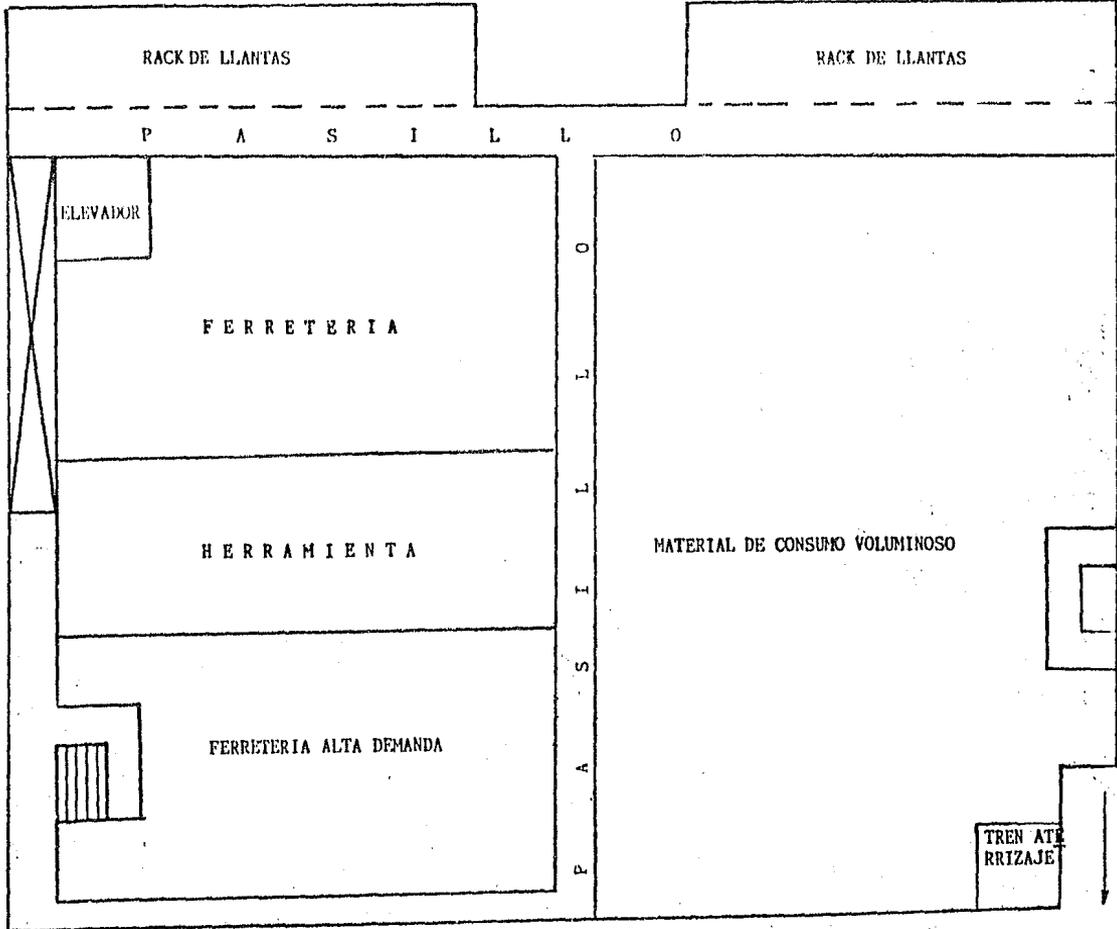


ESC. 1:200

N

150

ZONA DE MALACATE



RACK DE LLANTAS

RACK DE LLANTAS

P A S I L L O

ELEVADOR

FERRETERIA

HERRAMIENTA

FERRETERIA ALTA DEMANDA

P A S I L L O

MATERIAL DE CONSUMO VOLUMINOSO

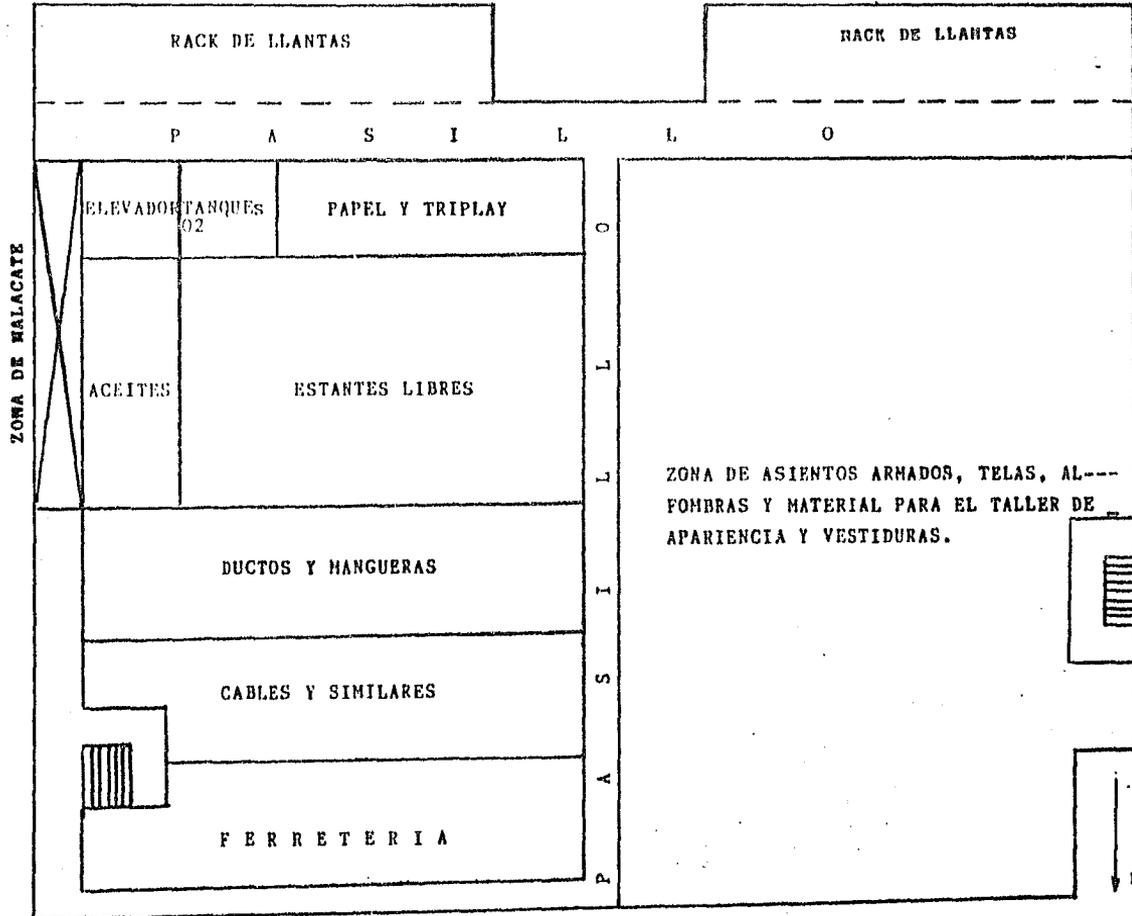
TREN ATRRIZAJE

N

ESC. 1:200

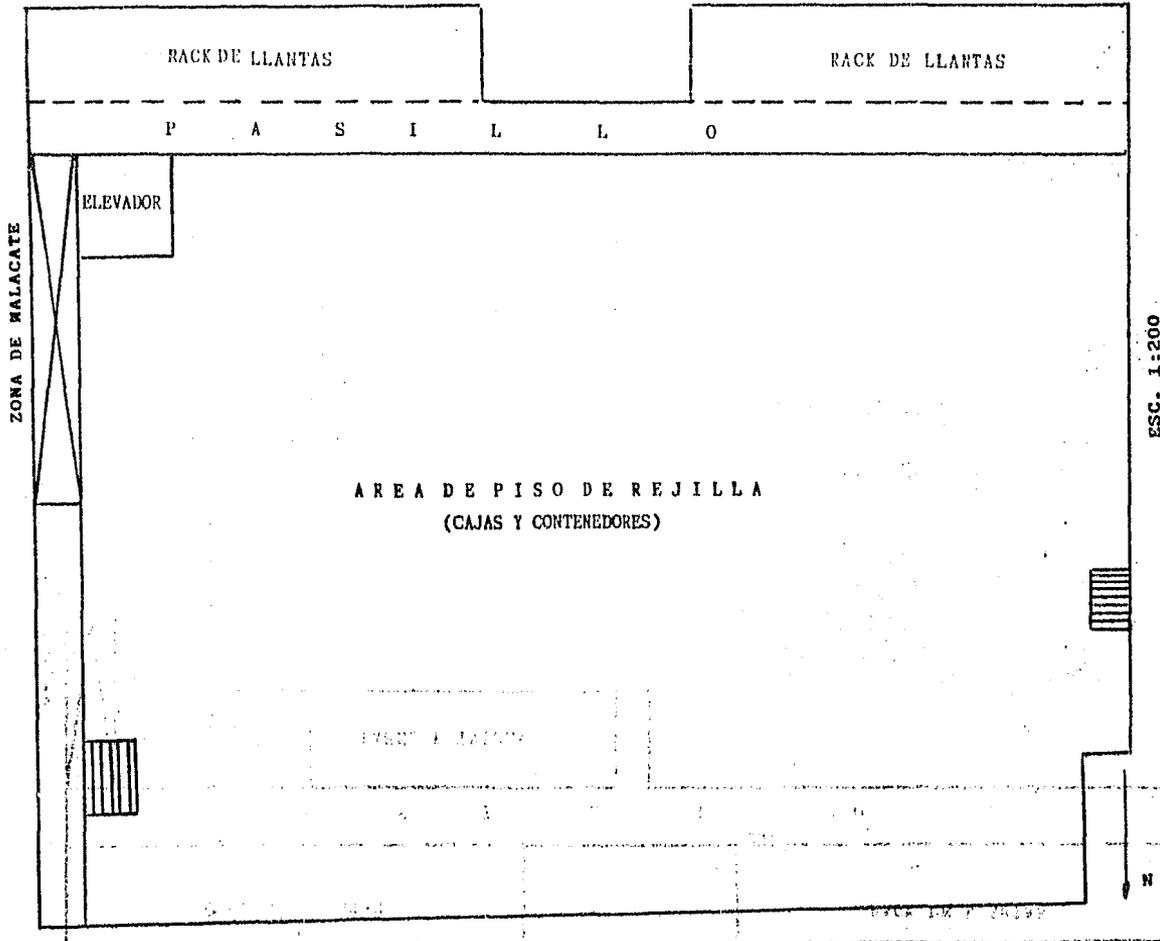
2o. PISO 3a. ALTERNATIVA

151



ESC. 1:200

152



153

RACK DE LLANTAS

RACK DE LLANTAS

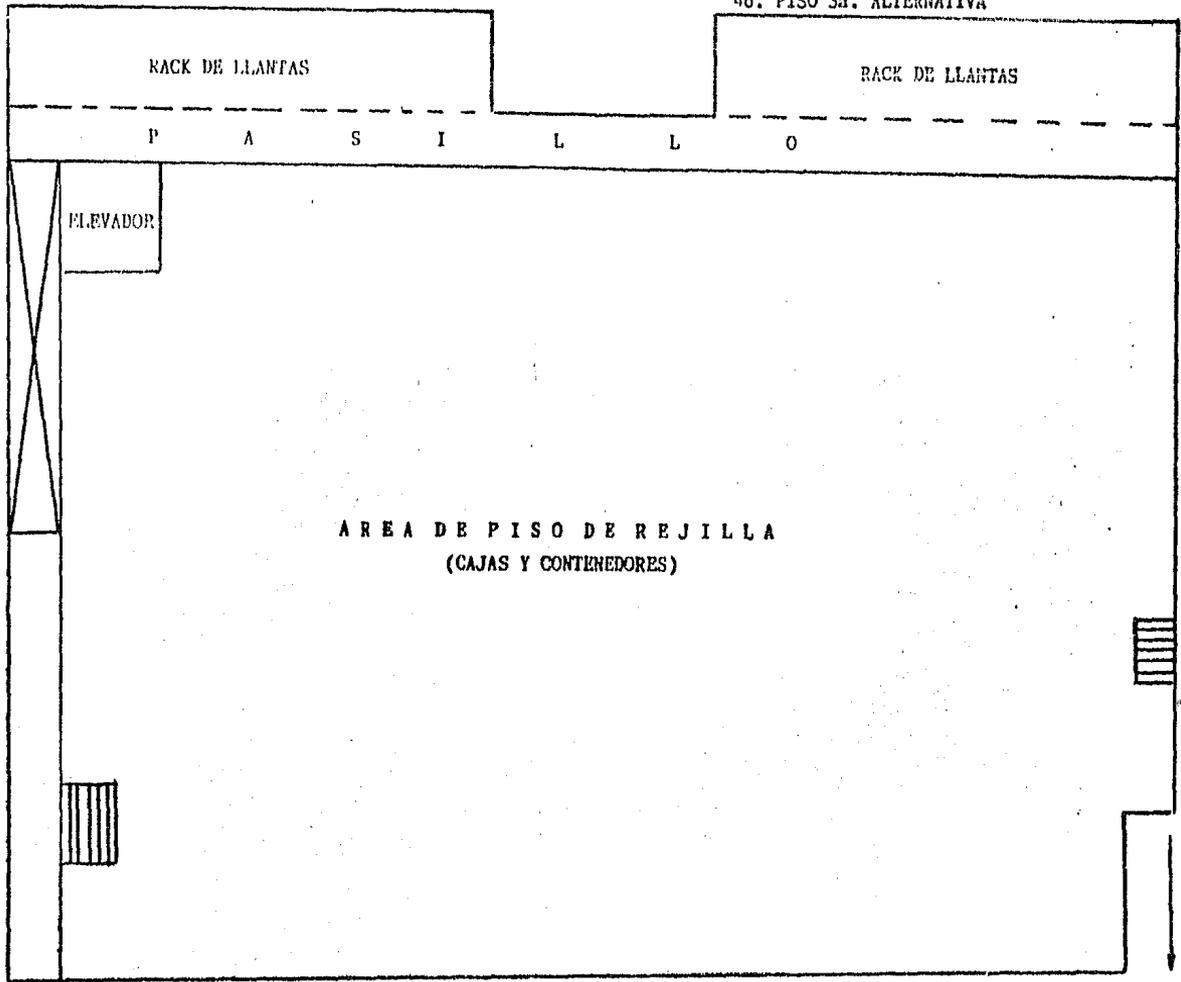
P A S I L L O

ZONA DE MALACATE

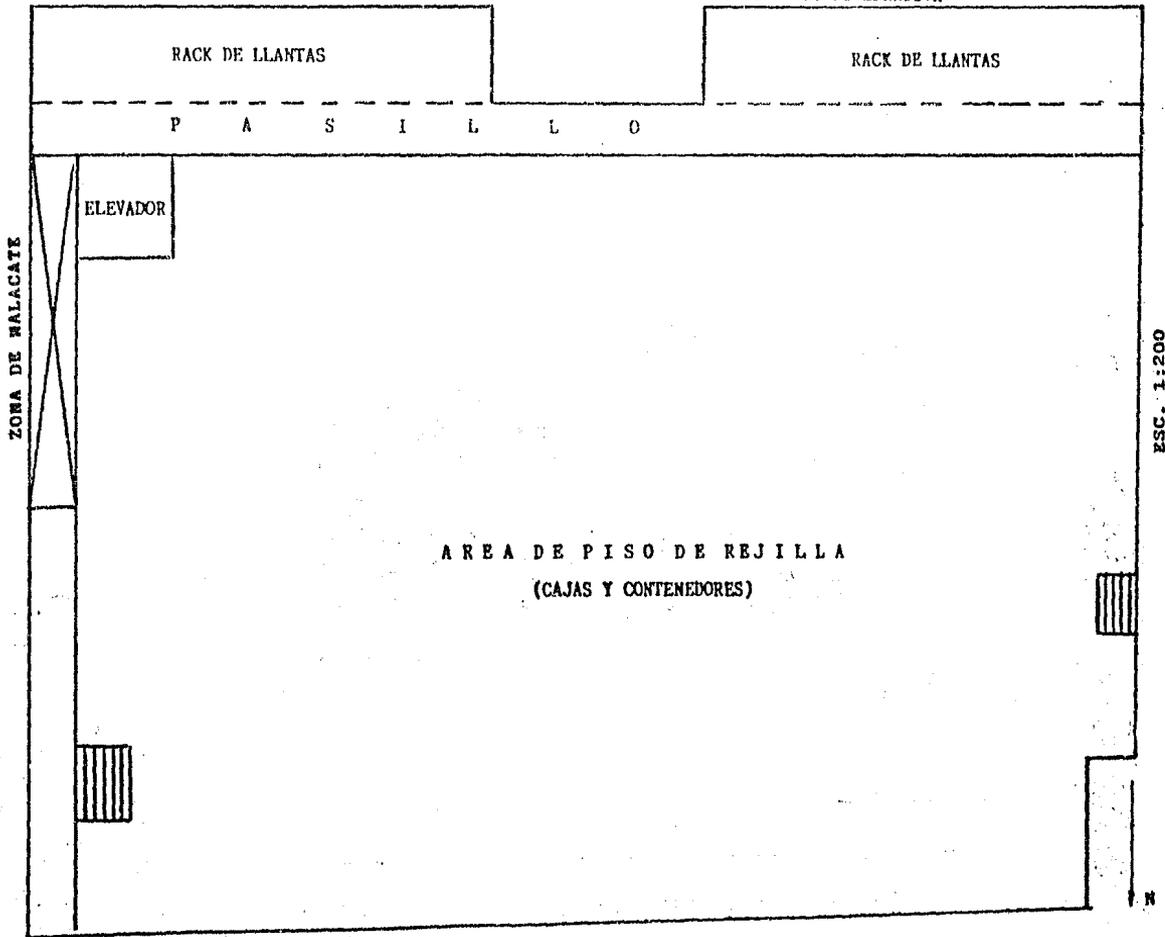
ELEVADOR

AREA DE PISO DE REJILLA
(CAJAS Y CONTENEDORES)

ESC. 1:200



154



4.2. EXPLICACION DE LAS ALTERNATIVAS.

Para nuestro trabajo de Tesis se plantean tres posibles alternativas de solución, de manera que se puedan lograr las distribuciones, zonificaciones y almacenajes adecuados de materiales y -- equipos dentro del nuevo almacén.

Cada una de estas alternativas reúne, a nuestro juicio, -- factores que pudieran intervenir directa o indirectamente en la elaboración del Layout que permita obtener la adecuada zonifica-- ción y mejor almacenaje de los materiales con los que cuenta la - empresa.

Cabe mencionar en esta parte del estudio, que los factores que intervienen en las tres alternativas para lograr la óptima - zonificación, fueron el estudio de varias mediciones y evaluacio-- nes realizadas previamente.

Los resultados de cada alternativa se mostrarán más adelan-- te, destacando en cada una de ellas, los criterios que se tomaron en cuenta para obtenerlos.

También es de gran importancia destacar que en nuestro es-- tudio se considera tan sólo una alternativa de solución, ya que a nuestro juicio, es la alternativa que presenta más ventajas que -

desventajas en comparación con las otras alternativas, sin que esto signifique que aquéllas no sean funcionales. Al plantear tres alternativas de solución, se pretende dar al problema un enfoque más amplio en cuanto a su solución, utilizando para ello, las técnicas y procedimientos que proporciona la Ingeniería Industrial.

Las evaluaciones y resultados que se obtuvieron para cada alternativa se mostrarán en los siguientes puntos. Así mismo, se presentará la alternativa de zonificación final.

1a. Alternativa de Zonificación:

Las características principales que presenta esta alternativa, para lograr la zonificación de los diferentes tipos de material en el nuevo almacén, son los siguientes:

- La distribución presentada en esta alternativa, se basa principalmente en la demanda, costo, utilización, seguridad y manejo de los materiales con los que cuenta la empresa. Tomando en cuenta lo anterior, y la importancia que representan, los materiales se situaron cerca de las áreas de Despacho, o cerca de los accesos de mayor movimiento, o en áreas especiales de almacenamiento, con el fin de evitar el mal manejo de los mismos, pérdidas de tiempo en las operaciones de almacenaje, aumento en los costos, inseguri---

dad del material, robos en el almacén, imprevistos, etc.

- Esta alternativa presenta además, flexibilidad en el diseño, distribución de accesos en zonas específicas, zonas especiales de almacenamiento para algunos materiales que así lo requieran, - facilidad futura de expansión, normas de construcción y seguridad, zonas especiales de seguridad y manejo. Todo ésto en base a los objetivos que se pretenden lograr, considerando los medios y procedimientos con los que se cuenta para lograr la distribución, zonificación y almacenaje adecuados de los materiales.

A continuación se mencionarán los factores que influyen -- significativamente en la elaboración de la distribución de planta en esta primera alternativa.

- Se consideran las características físicas y propias de los materiales (peso, volumen, costo, utilización, etc.), para su ubicación en el nuevo almacén.

- En algunos casos, se toma en cuenta la demanda de algunos materiales de importancia, ya que ésto determinará su cercanía a las oficinas de Receptora y Despacho.

- Se prevé resguardar los materiales de mayor costo y utilización cerca del área de Despacho, con el propósito de evitar ro-

bos, pérdidas de tiempo y desperfectos de materiales al efectuar el manejo de los mismos.

- A los materiales que requieran almacenaje especial, se les destinarán áreas especiales de almacenamiento, por ejemplo:

- Instrumentos.
- Aceites.
- Triplay y maderas.
- Asientos armados
- Tanques de oxígeno, halón, etc.

- Se proveen futuras expansiones de almacenaje en todos los niveles del almacén.

- Se considera todo tipo de seguridad en el almacén (riesgos de incendios, riesgos de manejo, desperfectos, robos, etc.)

- Para obtener la distribución, se tomó en cuenta el tipo de estantería que se utilizaría para cada tipo de material.

- Se disponen los Accesos en base a la distribución que se tiene, con el objeto de tener fácil acceso a los materiales, evitando así pérdidas de tiempo en las operaciones que se requieran.

- Al plantear esta distribución, se pretende minimizar los costos de operación actuales en el almacén.

- Se toma en cuenta la experiencia del personal en sus tareas de almacenaje.

- Se considera el tamaño y peso del equipo que se utilizará para el manejo de los materiales en el nuevo almacén.

- Se destina una zona de maniobras y de elevador en el almacén, con el objeto de minimizar costos, pérdidas de tiempo y esfuerzo físico del personal.

Resumiendo, lo presentado anteriormente describe significativamente las características y factores que se plantean al realizar esta primera alternativa de zonificación, y que en forma general, cumple con los objetivos previamente planteados.

2a. Alternativa de Zonificación:

- Esta alternativa presenta las mismas características que la anterior, pero difiere en algunos aspectos de distribución, tales como accesos, (escaleras, pasillos, etc.), zona de elevador y áreas de seguridad.

- Presenta también pequeños cambios en cuanto a la zonificación de algunos materiales, considerando para ello, la demanda y utilización de los mismos.

- Esta alternativa presenta la misma flexibilidad y facilidad futura de expansión que la anterior, con lo cual pretende los mismos objetivos que se plantean al hacer este estudio.

Como se puede observar, esta segunda alternativa presenta pequeñas modificaciones, en comparación con la primera. Los resultados obtenidos para esta segunda alternativa, se presentarán más adelante.

3a. Alternativa de Zonificación:

- Esta alternativa presenta algunos cambios de importancia, respecto a las dos alternativas anteriores.

- Se sitúa el mismo tipo de material en un nivel, por ejemplo, en Planta Baja se sitúan los materiales reparables tales como: - instrumentos, avionics, accesorios reparables, radio y eléctrico, etc. En el primero y segundo niveles, se almacenan materiales de consumo, como son: ferretería, herramienta, material de consumo voluminoso, cables y similares, etc.

Esto influye directamente en la demanda y utilización de algunos materiales, así como también en las áreas especiales de almacenamiento destinadas a materiales que así lo requieran.

- Por otro lado, esta alternativa presenta la misma flexibilidad y facilidad futura de expansión que las anteriores.

- Presenta diferentes áreas de Acceso y Seguridad (pasillos, escaleras, distancia entre cada nivel, etc.), zona de maniobras, etc.

- Se plantea esta alternativa, ya que también cumple con los objetivos que se pretenden lograr al realizar este estudio, considerando para ello, las Técnicas y Procedimientos que proporciona la Ingeniería Industrial.

Los resultados obtenidos para esta tercera alternativa, se mostrarán en los siguientes puntos.

4.3. EVALUACION CUALITATIVA DE LAS DIFERENTES ZONIFICACIONES.

La evaluación cualitativa reside en el análisis de las cualidades, características, ventajas, desventajas y de los beneficios o contratiempos que presente cada alternativa. Existen va--

rias técnicas para realizar una evaluación cualitativa.

Para este estudio se realizarán las siguientes:

- Lista de ventajas y desventajas.
- Calificación ponderada de factores (matriz de evaluación.)

La lista de ventajas y desventajas, es una técnica simplificada que describe de una manera general a cada alternativa. - Servirá como filtro en la selección de la distribución de planta más adecuada.

Por otra parte, la técnica de calificación ponderada, permite otorgar una medida cuantitativa a factores que se consideran cualitativos. Esta técnica involucra el peso que tiene cada factor, es decir, la importancia relativa que tiene cada uno de ---- ellos, e incluye la calificación que se otorgue a la alternativa en cada factor.

Al evaluar las ventajas y desventajas, se mencionarán separadamente las que correspondan a cada alternativa propuesta; se compararán y se realizará un primer análisis de las mismas.

La matriz de evaluación presentará una lista de los facto-

res que interesan estudiar en cada alternativa, y que son los mismos para cada alternativa. La escala para cada uno de ellos es la siguiente:

- 4 Muy importante.
- 3 Importante.
- 2 Regular.
- 1 Menos importante.

Posteriormente, se calificarán los factores de cada alternativa, tomándose como base la siguiente escala:

- 10 Perfecto.
- 9 Ideal.
- 8 Excelente.
- 7 Muy buena.
- 6 Buena.
- 5 Aceptable.
- 4 Promedio.
- 3 Pobre.
- 2 Insatisfactoria.
- 1 Inaceptable.

Una vez realizada la evaluación cualitativa, se procederá a aplicar la evaluación cuantitativa a las alternativas que lo ameriten.

MATRIZ DE EVALUACION

Alternativa 1

Núm.	Factores	Peso (1-4)	Calif. (1-10)	Calif. Ponderada.
1	Funcionalidad.	4	7	28
2	Seguridad del personal.	3	7	21
3	Higiene.	3	6	18
4	Flexibilidad.	4	4	16
5	Rapidez en el despacho.	4	6	24
6	Expansión.	4	9	36
7	Aprovechamiento del espacio.	4	8	32
8	Distancias mínimas.	3	8	24
9	Accesos (puertas, escaleras.)	2	6	12
10	Flujo de materiales.	3	6	18
11	Manejo de materiales.	3	7	21
12	Capacidad de almacenamiento.	4	9	36
13	Ubicación de cada área.	3	7	21
14	Claridad en el diseño.	3	7	21
15	Servicios.	2	5	10
16	Diseño de pasillos.	4	7	28
17	Supervisión	2	4	8
18	Condiciones de almacenaje.	3	6	18
19	Facilidad de almacenaje.	3	8	24

MATRIZ DE EVALUACION

(CONT.)

Alternativa 1

Núm.	Factores	Peso (1-4)	Calif. (1-10)	Calif. Ponderada.
20	Distribución de materiales.	4	8	32
21	Distribución de cargas.	3	6	18
22	Espacios ociosos.	3	8	24
23	Seguridad de materiales.	3	9	27
24	Control.	4	9	36
25	Mantenimiento.	2	5	10
			Total:	560

MATRIZ DE EVALUACION

Alternativa 2

Núm.	Factores	Peso (1-4)	Calif. (1-10)	Calif. Ponderada.
1	Funcionalidad.	4	6	24
2	Seguridad del personal.	3	5	15
3	Higiene.	3	6	18
4	Flexibilidad.	4	8	32
5	Rapidez en el despacho.	4	6	24
6	Expansión.	4	8	32
7	Aprovechamiento del espacio.	4	8	32
8	Distancias mínimas.	3	6	18
9	Accesos (puertas, escaleras)	2	8	16
10	Flujo de materiales.	3	7	21
11	Manejo de materiales.	3	6	18
12	Capacidad de almacenamiento.	4	8	32
13	Ubicación de cada área.	3	7	21
14	Claridad en el diseño.	3	6	18
15	Servicios.	2	6	12
16	Diseño de pasillos.	4	5	20
17	Supervisión.	2	6	12
18	Condiciones de almacenaje.	3	7	21
19	Facilidad de almacenaje.	3	5	15

MATRIZ DE EVALUACION

(CONT.)

Alternativa 2

Núm.	Factores	Peso (1-4)	Calif. (1-10)	Calif. . Ponderada.
20	Distribución de materiales.	4	7	28
21	Distribución de cargas.	3	4	12
22	Espacios ociosos.	3	3	9
23	Seguridad de materiales.	3	7	21
24	Control.	4	8	32
25	Mantenimiento.	2	5	10
			Total:	513

MATRIZ DE EVALUACION

Alternativa 3

Núm.	Factores	Peso (1-4)	Calif. (1-10)	Calif. Ponderada.
1	Funcionalidad.	4	3	12
2	Seguridad del personal.	3	5	15
3	Higiene.	3	6	18
4	Flexibilidad.	4	6	24
5	Rapidez en el despacho.	4	3	12
6	Expansión.	4	6	24
7	Aprovechamiento del espacio.	4	6	24
8	Distancias mínimas.	3	4	12
9	Accesos (puertas, escaleras.)	2	3	6
10	Flujo de materiales.	3	3	9
11	Manejo de materiales.	3	5	15
12	Capacidad de almacenamiento.	4	6	24
13	Ubicación de cada área.	3	5	15
14	Claridad en el diseño.	3	5	15
15	Servicios.	2	6	12
16	Diseño de pasillos.	4	5	20
17	Supervisión.	2	4	8
18	Condiciones de almacenaje.	3	5	15
19	Facilidad de almacenaje.	3	5	15

MATRIZ DE EVALUACION

(CONT.)

Alternativa 3

Núm.	Factores	Peso (1-4)	Calif. (1-10)	Calif. Ponderada.
20	Distribución de materiales.	4	5	20
21	Distribución de cargas.	3	4	12
22	Espacios ociosos.	3	5	15
23	Seguridad de materiales.	3	6	18
24	Control.	4	5	20
25	Mantenimiento.	2	5	10
			Total:	390

LISTA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Alternativa 1.

V e n t a j a s

- Area mínima suficiente de pasillos.
- Zona para expansión.
- Claridad en el diseño de distribución.
- Material de más alta demanda cercano al área de Despacho.
- Escaleras en lugares estratégicos.
- Zona para manejo de material voluminoso.
- Zonificación específica de acuerdo a características del material.
- Facilidad en el despacho.
- Altura adecuada de piso a techo.
- Conexión con el taller de ---

D e s v e n t a j a s

- Area limitada.
- Dificultad en el mantenimiento.
- Posibles problemas de circulación debidos a la zona donde se localiza el malacate.
- Material de radio alejado del Despacho (2º nivel.)
- Material de avionics necesita mayor resguardo.

LISTA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

(CONT.)

Alternativa 1.

Ventajas

Desventajas

- vestiduras en el segun
do piso.
- Accesos a Despacho y Receptora, adecuados.
 - Uso eficiente del elevador.
 - Ubicación adecuada de los tanques de oxígeno.
 - Recorridos mínimos.
 - Areas adecuadas en Planta Baja para la circulación de equipo de transporte de material.
 - Orientación uniforme de estantes.
 - Flexibilidad.

LISTA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Alternativa 2.

V e n t a j a s

- Area para expansión.
- Simetría en el diseño de cada uno de los niveles.
- Area mínima suficiente de pasillos.
- Altura entre pisos adecuada.
- Facilidad en el despacho de materiales.
- Seguridad para el personal.
- Uniformidad en la distribución de cada uno de los niveles.
- Accesos adecuados (elevador, escaleras, etc.)
- Material de mayor demanda cercano a Despacho.
- No presenta espacios ociosos.
- Flexibilidad en cada uno de los pisos.

D e s v e n t a j a s

- El área de llantas es demasiado grande.
- Desbalance de cargas en algunos pisos.
- En algunos casos se presenta desplazamiento excesivo de materiales en algunos de los pisos.
- Se coloca material de alto peso en el primer piso.
- Material de alta demanda no está próximo al área de Despacho.

LISTA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

(CONT.)

Alternativa 2.

V e n t a j a s

D e s v e n t a j a s

- Fácil acceso a los materiales.
- Resguardo adecuado y supervisión del área del material de avionics.
- Conexión con el taller de --
vestiduras en el segundo pilso.

LISTA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Alternativa 3.

V e n t a j a s

- Aprovechamiento adecuado de áreas.
- El material delicado y pesado está cerca del área de Despacho, evitando así su manejo excesivo y riesgos.
- Los materiales están agrupados por características.
- Pasillos de tamaño adecuado para manejo y estiba de materiales.
- Existe homogeneidad de materiales en cada uno de los pisos.
- Fácil identificación de materiales.

D e s v e n t a j a s

- El material de mayor demanda se encuentra ubicado en el primer nivel, por lo tanto, pierde funcionalidad.
- No hay zona para expansión en los primeros niveles.
- Por la lejanía del material de mayor demanda con respecto a la ventana de Despacho, se podrían producir demoras y --colas.
- Existe material de ferretería de alta demanda aún en el tercer piso.
- Diversificación de pesos en cada uno de los pisos, debido a la homogeneidad de materiales.
- No se considera la demanda de

LISTA DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS

CONT.

Alternativa 3.

Ventajas

Desventajas

materiales para su acomodo.

- Diversificación de costos de material de un piso a otro.
- Excesivos recorridos del personal hacia los dos primeros niveles.
- No se prevee expansión en la Planta Baja.

4.3.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACION CUALITATIVA.

Como se explicó anteriormente, la evaluación cualitativa - servirá como medio de selección de las mejores alternativas.

Una de las técnicas empleadas, la lista de ventajas y desventajas, ofrece una descripción general de cada alternativa y es la primera aproximación a la evaluación cualitativa.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

La primera alternativa presenta, en general, una buena funcionalidad, así como una adecuada organización de las áreas de almacenamiento, que obedecen principalmente a las características de demanda que tienen los diferentes materiales. Los recorridos que los almacenistas tendrían que realizar serán los mínimos posibles.

Las desventajas que presenta esta primera alternativa se deben principalmente a la limitación del espacio del almacén, y a que su diseño dificulta un poco el mantenimiento del mismo.

Por otro lado, la segunda alternativa ofrece buenas perspectivas de operación y funcionalidad, ya que es similar a la primera opción. Fué la primera que se diseñó, y además presenta ca-

racterísticas de expansión. Las desventajas obedecen principalmente a características de la distribución de los materiales, basadas principalmente en factores tales como el valor de los mismos más que en su demanda.

Por último, la tercera alternativa, presenta una funcionalidad regular, dado que el material de mayor demanda no se encuentra próximo a las ventanillas de Despacho, sino en el primero y segundo niveles. Por otra parte, presenta problemas de flexibilidad, sobre todo en la Planta Baja.

Por lo que respecta a los accesos, sólo cuenta con una escalera principal y una de emergencia.

Por otra parte, presenta algunas ventajas en el manejo de piezas muy costosas y delicadas (material reparable.)

De lo anterior se puede resumir que las dos primeras alternativas presentan ventajas similares y buenas posibilidades de aplicarse, contrastando con la tercera, que carece de la funcionalidad de aquéllas.

La tercera opción elevaría los costos por el manejo de materiales, debido principalmente a los continuos recorridos que se harían hacia los pisos primero, segundo y tercero, para atender -

los pedidos diarios de materiales.

A partir de los datos proporcionados por la técnica de ligar las ventajas y desventajas, se obtuvo un parámetro de comparación entre las tres alternativas; sin embargo, éste no es suficiente para tomar alguna decisión definitiva, siendo que debe reforzarse con la aplicación de otra técnica conocida, como por ejemplo, la matriz de evaluación.

En la matriz de evaluación, se identificaron 25 factores - de importancia para cada una de las tres alternativas. Los resultados se evaluaron de la siguiente manera:

Se determinaron las calificaciones extremas, así como la - calificación mínima total que podría recibir una alternativa y -- que sería de 25 puntos, por 1,000 de la máxima. Luego se determinaron intervalos de calificación entre 25 y 1,000.

<u>Intervalo</u>	<u>Calificación</u>
1,000 - 806	Excelente
805 - 611	Buena
610 - 416	Aceptable
415 - 221	Regular
220 - 025	Pobre.

De esta manera se obtuvieron los siguientes resultados en la matriz de evaluación:

La alternativa 1 obtuvo:	560 puntos
La alternativa 2 obtuvo:	513 puntos
La alternativa 3 obtuvo:	390 puntos.

Las alternativas 1 y 2 caen dentro del intervalo calificado como aceptable, mientras que la tercera ha sido calificada como regular.

En vista de los bajos resultados globales obtenidos, en la evaluación cualitativa de la tercera alternativa, ésta se descartará, y se procederá a efectuar una evaluación cuantitativa entre las dos primeras opciones, para poder así obtener una base más firme y medible de comparación que facilite la selección de la alternativa de zonificación más adecuada.

4.4. EVALUACION CUANTITATIVA DE LAS MEJORES ALTERNATIVAS.

Esta evaluación se basa en la comparación de factores fácilmente medibles.

Las alternativas que se evaluarán cuantitativamente son la

primera y la segunda, puesto que en el análisis cualitativo alcanzaron una calificación similar.

La evaluación cuantitativa, se realizará mediante la aplicación de los índices de eficiencia (Ver Capítulo 1.3), y costos.

Para la evaluación se utilizarán los siguientes índices de eficiencia:

1. Índice de Distancias Mínimas:

Este índice se identificará con una letra (b) y representa la distancia que separa a un artículo del área de Despacho. Se utiliza para medir la eficiencia de las rutas dentro del almacén.

2. Índice de Espacio para Pasillos:

$$E_p = \frac{r}{q}$$

r = Área total de pasillos.

q = Área total de la planta.

Este índice indica la parte del área total de la planta que

está destinada a pasillos. Se puede detectar mediante el empleo de este índice, si existe demasiada área destinada a pasillos.

3. Índice del Área de Almacenamiento:

$$A_a = \frac{v}{q}$$

v = Área total ocupada por material almacenado, ya sea temporal o controladamente.

q = Área total de la planta.

Este índice indica qué parte del área total del almacén se destina al resguardo del material. Ayudará a determinar cuál es la opción que emplea el área del almacén de la manera más eficiente.

4. Eficiencia en la Utilización del Espacio:

$$E_f = \frac{\text{metros cúbicos ocupados útilmente}}{\text{espacio neto utilizable}}$$

El índice de eficiencia en la utilización del espacio es útil, pues involucra la altura entre pisos del almacén, es

decir, el volumen de almacenamiento.

Por otro lado, la segunda parte de la evaluación cuantitativa se basa en costos. Esta evaluación utiliza los siguientes datos:

- Areas de pasillos.
- Indice de distancias mínimas.
- Velocidad promedio a la que camina un hombre:
(73.2 m/min) (*)
- Costo del metro cuadrado de terreno en las inmediaciones del aeropuerto: (M.N. \$25,000.00/m²)
- Costo promedio del tiempo de un almacenista:
(M.N. \$76,036.25/mes) (**)

(*) Tomado del libro Human Walking. Verne T., Ed. Williams and Williams, 1981, Pág. 69.)

(**) Dato proporcionado por personal de la empresa aeronáutica, en abril de 1986.)

A continuación se calcularán los siguientes puntos que servirán como base para la evaluación de costos:

1. Costo del Area de Pasillos:

$$C_p = A_p (m^2) \times C (\$/m^2)$$

A_p = Area de pasillos

C = Costo del m^2 de terreno.

2. Costo por Manejo del Material de Mayor Demanda:

Se seleccionó el material de mayor demanda, pues es el que tiene mayor movimiento dentro del almacén. Entre estos materiales se seleccionaron los siguientes:

- Material de ferretería.
- Herramientas.
- Aceites.
- Tanques de oxígeno.
- Papel y triplay.
- Material de radio y electrónica.

Es importante reconocer en qué piso y a qué distancia de la puerta de la sección de Despacho se resguarda el material, ya que la distancia recorrida está en relación directa y proporcional al tiempo de despacho.

Para evaluar el costo de manejo de material, se ha planteado la siguiente ecuación que relaciona la distancia a recorrer, - la velocidad promedio a la que camina un hombre (v), el tiempo que demora en encontrar la pieza deseada (t_b), y el salario promedio de un almacenista (S).

$$C_m = (2d/v + t_b) S \quad ; \quad t_b \text{ aproximadamente } = 1 \text{ minuto.}$$

Para un mejor análisis y comparación de los índices y costos obtenidos, se presenta a continuación la Tabla 4.4.1.

TABLA 4.4.1. RESULTADOS DE LA EVALUACION CUANTITATIVA.

INDICES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
1. Distancia mínima (m)		
Aceite	11	47
Ferretería	28.3	48
Herramienta	36.3	38
Papel	46.3	47
Triplay	46.3	47
Tanques de oxígeno	31.5	31.5
Material de radio	21.4	19
2. Espacio para pasillos (porcentaje sobre el área total)		
Planta Baja	0.163	0.198
Primer Piso	0.174	0.174
Segundo Piso	0.165	0.174
3. Area de almacenamiento (%)		
Planta Baja	0.836	0.801
Primer Piso	0.825	0.825
Segundo Piso	0.834	0.825

TABLA 4.4.1. RESULTADOS DE LA EVALUACION CUANTITATIVA. (CONT.)

INDICES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
4. Eficiencia de la utilización del espacio (%)		
Planta Baja	0.736	0.705
Primer Piso	0.726	0.726
Segundo Piso	0.734	0.726
5. Costo del área de pasillos (\$)		
Planta Baja	6825000.00	8302500.00
Primer Piso	7292500.00	9795000.00
Segundo Piso	6922500.00	9795000.00
6. Costo por manejo de los materiales (\$)		
Aceite	6.86	12.06
Ferretería	9.36	12.20
Herramienta	10.51	10.76
Papel	11.95	12.06
Material de radio	8.36	8.02

4.4.1. ANALISIS DE RESULTADOS DE LA EVALUACION CUANTITATIVA.

Este análisis se realizó índice por índice, señalando en -- cada uno de ellos, cuál de las dos alternativas presentaba mejores resultados.

Índice de Distancias Mínimas.

En este índice se observa que en 4 de los 7 artículos men-- cionados, las distancias tomadas desde la puerta de Despacho hasta el material, son aproximadamente las mismas. En el aceite (mate-- rial de mayor demanda, según estadísticas de la empresa), en la - ferretería (material que representa el 80% de la demanda), y en la herramienta (que tiene demanda alta y diaria), se observa una cla-- ra ventaja de la alternativa número 1 sobre la 2. La alternativa 1 presenta una economía significativa en la distancia que tienen que recorrer los almacenistas. Por ejemplo, para el aceite, en la alternativa 1 se le dá una localización a un 23% menos de la dis-- tancia a la que se ubica en la alternativa 2.

Índice de Espacio para Pasillos.

Es un indicador del área total ocupada por pasillos. Si -

este índice fuera muy alto indicaría un desperdicio de área destinada a ellos. Para establecer una comparación justa, se parte de la base de que los pasillos han sido diseñados para cumplir adecuadamente su función en cada una de las alternativas; luego se determina qué porcentaje del área de cada piso utilizan. Comparando los índices de ambas alternativas se observa que en la Planta Baja, la alternativa 1, ocupa un 3.5% menos del área de pasillos que presenta la alternativa 2.

Los primeros pisos de cada alternativa, presentan índices iguales, mientras que el segundo piso de la alternativa sólo presenta una pequeña diferencia del 0.9% sobre el de la 2.

Estas cifras tan similares llevan a la conclusión de que -- cualquiera de los diseños de pasillos anteriores podría ser el adecuado.

Índice del Área de Almacenamiento.

Este índice es un medidor de la eficiencia de almacenaje. Los resultados de este índice favorecen a la alternativa 1, pues ésta presenta una eficiencia 3.5% mayor en el área de Planta Baja que la alternativa 2. Se ha tomado en cuenta la eficiencia en la Planta Baja, ya que esta zona se considera la de mayor movimiento

en el almacén.

Eficiencia en la Utilización del Espacio.

El cuarto índice, presenta ventajas similares que el del -- área de almacenamiento para la primera alternativa. De esto se deriva que se considere mejor la alternativa 1, dado que su aprovechamiento de los metros cúbicos de la Planta Baja, supera en 3.1% al resultado que presenta la alternativa 2.

Costo del Area de Pasillos.

El costo promedio del área de pasillos de los tres primeros pisos es igual a \$7'013,333.33 M.N. para la alternativa 1, y de -- \$9'297,500.00 M.N. para la alternativa 2. El aplicar la primera alternativa daría como resultado un ahorro de \$2'284,167.00.

Costo por Manejo de Materiales.

Para efectos de comparación de costos, se emplearán los datos de distancias obtenidos en las zonas de aceite y ferretería, ya que se observa que difieren significativamente. Comparando am-

Los resultados, se observa un ahorro de \$5.20 por cada pedido de aceite y \$2.84 por cada pedido de material de ferretería.

Resumiendo, los resultados obtenidos por cada alternativa se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 4.4.2. TABLA DE COMPARACION DE RESULTADOS DE LA EVALUACION CUANTITATIVA.

I N D I C E	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Distancias mínimas	+	
Espacio para pasillos	+	
Area de almacenamiento	+	
Eficiencia en la utilización del espacio	+	
Costo por pasillos	+	
Costo por manejo de material	+	

Nota:

(+) Presenta mayores ventajas.

Realizando un promedio de los datos obtenidos en cada índice por -- cada alternativa, se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 4.4.3. RESULTADOS PROMEDIO DE LA EVALUACION CUANTITATIVA.

I N D I C E	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
Distancia mínima (m)	31.58	39.64
Espacio para pasillos (%)	0.167	0.182
Area de almacenamiento (%)	0.831	0.817
Eficiencia en la utilización del espacio (%)	0.732	0.719
Costo del área de pasillos (\$)	7'013,333.33	9'297,500.00
Costo por manejo de materiales (\$)	9.40	11.02

De la tabla anterior se pueden identificar fácilmente los resultados promedio obtenidos para cada alternativa y para cada -- uno de los índices. En un análisis de este tipo se pierden algunos detalles, como por ejemplo: las diferencias que presentan cada una de las alternativas en los diferentes niveles (Planta Baja, -- Primero y Segundo Pisos), pero se gana claridad y simplicidad en -- el análisis.

De los resultados promedio obtenidos, que se muestran en la

Tabla 4.4.3, se concluye lo siguiente:

Para el índice de distancia mínima (m) se observa que la alternativa 1 tiene en promedio (para los materiales seleccionados), una distancia menor que la alternativa 2. La diferencia entre ellas es de 8.06 m. Esto significa que cada vez que se solicite un material (tomando en cuenta la alternativa 2), el tiempo para su despacho sería mayor, dada la proporcionalidad de las variables tiempo y distancia. Por lo tanto, se puede concluir que para este índice conviene considerar la alternativa 1.

En virtud de que las diferencias en los porcentajes de los índices de espacio para pasillos, de área de almacenamiento, y de eficiencia en la utilización del espacio, de ambas alternativas, oscilan entre el 0.013 y el 0.015 por ciento. Los índices descritos anteriormente, no tendrán mucho peso en la selección final de la alternativa, ya que no representan una buena base de comparación, aún cuando se puede detectar que las pequeñas diferencias que se presentan son favorables para la alternativa 1.

Los aspectos principales de un análisis cuantitativo son generalmente los costos que involucran cada una de las alternativas.

El costo del área de pasillos para la alternativa 1 es me--

nor en \$2'284,166.7 M.N. que el de la alternativa 2. Esto representa una ventaja inmediata y determinante para la primera alternativa. Por otro lado, el costo derivado del manejo de materiales es importante, ya que representa la erogación que realiza la empresa por cada viaje que realice el almacenista para despachar el material. Este dato nos indica que la alternativa 1 presenta un costo promedio de \$9.4, el cual es \$1.2 menor que el costo presentado en la alternativa 2. Se debe observar esta diferencia considerando el número de viajes promedio diarios que se deben realizar, y las variaciones en la carga de trabajo que soporta el almacén -- durante las 24 horas del día.

La alternativa que ofrece más ventajas en cuanto a costos derivados del manejo de materiales, también es la 1.

Haciendo un resumen global de los resultados obtenidos por las dos alternativas en la evaluación cuantitativa, y destacando los factores de distancias y costos como los más significativos, -- se considera conveniente el seleccionar la alternativa número 1, como la más adecuada distribución de planta para el nuevo almacén.

En el siguiente capítulo se procederá a presentar de manera detallada, esta alternativa.

C A P I T U L O 5

DISTRIBUCION DE PLANTA DEL NUEVO ALMACEN.

- 5.1. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA SELECCIONADA.
- 5.2. DISTRIBUCION DE PLANTA.
- 5.3. PLANOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.
- 5.4. ESTANTERIA.

5.1. OBJETIVOS DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA SELECCIONADA.

Los objetivos primordiales de una distribución de planta, se enumeran en forma general de la siguiente manera:

- 1) Optimizar el área a distribuir.
- 2) Otorgar el área necesaria para cada artículo o material.
- 3) Facilitar el acceso a los materiales almacenados, los cuales deberán obtenerse sin contratiempos cuando se requieran.
- 4) La flexibilidad es uno de los objetivos importantes, lo que implica que pueden hacerse cambios, modificaciones o ampliaciones del espacio disponible.
- 5) Facilitar el control de los materiales.
- 6) Procurar que el almacén sea funcional ciento por ciento. Las proporciones entre pasillos y el área de almacenaje deben ser las más adecuadas, procurando que la mayor parte del espacio disponible sea utilizado para almacenar los materiales y/o equipos.
- 7) Los pasillos deberán tener el tamaño estrictamente necesario

yá que si se les da mayor área, se desperdiciaría el área - de almacenaje que es lo que nos interesa aprovechar.

- 8) El despacho, distribución o embarque deberá hacerse de la forma más rápida y eficiente posible, para evitar retrasos, reclamaciones y congestionamientos.
- 9) El conocimiento de la localización exacta de los materiales o productos, es sin lugar a dudas un factor fundamental, ya que éste redundará en un despacho ágil y rápido de los mate riales requeridos.
- 10) Debe establecerse un sistema completo de clasificación o co dificación de los materiales y/o productos, a manera de que los nombres y codificaciones que los identifican sean conocidos por el personal que labora en la empresa.

5.2. DISTRIBUCION DE PLANTA.

Haciendo referencia al inciso 5.1., en el que se mencionan los objetivos principales de una distribución de planta, se anali zaron tres alternativas de distribución de planta, en base a una evaluación cuantitativa y cualitativa, lo cual dió como resultado la selección de una de ellas, misma que se plantea como la solu--

ción más adecuada a las necesidades de la empresa.

De ésto se deriva que este Layout esté encaminado a lograr de manera óptima, el máximo aprovechamiento del área destinada, la cual resguardará los materiales aeronáuticos. Para integrar esta distribución de planta, se consideraron variables de entrada que son el resultado del acopio de información provista por una investigación precedente.

Estas son algunas de las variables de entrada más significativas que se tomaron en cuenta para la distribución de planta -- del nuevo almacén:

- Niveles.
- Lugar de almacenamiento (ubicación.)
- Tipo de material (consumo, reparable, rotable, etc.)
- Demanda.
- Características particulares (peso, volumen, costo, etc.)
- Manejo.
- Tipo de transporte.
- Seguridad del material.
- Area ocupada por los estantes.

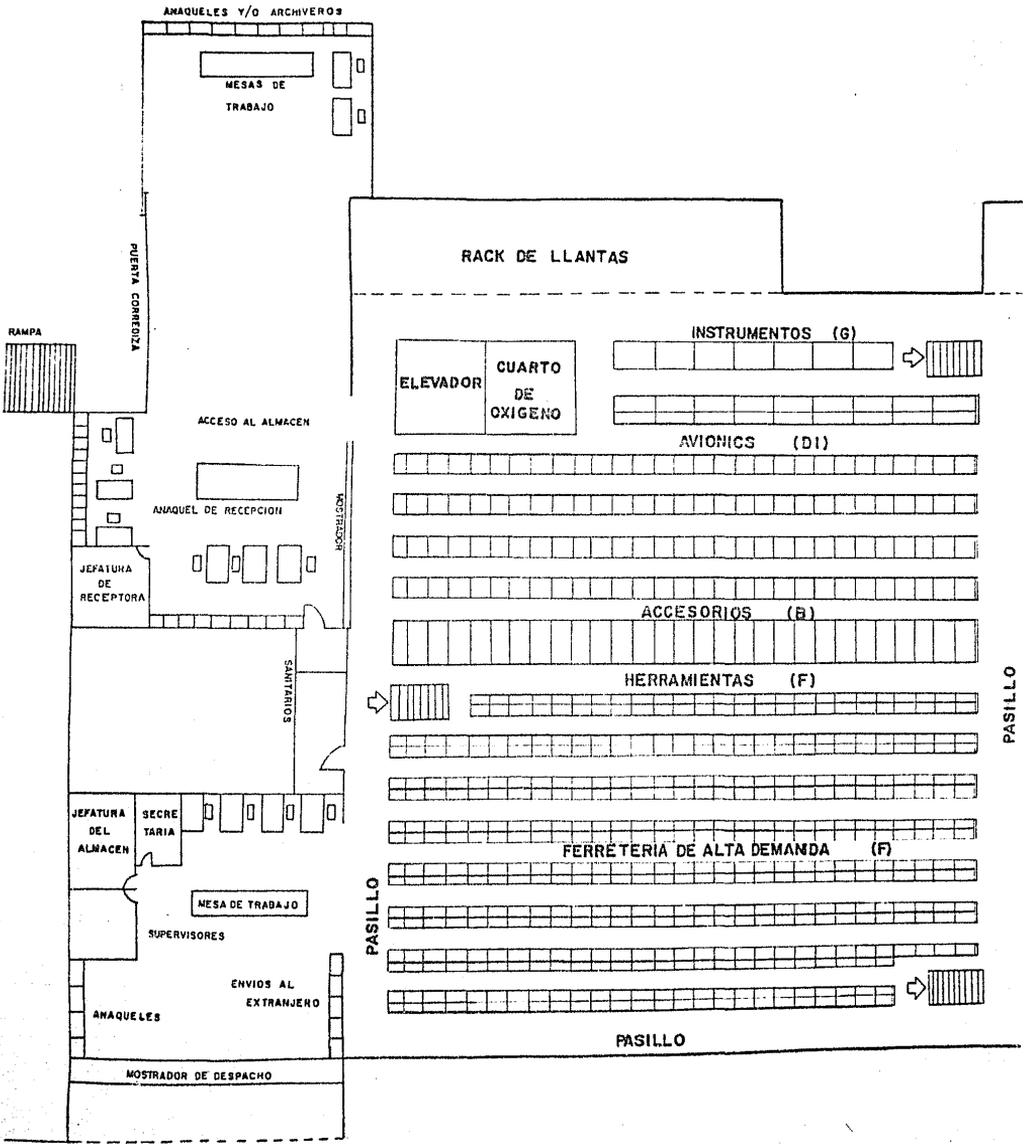
En base a estas variables y a la evaluación cuantitativa y cualitativa, se seleccionó la primera alternativa como solución -

óptima del problema en cuestión, ya que ésta representa más ventajas que desventajas, además de cumplir con los objetivos y metas antes expuestos.

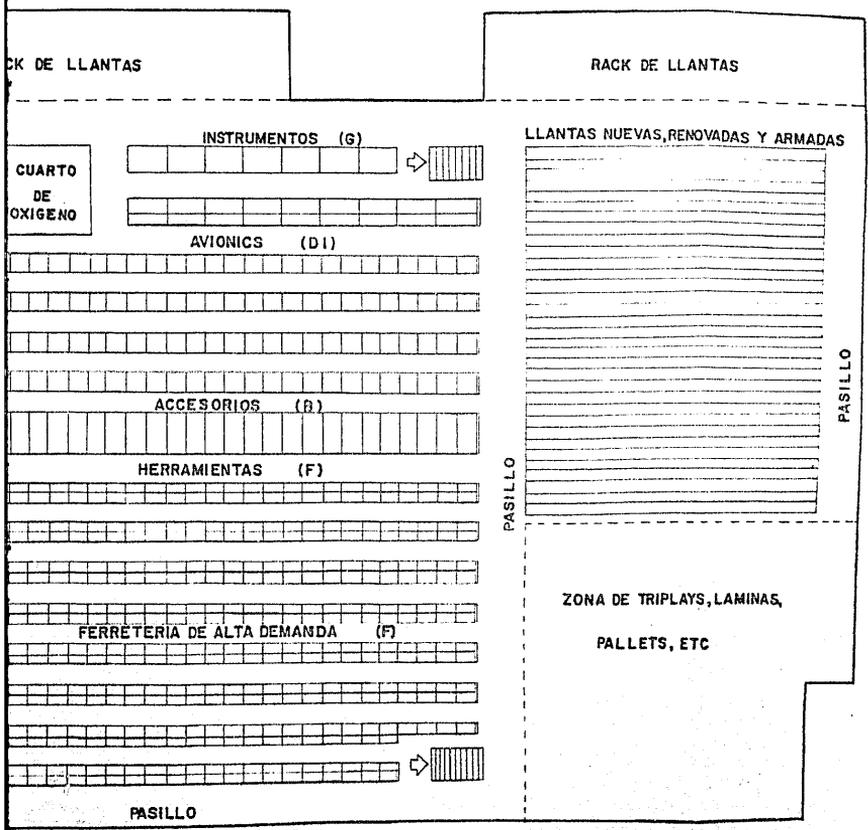
A continuación se ilustrará detalladamente la distribución de planta de la alternativa seleccionada.

Para la zonificación de los materiales, se detallarán los pisos de Planta Baja, Primer Piso, Segundo Piso y Tercer Piso. Los niveles Cuarto y Quinto no se ilustrarán, ya que éstos no involucran materiales y estantes, pues únicamente se utilizarán y ajustarán para futuras expansiones.

5.3. PLANOS DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.



PLANTA BAJA



ESC 1:100

RACK DE LLANTAS

RACK I

MATERIAL REPARABLE (I)

ELEVADOR

MATERIA

ZONA DE MALACATE

(I)

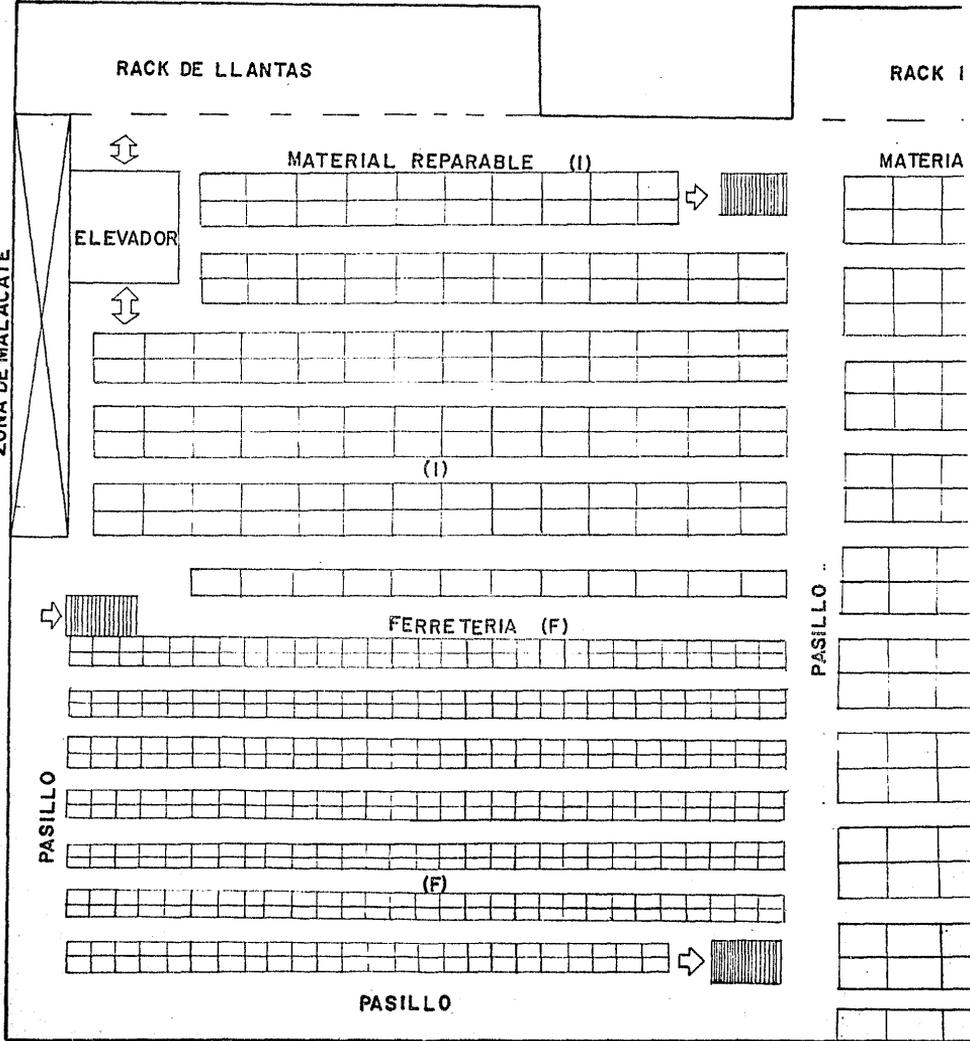
FERRETERIA (F)

PASILLO

PASILLO

(F)

PASILLO



RACK DE LLANTAS

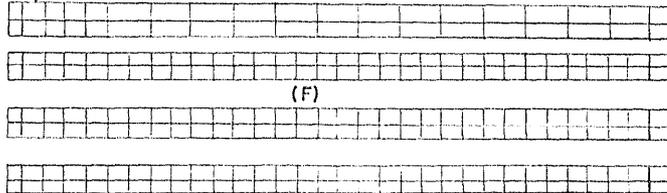
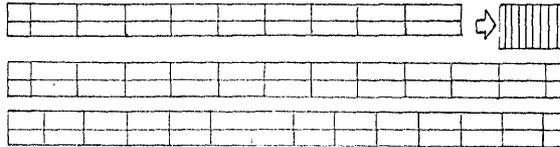
RACK DE L

ZONA DE MALACATE



ELEVADOR

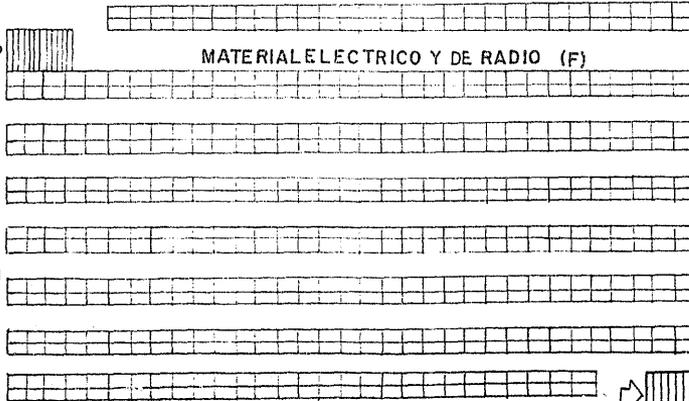
MATERIAL DE CONSUMO VOLUMINOSO (I)



(F)



MATERIALELECTRICO Y DE RADIO (F)



PASILLO

PASILLO

ASIEN

DE VE

MATERIAL
DE VES

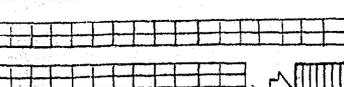
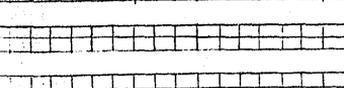
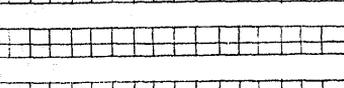
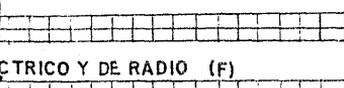
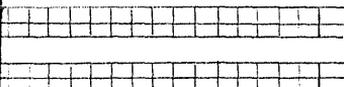
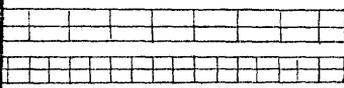
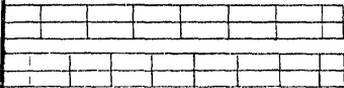
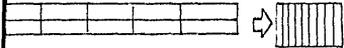
TELA

ALFOM

2° piso

RACK DE LLANTÁS

CONSUMO VOLUMINOSO (I)



CENTRICO Y DE RADIO (F)

PASILLO

ASIENTOS

ACCESO A TALLER
DE VESTIDURA

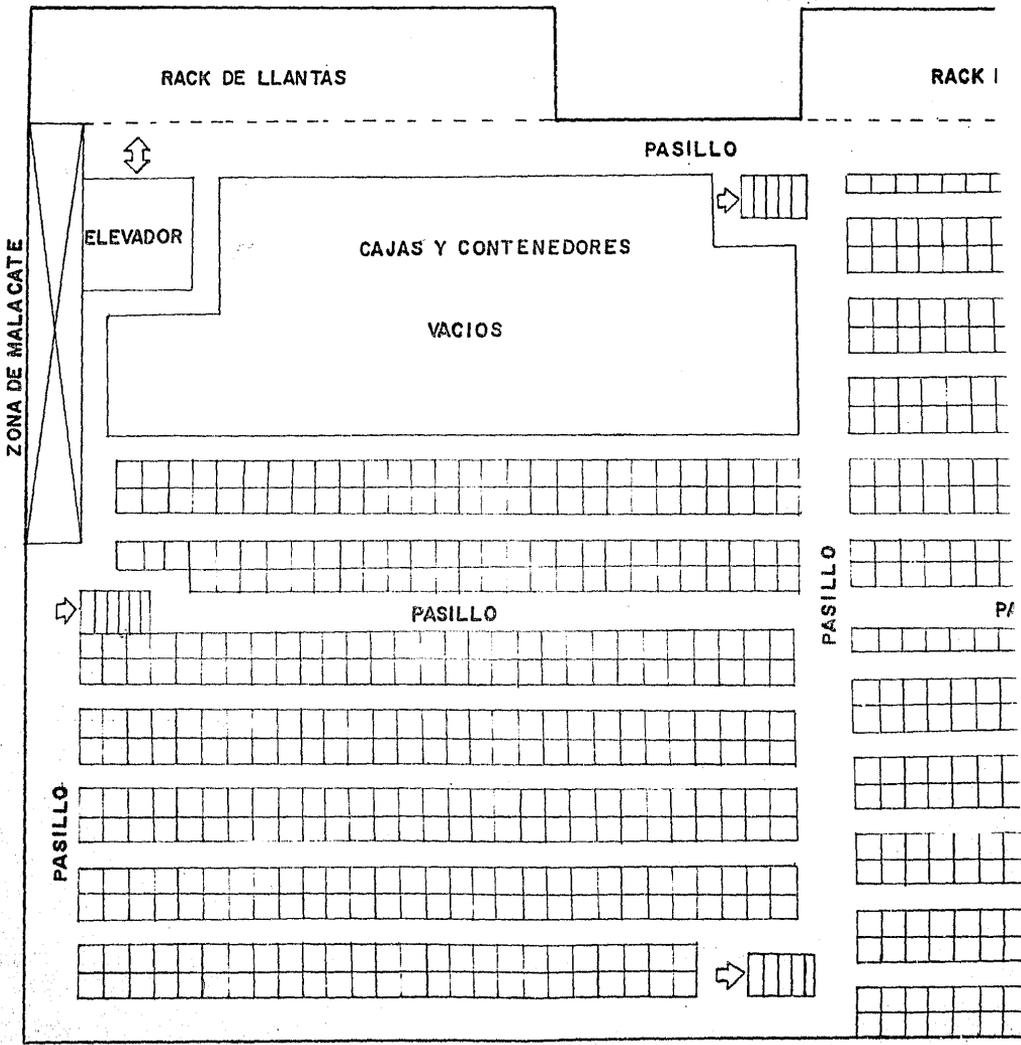


MATERIAL PARA TALLER
DE VESTIDURA

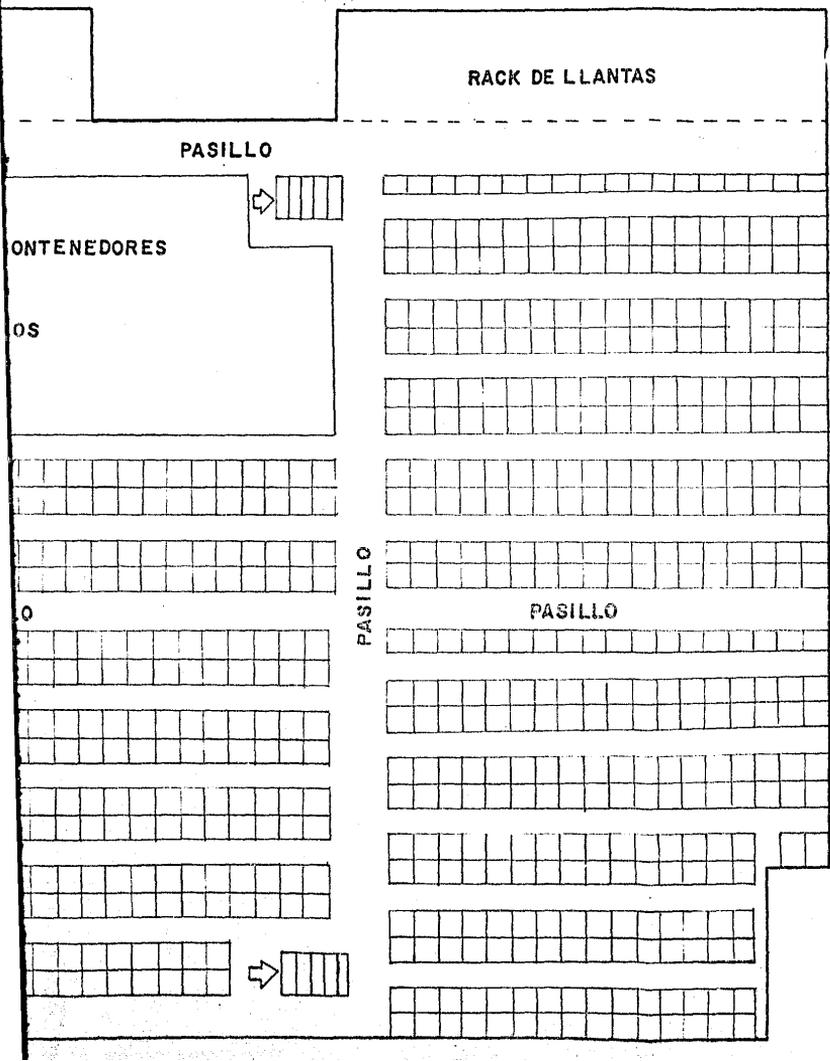
TELAS

ALFOMBRAS

ESC 1:100



3° PISO



ESC 1 : 100

5.4. ESTANTERIA.

Una parte fundamental dentro de cualquier almacén, es la de conocer dónde y cómo serán resguardados los materiales para su -- uso y manejo. En nuestro caso, lo anterior se llevará a cabo en estantes, los cuales satisfacen la mayoría de las necesidades requeridas para el almacenaje de los materiales con que cuenta la -- empresa.

En la distribución de planta y de acuerdo a los resultados obtenidos al realizar una serie de mediciones en las diferentes -- áreas de almacenaje de la empresa, se pudo observar que se tenía una gran variedad de estantes, tanto en medidas como en tipos, colores, etc. En consecuencia, se procedió a realizar una estandarización de éstos (Ver Capítulo 3.6.1.), lo cual evitará de gran manera, tener áreas en la cuales se almacenen materiales en forma inadecuada, originando problemas de funcionalidad en el almacén.

De este recuento, se pudo observar que sólo algunos de los estantes serán reutilizados, y si los comparamos con el número de estantería nueva, nos daremos cuenta de que aquéllos representan un porcentaje muy bajo.

Para obtener la distribución más adecuada de los estantes, se tomaron en cuenta las dimensiones y el tipo de material que van

a contener, el área mínima entre pasillos, al igual que el número máximo de estantes que se pudiesen colocar en el área de almacenamiento, dando por resultado que la distribución de planta cumpla con los objetivos de funcionalidad y aprovechamiento óptimos del área de almacenaje.

A continuación se describirá el tipo de estantería que se utilizará en el nuevo almacén, mencionando desde la Planta Baja - hasta el Tercer Piso.

Planta Baja:

T I P O

D E S C R I P C I O N

Estantes que presentan las siguientes medidas:

" B "	Altura	2.20 m
	Ancho	0.91 m
	Fondo	1.80 m

Constarán de seis entrepaños lisos Cal. 20, incluyendo su nivel superior.

Este tipo de estantes presenta las siguientes medidas:

T I P OD E S C R I P C I O N" D₁ "

Altura	2.20 m
Ancho	0.91 m
Fondo	0.90 m

Este tipo de estantes constará de seis entrepaños lisos Cal. 20, incluyendo su nivel superior, en siete de los cuales se colocarán cajones apilables en pico, con lámina de revestimiento en fondo y costados, Cal. 24.

Las medidas que presenta este tipo de estante son las siguientes:

" G "

Altura	2.20 m
Ancho	1.80 m
Fondo	1.20 m

Estos estantes constarán de cinco entrepaños Cal. 20 (formados por tres paneles de 0.20m)

Este tipo de estantes presenta las medidas siguientes:

<u>T I P O</u>	<u>D E S C R I P C I O N</u>
----------------	------------------------------

" F "	Altura	2.20 m
	Ancho	0.91 m
	Fondo	0.45 m

Todos los estantes de este tipo, constarán de dieciséis entrepaños Cal. 20, en seis de los cuales se colocarán cajones refaccionarios y en los nueve restantes, divisores rec_utos con tope y lámina de revestimiento en -- fondo y costados Cal. 24.

Racks de Llantas.

Este sistema se utilizará para almacenar las llantas, aprovechando el peso de las mismas para su despacho. Pertenece al tipo de estantería compacto y deslizable, con aprovechamiento de la gravedad.

Este sistema cuenta únicamente con dos pasillos: uno de entrada de llantas y el otro para la salida de las mismas.

Cada vez que se requiera una llanta, las restantes se desli

zarán hacia abajo, dejando un espacio libre en la parte superior que permitirá seguir abasteciendo llantas. Con ésto se logrará - tener una rotación perfecta referente a primeras entradas-primeras salidas (Método PEPS.)

Primer Piso:

T I P O

D E S C R I P C I O N

Las medidas que presenta este tipo de estantes son las siguientes:

Altura	2.20 m
" F " Ancho	0.91 m
Fondo	0.45 m

Estos estantes constarán de dieciséis entrepaños Cal. 20, en seis de los cuales se colocarán cajones tipo refaccionario y en los -- nueve restantes, divisores rectos con tope y láminas de revestimiento en fondo y costado Cal. 24.

Las medidas de este tipo de estantes son las

T I P OD E S C R I P C I O N

siguientes:

	Altura	2.20 m
" I "	Ancho	1.80 m
	Fondo	1.20 m

Estos estantes constarán de cinco entrepaños
Cal. 20 (formados por tres pánels de 0.20m)

Segundo Piso:T I P OD E S C R I P C I O N

" F " Las características que presenta este tipo de estantes son las mismas que se describen para el Primer Piso.

" I " La descripción detallada de este tipo de estantes, es la misma que se realizó para el Primer Piso.

Tercer Piso:T I P OD E S C R I P C I O N

Las medidas que presenta este tipo de estantes son las siguientes:

	Altura	2.20 m
" E "	Ancho	0.91 m
	Fondo	0.90 m

No constan de alguna descripción adicional.

De lo anterior concluimos que todos los tipos de estantería a ser utilizados, cumplen con los mínimos requisitos para el almacenaje del material que se resguardará en el nuevo almacén, lo cual simplificará enormemente la distribución de planta, parte modular de este estudio.

C A P I T U L O 6

DESCRIPCION DETALLADA DE LA DISTRIBUCION DE PLANTA SELECCIONADA.

6.1. DESCRIPCION POR NIVELES, DE LA UBICACION DE LAS
AREAS DE ALMACENAMIENTO.

6.2. PLANTA BAJA.

6.3. PRIMER NIVEL.

6.4. SEGUNDO NIVEL.

6.5. TERCER NIVEL.

6.6. CUARTO Y QUINTO NIVELES.

6.1. DESCRIPCION POR NIVELES, DE LA UBICACION DE LAS AREAS DE -- ALMACENAMIENTO.

La planeación del área de almacenamiento por espacios destinados a cada grupo de materiales o mercancías con características similares, requiere de un conocimiento pleno del producto y de las condiciones que exige su resguardo, protección y manejo.

Para la asignación del lugar que ocuparían los materiales, se tuvo que analizar de manera específica una serie de variables, lo cual se comentó en el Capítulo 5.2.

Este análisis y la asesoría de la empresa, nos dió a conocer las dimensiones actuales, la ubicación de las áreas de almacenamiento, ancho y largo de los pasillos de acceso y principales. Al aplicar las técnicas y métodos que nos proporciona la Ingeniería Industrial a este análisis y considerando los requerimientos y necesidades de la empresa, tuvimos como resultado una mejor ubicación de tales áreas de almacenamiento y mejor distribución de los pasillos principales y de acceso, procurando así, evitar la demora en la localización y despacho de los materiales; que la distancia a recorrer por éstos fuera la mínima; minimizar el congestionamiento de los pasillos; evitar el desperdicio de espacio, aprovechando las áreas al máximo, y minimizando los riesgos que impli

ca el movimiento adicional de materiales.

A continuación se describirá por niveles, la ubicación de - las áreas de almacenamiento.

6.2. PLANTA BAJA.

Pasillos:

Dentro del almacén existen pasillos principales y auxiliares.

Los pasillos principales que corren a lo ancho del área de almacenamiento tienen un ancho de 2m y un largo de 33m.

Los pasillos principales que corren a lo largo del área de almacenamiento (transversales), permiten un fácil acceso a los es tantes, y son perpendiculares a los anteriores. Presentan las me didas de 2m de ancho y largos de 47m y 41m.

Los pasillos auxiliares se localizan entre la zona de estan- tería, con el fin de contar con un fácil acceso a los materiales, y sus medidas son: 0.90 metros de ancho y 27 m de largo.

El área de Receptora se localiza en el extremo Noreste del

Almacén, en el pasillo principal, y el área de Despacho, en el extremo Sureste del mismo.

Ferretería de Alta Demanda:

Este material también llamado de Consumo, se localiza al -- frente del área de Despacho por ser material de alta demanda. Está compuesto en su mayoría, por piezas chicas (tornillos, tuercas, rondanas, etc.) Es de poco peso y volumen, su manejo es manual, y no presenta problemas para su almacenamiento. Ocupa un área de 214 m².

Aceites:

Dentro del espacio destinado a ferretería de alta demanda, se localiza en la esquina Noreste del Almacén, un área de 3.75 m² destinada a aceites, los cuales presentan alta demanda, y cuya -- existencia total en la planta requiere de un área de almacenamiento muy grande. Por ésto se planteó tener junto al área de Despacho, un lote de abastecimiento que satisfaga únicamente el consumo mensual, almacenando el resto de los aceites junto a la zona de llantas, la cual también se ubica en la Planta Baja. Para su manejo se requiere el uso de montacargas.

Herramientas:

Se identifica como material de consumo, localizándose junto a la zona de ferretería y frente al área de Despacho, dada la frecuente demanda que presenta. Este material está formado por una diversidad de piezas, lo cual representa tener una gran variedad en pesos, dimensiones y costos. No requiere de almacenamiento y manejo especiales, pero sí de un mantenimiento constante. Este material ocupa un área de 140 m².

Accesorios Reparables, Avionics e Instrumentos:

Dentro de la clasificación de Reparables entra este tipo de materiales, ya que son muy delicados y costosos. Se localizan -- frente al área de Receptora con el fin de tener un mejor control sobre ellos. En algunos casos se almacenan materiales muy pesados, como por ejemplo los frenos (200 Kg), por lo que son artículos que en general, necesitan manejo y cuidados especiales para su almacenamiento, a pesar de su poca demanda. Por su naturaleza, deben manejarse lo menos posible, ya que se corre el riesgo de deteriorarlos. Ocupan un área total de 308.76 m².

Tanques de Oxígeno:

Los tanques de oxígeno están ubicados junto a la zona de -- elevador, cerca del pasillo principal sur y del área de malacate con el objeto de reducir el manejo, ya que se considera material de alto riesgo y debe manejarse con precaución.

Se consideran como material recuperable de mediana demanda. Sus características más importantes son las siguientes: material de alto y mediano peso, explosivo, y de alto costo. Se almacenará en contenedores especiales, con el fin de evitar que se dañen las válvulas. Se transportan por medio de carretillas y manualmente. El área que ocupan los tanques de oxígeno es de 16 m².

Llantas:

Las llantas son clasificadas como material recuperable. Debido a su peso y condiciones de almacenamiento, se localizan en - dos áreas: una a lo largo de la parte Sur del almacén, ya que sus contenedores (racks de llantas) tienen una altura de 13 m y son alimentados por la parte superior; la otra área se localiza en la esquina Sureste, dado que las llantas requieren de obscuridad y - temperatura específicas para su almacenamiento. Ocupan un área - total de 238 m².

Por otra parte, junto al área de llantas en la esquina Noroeste del almacén, se prevee un área de 184 m^2 para expansión, la cual será ocupada eventualmente por el siguiente material: hojas de triplay, láminas, papel y pallets (tarimas) para aceite (32 m^2), por ser éstos, materiales pesados, voluminosos y de frecuente demanda.

6.3. PRIMER NIVEL.

En este nivel se ubican los materiales de alta demanda principalmente, y materiales que por las características de su manejo requieren estar cerca de la zona de Despacho, así como también de la zona de Receptora. Los materiales que se encuentran en este nivel son los siguientes:

- Material Reparable.
- Material de Consumo Voluminoso.
- Material de Ferretería.

Material Reparable:

Parte de estos materiales se localizan en la Planta Baja.

En este primer piso se ubican cerca del elevador, escaleras y zo-

na de malacate, con el objeto de reducir y facilitar su manejo -- (ya que se consideran como materiales frágiles.) Así mismo, dicho material se sitúa cerca de un pasillo principal con el objeto de reducir algunas maniobras de manejo que presenten cualquier riesgo (transporte, colocación, utilización, etc.)

Las características más importantes de este tipo de material son las siguientes: material de alto y mediano peso, voluminoso y generalmente de alto costo. Se maneja mediante el empleo de con~~ten~~tenedores especiales. Los materiales son transportados con carretillas manuales, plataformas semimóviles, gatos, y carretillas manuales de plataforma. El área que ocupan es de 362 m².

Material de Consumo Voluminoso:

Este material se ubica en el primer nivel del nuevo almacén, ya que presenta mayor demanda que el material de consumo voluminoso que se encuentra en el segundo piso. Este material se localizará cerca del pasillo principal sur y de la zona de escaleras, con el fin de reducir maniobras de transporte, colocación, utilización, etc.

Las características más importantes de este material son -- las siguientes: material de bajo y mediano peso, voluminoso y por lo general de mediano costo. Su manejo se efectúa en forma normal

y delicada en algunos casos. La forma de transporte es por medio de carretillas y diablos; no requiere de cuidado o almacenamiento especial. El área que ocupa es de 481.8 m².

Material de Ferretería:

La zona de material de ferretería se ubica cerca de la zona de escaleras y del área de pasillos. El material de ferretería - con mayor demanda, se encuentra almacenado en la Planta Baja y en el Primer Piso se encuentra el material restante. En este piso, se ubica material de ferretería cuya demanda es alta y mediana. Se cataloga como material de Consumo. Sus características son: - bajo y mediano peso, volumen y costo unitario. Su manejo es normal y se transporta generalmente en cajas pequeñas y/o manualmente. Ocupa un área de 342.0 m².

6.4. SEGUNDO NIVEL.

En este nivel se almacena material con características diversas y de baja demanda.

Material de Radio y Electrónica:

Se localizará en la esquina Noreste del almacén. Está clasificado como material Reparable y algunas piezas son material de consumo.

Presenta poca demanda y tiene bajo peso y volumen. Requiere de un manejo cuidadoso y almacenamiento especial, ya que puede estropearse o descalibrarse con facilidad. Ocupará un área de ---
194.62 m².

Cables, Similares y Ferrería:

Estos materiales están clasificados como de Consumo y se localizan junto a la zona de escaleras, dada la frecuente demanda que presentan. Son de bajo peso, volumen y costo, y su manejo es manual. Dadas sus características, se almacenan en estantes especiales. Ocupan un área de 99.94 m².

Ductos y Mangueras:

Están clasificados como material de Consumo y se localizan cerca de la zona de elevador. Presentan regular demanda y se ca--

racterizan por tener bajo peso, volumen y costo. No requieren de manejo especial y se almacenan en ganchos y estantes especiales. Este material ocupa un área de 105.2 m^2 .

Material de Consumo Voluminoso:

Se localiza al Sur del almacén y junto a la zona de elevador. Presenta baja demanda, poco peso y mucho volumen. No requiere de manejo especial, pero deben observarse ciertas precauciones dado su volumen. Se almacenará en estantes muy amplios. Ocupa un área de 102 m^2 .

Material Para Taller de Vestidura y Asientos Armados:

Este material se compone de telas, tapices, alfombras, etc.

Se localiza en la parte Suroeste del almacén, ya que en la pared Oeste del almacén se localiza una parte que lo comunica con el taller de apariencia; ésto permitirá reducir el transporte de estos materiales. Su demanda es constante, ya que depende de los requerimientos de producción del taller de apariencia y vestidura. Generalmente estos materiales se transportan en carretilla debido a su peso y volumen, y se almacenan sobre el suelo de rejilla, en

virtud de sus dimensiones. Los asientos y material de apariencia requieren de un área de 242 m^2 , y las telas y alfombras, de 214.25 m^2 .

6.5. TERCER NIVEL.

Aproximadamente las tres cuartas partes del área de este piso, están ocupadas por estantería estándar, las cuales podrán ser aprovechadas como resultado de la expansión que pudieran experimentar los niveles inferiores. Esta área es importante, ya que proporciona flexibilidad al almacén.

En este nivel se almacenan las cajas y contenedores que son implementos de resguardo y protección para transportar los materiales a los talleres externos, ya que las piezas deben ser protegidas con su empaque original para evitar su deterioro.

Las cajas y contenedores son en general de bajo peso y de gran volumen. Su manejo es manual, dado que la mayoría de estos empaques son de cartón y de madera. Como pueden incendiarse con facilidad, deben estar resguardados del fuego o de cualquier fuente de ignición. Ocupan un área de 247.5 m^2 .

6.6. CUARTO Y QUINTO NIVELES.

En estos últimos niveles no se tiene ningún tipo de material almacenado, puesto que serán utilizados para expansión de los niveles inferiores.

Cuentan con escaleras y pasillos delineados al igual que en los pisos inferiores. Cada nivel ocupará un área de $1,674 \text{ m}^2$.

RECOMENDACIONES

PRINCIPIOS BASICOS PARA TODO TIPO DE ALMACEN.

RECOMENDACIONES EN CUANTO A:

- FUNCIONES DEL ALMACEN.
- LOCALIZACION DE LOS MATERIALES EN EL NUEVO ALMACEN.
- ADAPTACION DEL PERSONAL AL NUEVO ALMACEN Y SU DISTRIBUCION DE PLANTA.
- LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.
- EQUIPO DISPONIBLE.
- RELACIONES HUMANAS.
- COSTOS (ALGUNOS.)
- ALGUNOS MATERIALES.
- SEGURIDAD.

PRINCIPIOS BASICOS PARA TODO TIPO DE ALMACEN.

- 1) La custodia fiel y eficiente de los materiales o productos debe estar siempre bajo la responsabilidad de un almacenista o encargado de cada almacén, debiendo contar éste con un auxiliar o asistente que lo pueda sustituir en casos de --- fuerza mayor.
- 2) Es recomendable dar al personal de cada almacén, funciones específicas (hasta donde sea posible), de recepción, revisión, almacenamiento, registro, despacho, distribución de materiales, control, etc.
- 3) Un almacén deberá contar con dos puertas, ambas bajo un estricto control. Una será de entrada y otra de salida, siguiendo el flujo normal de materiales.
- 4) Control y registro interno de entradas y salidas.
- 5) Información diaria de entradas y salidas del almacén a Control de Inventarios, Contabilidad, Programación, Control de Producción y Ventas, de Existencias Disponibles.
- 6) Codificación, identificación y descripción de cada producto, unificado y común para todos los departamentos.

- 7) Control de existencias y récord de las compras del almacén.
- 8) Localización de cada material o producto, según su codificación, clasificación e identificación en pasillos, estantería y espacios marcados con nomenclatura que facilite el almacenamiento, localización y acceso, en el momento de búsqueda. El índice de localización debe aparecer en el Catálogo de Códigos, Tarjetas y/o Listados de Existencias.
- 9) Todas las entradas o salidas del almacén, requieren de la documentación autorizada, según el sistema, instructivo o manuales establecidos.
- 10) El tránsito o entrada de personas ajenas al almacén debe estar estrictamente prohibido y restringido al personal autorizado por la Gerencia de Control de Almacenes.
- 11) Los inventarios físicos de cierre de ejercicio deben ser dirigidos, supervisados y realizados por el personal de Contabilidad; el personal del almacén se limitará a servir de ayuda en todos los aspectos.

RECOMENDACIONES EN CUANTO A

Funciones del Almacén:

La buena organización y administración del Departamento de Almacenes depende de algunos factores tales como el tamaño y planes de organización de la empresa, el grado de centralización adecuada, la variedad y el volumen de productos o materiales distribuidos o comercializados, la flexibilidad relativa del equipo y las facilidades de fabricación.

Para cumplir con los objetivos de un servicio eficiente, las siguientes funciones son básicas y comunes a todo tipo de almacenes:

- 1) Recibo de materiales o productos.
- 2) Control y registro de entradas y salidas del almacén.
- 3) Almacenamiento de materiales o mercancías.
- 4) Surtido o despacho de materiales o mercancías.
- 5) Mantenimiento de materiales, equipo y almacén.
- 6) Coordinación del almacén con los controles de inventarios y existencias.

Localización de los Materiales:

La funcionalidad del almacén depende principalmente de su distribución de planta, así como también de la forma en que se -- distribuyan y localicen los materiales.

El sistema de localización debe ser claro, sencillo y flexible. Se debe tomar en cuenta que el personal del almacén no está adaptado ni familiarizado con las nuevas instalaciones, además de que se requiere que el almacén opere adecuadamente desde el -- primer día.

Como se mencionó en capítulos anteriores, el nuevo almacén contará con 6 niveles (incluyendo planta baja.) En cada uno de estos pisos se almacenarán diversos materiales, aunque se proveen zonas que resguarden materiales con características similares. -- La simetría de los pasillos facilitará de gran manera la implanta ción del sistema de localización que presentamos a continuación.

Este sistema se basa en una codificación alfanumérica de 7 dígitos, que se desglosan de la siguiente manera:

Primer Dígito.



Letra que identifique el nivel o piso en que se localiza el material; es decir:

- A - Planta Baja.
- B - Primer Piso.
- C - Segundo Piso.
- D - Tercer Piso.
- E - Cuarto Piso.
- F - Quinto Piso.

Segundo y Tercer Dígitos.



Par de números que describen la ubicación del pasillo en donde se encuentra el material. Los pasillos que corren a lo largo del almacén tendrán asociado un número non y los que van a lo ancho se les asignará un número par. La numeración será creciente partiendo de la zona de Despacho.

Cuarto y Quinto Dígitos.



Estos dos números indicarán el estante exacto

donde se localiza el material; la numeración será creciente, iniciando por la zona más cercana a Despacho (pared este) hacia el fondo del almacén (pared oeste.) Los estantes estarán acomodados de tal manera que se pueda tener fácil acceso a ellos por los pasillos que corren a lo largo del almacén. Se sugiere que los estantes que se sitúen en la parte norte de cada pasillo se identifiquen mediante un número Non, y a los que se localicen en la parte sur de cada pasillo, se les asigne un número -- Par.

Sexto y Séptimo Dígitos.



Estos números identifican el casillero o entrepaño del estante en el cual se localiza el material. La asignación de los números obedecerá a un orden matricial, comenzando con la posición (1,1), (Hileras, Columnas) en la esquina superior izquierda de cada estante. En el caso de que un estante sólo tenga entrepaños y no casilleros (columnas), se identificará con el mismo sistema, variando únicamente el dígito que señala las hileras y asignando un 1 al índice de columnas.

Por ejemplo:

A 0 3 1 4 5 1 , significa que:

El material deseado, se localiza en la Planta Baja; en el pasillo número 3 (que corre a lo largo y es el segundo en orden a partir de la zona de Despacho); en el estante número 14 que se encuentra en la parte sur del pasillo, en el quinto entrepaño de arriba hacia abajo del estante mencionado.

Este sistema de localización puede implementarse mediante una computadora, donde la llave de entrada al archivo de claves del material sea:

El número de parte asignado al material por su fabricante. Posteriormente, se obtendría en la pantalla la localización del material.

Otra forma de implementar este sistema, sería mediante un localización de tarjetas o Kárdex. La forma de buscar la clave de localización, sería mediante un orden alfanumérico creciente, de acuerdo al número de parte de la pieza (Clave del fabricante), o el nombre de la pieza.

La Adaptación del Personal al Nuevo Almacén y a su Distribución de Planta:

La resistencia al cambio es una reacción común en el ser humano. Aún al vencerse esta resistencia, su adaptación al cambio es lenta y gradual. Para lograr esta adaptación, las personas deben estar convencidas de que el cambio y la ruptura con la rutina conocida les son benéficos. Esto se logra mediante una comprensión completa de los cambios que se intentan implantar.

En el presente caso, se trata de la adaptación del personal del almacén (almacenistas, supervisores, trabajadores, oficinistas, etc.), a una nueva distribución de los materiales dentro de un Nuevo Almacén. Algunos de estos trabajadores han laborado en en almacén por más de 20 años, lo que significa que ellos están habituados a las características del almacén actual y a la pronta localización de materiales en él. El cambio que se les propone, es muy drástico y no se debe esperar que lo acepten inmediatamente.

A continuación se recomiendan algunas acciones que contribuirían a facilitar la aceptación al cambio, por parte del personal:

- Explicar a los trabajadores, de manera sencilla y directa, el diseño del nuevo almacén y la distribución de planta que

éste tendrá.

- Emplear medios didácticos adecuados y atractivos para presentar el proyecto al personal, por ejemplo: maquetas, audiovisuales, dibujos simples, etcétera.
- Resaltar las ventajas que aportará el cambio de instalaciones y del sistema de operación de almacenaje.
- Informar periódicamente al personal involucrado, sobre los avances, éxitos y fracasos en el diseño y construcción del nuevo almacén, con el propósito de que los trabajadores se involucren en el proyecto, reconozcan su participación dentro del mismo, y pongan una menor resistencia en el momento de efectuar el cambio de instalaciones.
- Implantar un sistema sencillo y eficaz de localización de materiales en el nuevo almacén.
- Capacitar y orientar al personal, con suficiente anticipación, sobre la operación en el nuevo almacén.
- Fomentar la confianza entre trabajadores y diseñadores, para poder captar las sugerencias y observaciones de ellos.

- Atender a sus sugerencias, pues son ellos los que han trabajado y trabajarán directamente dentro de las instalaciones de almacenamiento.

Estas son sólo algunas de las medidas que la jefatura de la sección y/o diseñadores del nuevo almacén, deberán considerar para facilitar el cambio, el cual marcará una nueva era para la empresa.

Limpieza y Mantenimiento:

Cuando un departamento de una compañía es eficiente, también es limpio; las personas que son eficientes en su trabajo, son eficientes consigo mismas.

Los trabajadores que al desempeñar sus labores constantemente producen desperdicios, porque así es su tipo de trabajo, como desempacar y empacar, llegarán al momento en que no puedan seguir trabajando por la aglomeración de basura que tienen a su alrededor. Para evitar estos casos extremos, se recomienda que cuenten con un depósito para basura, para que así puedan mantener limpia y agradable su área de trabajo.

El mantenimiento en cualquier equipo es muy importante, ya que si éste no se aplica regularmente, su promedio de vida útil será menor. Si el almacén no cuenta con un programa periódico de mantenimiento, se sucederán bajos rendimientos de los equipos y/o deterioro de los mismos.

Cualquier tipo o tamaño de equipo para manejo de materiales, sobre todo si tiene partes móviles o rodantes, necesita de un mantenimiento preventivo adecuado y continuo.

Es recomendable llevar un control por medio de tarjetas con toda la información necesaria, por cada uno de los aparatos o --- vehículos, para poder establecer en forma regular, un PROGRAMA DE MANTENIMIENTO apropiado, sin entorpecer las funciones diarias.

Equipo Disponible:

Todos los almacenistas argumentan siempre, que en su almacén no se cuenta con el suficiente equipo para el desarrollo de las - labores o el manejo de los materiales, tales como: montacargas, - grúas, vehículos de reparto, patines, carretillas, diablos, pallets, escaleras, etc.

La realidad es que en la mayoría de los casos, no se le dá

al equipo el uso apropiado; no se opera con atención y cuidado, y no se le proporciona el mantenimiento adecuado.

Es muy frecuente ver en los almacenes a personas acarreado materiales con peso excesivo en un diablo o carrito de poca capacidad, o por el contrario, ver materiales de poco peso siendo transportados en grandes montacargas.

Otras Observaciones:

Ha podido verse a personas que con mucha dificultad y peligros van rodando tambores o cilindros, como los de oxígeno que son muy peligrosos, sin ninguna precaución, o acarreado equipo o bultos de gran tamaño y peso sin utilizar el montacargas. También - pudimos observar al ayudante de almacén que con una pequeña escalera, quería subir y bajar materiales de la parte más alta de los anaqueles.

En el caso de los operadores de montacargas, son frecuentes las siguientes observaciones:

- Querer hacer maniobras de estiba difíciles.
- Pasar por un pasillo angosto u obstruido.

Relaciones Humanas:

Hemos visto anteriormente, que el equipo es de vital importancia para el desempeño de nuestro trabajo. Ahora nos dedicaremos un poco al extenso tema del recurso humano.

Sobre las relaciones humanas se han escrito grandes libros, existen estudios complejos, cursos especiales, etc.

Ya dejamos establecido que los departamentos o áreas básicas de un almacén son:

- a) Area de Receptora.
- b) Almacenamiento.
- c) Preparación y Surtido.
- d) Empaque y Despacho.
- e) Distribución.
- f) Controles y Administración.

En base a lo anterior, se deberá contar con personal apropiado y encargado para las seis áreas del almacén, es decir, es recomendable capacitar a los empleados, almacenistas y ayudantes, para que conozcan y se desempeñen adecuadamente en todas las áreas. Sin embargo, es conveniente especializarles en una sola para obtener mejores resultados.

Todos los que conforman el recurso humano de un almacén (almacenistas, ayudantes, supervisores, choferes, etc.), son importantes. El almacén es un departamento de servicios y el fin de todos debe ser el de proporcionar el MEJOR SERVICIO siempre trabajando en armonía y con buena disposición. Consecuentemente, si se tienen buenas relaciones humanas, se tendrá un mejor ambiente de trabajo.

Costos:

Un factor importantísimo en la gestión económica de cualquier empresa, es el de tener una adecuada distribución de planta que satisfaga sus necesidades, ya que el recorrido de los materiales es considerado como la parte medular de la función de la distribución de planta. Por esto, en la distribución de planta va involucrada una serie de Costos que deben evaluarse adecuadamente para que ésta se realice de la manera óptima; de lo contrario, se tendrán pérdidas que van desde el 30% hasta el 50% de la inversión inicial.

En lo que respecta a nuestra distribución de planta, es necesario hacer énfasis en que lo que se almacena debe tener un movimiento rápido de entrada y salida, esto es, una rápida rotación.

Ya que todo almacenamiento y manejo de materiales es algo que incrementa el costo del producto final sin agregarle valor, - se debe conservar el mínimo de existencias, con el mínimo de riesgos de faltantes, y tratando de que sea al menor costo posible de operación.

Mencionaremos algunos de los Costos que se consideraron para la distribución de planta del almacén:

- Interés sobre el capital inmovilizado, representado por el valor de las existencias.
- El espacio ocupado al precio de la localidad por metro cuadrado.
- Los gastos de Seguro del inmueble.
- La amortización del edificio y equipo de almacena-- miento y manejo.
- La devaluación de la mercancía.
- El deterioro y merma de la misma.
- Los costos del personal del almacén incluyendo las ---

prestaciones, las vacaciones, etc.

Por tomar un ejemplo, mencionaremos sin entrar en muchos detalles, el METODO "A, B, C" de los materiales almacenados, ya que se trata de una clasificación que es más de la competencia del Departamento de Control de Inventarios.

El Método A, B, C, consiste simplemente en acumular el número y el costo de los artículos almacenados, agrupando los de mayor costo y menor existencia bajo la clasificación "A".

Los materiales de costo y cantidad intermedios, bajo la clasificación "B", y los materiales con un costo pequeño, pero de mayor cantidad, bajo la categoría "C".

De los materiales tipo "A", algunos de ellos se pusieron al frente del almacén en la planta baja, ya que son los más caros y - deben ser controlados con mayor atención y cuidado.

Los demás tipos de materiales se distribuyeron tanto en la planta baja como en el primero, segundo y tercer niveles.

Para poder realizar este tipo de distribución de acuerdo al método antes mencionado, se hizo un breve análisis de las partes con alta demanda, mayor, menor y bajo costo. (Ver inciso 3.6.1.)

Algunos Materiales:

Para los materiales tales como avionics, computadoras de --vuelo, instrumentos de medición, brújulas, etc., se recomienda --que se les dé un almacenaje apropiado, en donde se puedan evitar los efectos derivados de la vibración, ya que este tipo de mate--riales es muy sensible a ésta, y se producirían graves trastornos en su buen funcionamiento.

Se recomienda también aislar a estos materiales de instala--ciones y de equipos eléctricos que pudieran magnetizarlos.

Por lo que se refiere a los materiales eléctricos, se reco--mienda un tipo de almacenaje que cuente con la temperatura adecua--da, ya que estos materiales desprenden ácidos corrosivos al ser --afectados por cambios bruscos de temperatura.

Se recomienda que los tanques y esferas de oxígeno, hidró--geno y halón sean manejados de una manera cuidadosa y efectiva, --ya que este tipo de material es un material altamente inflamable y explosivo. Si no se tiene cuidado de observar lo anterior, se tendrían pérdidas humanas, lo cual a nadie beneficiaría.

Seguridad:

La seguridad debe ser fundamentalmente una labor preventiva y correctiva de la causa de accidentes tales como lesiones personales, daños estructurales, pérdidas económicas, incendios, etc.

La seguridad e higiene en cualquier área de trabajo, tienen por objeto prevenir los riesgos que generan las enfermedades y -- ocasionan los accidentes, mediante la aplicación de las medidas y procedimientos aconsejables en cada caso particular.

En nuestro almacén, la seguridad tendrá siempre un papel -- muy importante, ya que de ésta dependerá la realización plena de las operaciones de almacenaje, sin presentar riesgos que pudieran influir directamente en la integridad y funcionalidad del nuevo -- almacén.

A continuación se enumeran algunas recomendaciones para --- lograrla:

- El manejo de material lo debe efectuar personal capacitado en las operaciones de almacenaje.

- Se destinarán áreas especiales de estiba y desestiba de los materiales, con el objeto de evitar pérdidas o daños a los

mismos.

- Se recomienda limpiar periódicamente los materiales, con el fin de evitar deterioros.
- No sacar los materiales de sus empaques especiales si así lo requieren, hasta que sean utilizados.
- Se recomienda tener los accesos despejados de materiales o equipos, con la finalidad de evitar accidentes imprevistos.
- Evitar tirar aceite, agua o grasa en los accesos, procurando mantener siempre las áreas limpias para no provocar accidentes.
- Evitar fumar en áreas peligrosas (zona de solventes, pinturas, maderas, triplay, plásticos, alfombras, tanques de --- oxígeno, etc.)
- Se recomienda tener siempre limpios los accesos.
- Destinar zonas especiales de seguridad a materiales inflamables o explosivos y asignar avisos especiales para tales áreas.
- Evitar que se incremente la temperatura en zonas de almace-

naje que presenten riesgo.

- Colocar mecanismos sofisticados de seguridad en zonas que presenten mayores riesgos de incendio, pero que a la vez, - no ofrezcan problemas en su manejo.

- Evitar todo tipo de juegos por parte del personal dentro -- del almacén.

- Utilizar el equipo adecuado, cuando se realicen tareas espe- ciales de almacenaje.

RESUMEN.

La tarea primordial de la Ingeniería ha sido tomar los conocimientos y ponerlos en práctica, convirtiendo las teorías científicas en aplicaciones útiles, satisfaciendo las necesidades materiales de los hombres, y buscando su bienestar.

Al realizar el presente trabajo se pretende aplicar los conocimientos que aporta la Ingeniería Industrial, a la tarea de diseñar una distribución de planta eficiente, para un almacén de -- una empresa aeronáutica.

El reto de enfrentarse a un problema real, fue objeto de -- motivación constante a lo largo del desarrollo del presente trabajo de Tesis.

Para la resolución del problema que se presenta, se recurrió a la aplicación de una metodología de investigación, que parte del reconocimiento del problema. Primeramente se establecieron los objetivos del sistema de almacenamiento; luego se realizó un diagnóstico de la situación actual que presenta el sistema. Posteriormente se analizaron las restricciones o variables de entrada que afectaban al sistema. Una vez conociendo estos factores, se procedió al planteamiento de tres posibles soluciones que consideraban tanto los objetivos como las restricciones del sistema, y sus

necesidades futuras (crecimiento o expansión.)

El plantear varias alternativas de solución obligaba a someterlas a una evaluación que diera por resultado, la selección de la alternativa más adecuada.

La alternativa seleccionada representó la solución final -- del problema. Se detalló a un nivel adecuado para los objetivos de este trabajo de Tesis. La información que se proporciona al detallar la alternativa de distribución de planta seleccionada, incluye: la zonificación de los materiales, el tipo y dimensiones de cada estante que se utilizará en el nuevo almacén, así como también los accesos (puertas, escaleras y elevador), y áreas para expansión.

La distribución de planta que se presentó en este trabajo, fue realizada tratando de obtener un diseño óptimo. Este lejano objetivo, dió como resultado una distribución de planta adecuada a las necesidades particulares y objetivos planteados en el inicio de este estudio.

La realización de este trabajo fue posible, gracias a las facilidades de acceso que otorgó la empresa y su personal, a sus instalaciones e información.

Moraleja.....

"Todo cabe en un jarrito...,
sabiéndolo acomodar."

BIBLIOGRAFIA:

- APPLE M., JAMES.
PLANT LAYOUT AND MATERIAL HANDLING.
THIRD ED. WILEY AND SONS, 1977.

- MAYNARD.
HANDBOOK OF INDUSTRIAL ENGINEERING.
MC GRAW HILL.

- O.I.T.
INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO.
TERCERA EDICION. OFICINA INTERNACIONAL DEL TRABAJO, GINEBRA.

- NUTHER RICHARD.
PRACTICAL PLANT LAYOUT.
FIRST ED. MC GRAW HILL, 1955.

- CHURCHMAN C. WEST.
EL ENFOQUE DE SISTEMAS.
ED. DIANA, 1968.

- ALFONSO GARCIA CANTU.
ALMACENES, PLANEACION, ORGANIZACION Y CONTROL.
EDITORIAL TRILLAS.

- NOTAS - ADIESTRAMIENTO Y CAPACITACION.
EL ALMACENISTA Y SUS FUNCIONES.
MEXICO, 1985.

- APUNTES - FUERZA AEREA MEXICANA (F.A.M.)
EL ALMACEN EN LA INSTITUCION.
MEXICO, 1986.

- HISTORIA DE AEROMEXICO.
LIBRO CONMEMORATIVO DE LOS 50 AÑOS.
MEXICO, 1985.