

300617  
20  
24



# UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA ELECTRICA

Incorporada a la U.N.A.M.

ANALISIS COMPARATIVO DE DOS SISTEMAS DE  
ALMACENAMIENTO PARA ARTICULOS DE LINEA  
BLANCA

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA QUE OBTENGA EL TITULO DE  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

EN EL AREA DE INGENIERIA INDUSTRIAL

P R E S E N T A :

JOSE LUIS GARCIA PARES

DIRECTOR DE TESIS:

Ing. José Manuel Cajigas Roncero

México, D. F.

1993

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



## **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.

## INDICE

INTRODUCCION	5
CAPITULO 1. GENERALIDADES	8
CAPITULO 2. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ALTA DENSIDAD	14
A.- DEFINICION DEL SISTEMA	15
B.- DESCRIPCION DEL SISTEMA	15
B.1 DISEÑO DEL ALMACEN	
B.1.a) DISEÑO Y ESTRUCTURA VERTICAL	
B.1.b) DISEÑO Y ESTRUCTURA HORIZONTAL	
B.2 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y RECOLECCION	
B.2.a) MODULO DEL SISTEMA	
B.2.b) ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL SISTEMA	
C.- DESCRIPCION DE OPERACIONES	19
C.1 SUPOSICIONES GENERALES	
C.1.a) SUPOSICIONES DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	
C.1.b) SUPOSICIONES DE EMBARQUE	
C.1.c) SUPOSICIONES DE RECEPCION DEL PRODUCTO	
C.2 TIEMPOS DE OPERACION	
C.2.a) CICLO SENCILLO, ALMACENAR O RECOLECTAR TARIMAS	
C.2.b) CICLO DOBLE; ALMACENAR Y RETIRAR TARIMAS CARGADAS	
C.2.c) CICLO SENCILLO DE MONTACARGAS PARA DESCARGA TARIMAS CON MERCANCIA	
C.2.d) CICLO SENCILLO DEL MONTACARGAS PARA RECOLECCION DE TARIMAS VACIAS	
C.3 PROCESO DE ALMACENAMIENTO Y RECOLECCION DE UNIDADES DURANTE UN DIA CUALQUIERA	
C.3.a) EMPIEZA EL PRIMER TURNO	
C.3.b) EMPIEZA EL SEGUNDO TURNO	
C.4 REQUERIMIENTOS DE EQUIPO	
C.4.a) APLICACION DEL MODELO CUANDO J=SISTEMA ALMACENAR - RECOLECTAR	
C.4.b) APLICACION DEL MODELO CUANDO J=MONTACARGAS	
C.5 REQUERIMIENTO DE PERSONAL	

<b>D.- MANEJO DE MATERIALES EN EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ALTA DENSIDAD</b>	<b>28</b>
D.1 EQUIPO DE MANEJO	
D.1.a) MONTACARGAS CONVENCIONAL DE CONTRAPESO	
D.1.b) TRANSPORTADORES DE RODILLOS POR GRAVEDAD	
D.1.c) APILADORA CON MODULO	
D.2 EQUIPO DE ALMACENAMIENTO	
D.2.a) SISTEMA DE ANAQUELES	
D.2.b) DISEÑO DE LAS TARIMAS	
D.3 EQUIPO DE TRAFICO	
D.3.a) CAMIONES DE LA COMPAÑIA	
D.3.b) TRANSPORTE DE LOS CLIENTES	
<b>CAPITULO 3.</b>	
<b>SISTEMA DE ALMACENAMIENTO CON MONTACARGAS</b>	<b>34</b>
<b>A.- DEFINICION DEL SISTEMA</b>	<b>35</b>
<b>B.- DESCRIPCION DEL SISTEMA</b>	<b>35</b>
B.1 DISEÑO DEL ALMACEN	
B.1.a) AREA DE ANDENES	
B.1.b) AREA DE PREPARACION DEL PRODUCTO ANTES DE ALMACEN	
B.1.c) AREA DE ALMACENAMIENTO	
B.1.d) AREA DE PREPARACION DE PEDIDOS	
<b>C.- DESCRIPCION DE OPERACIONES</b>	<b>37</b>
C.1 SUPOSICIONES GENERALES	
C.2 OPERACIONES DE RECEPCION	
C.3 OPERACIONES DE ALMACENAMIENTO	
C.3.a) TIEMPOS DE OPERACION	
C.4 SUPOSICIONES DE EMBARQUE	
C.5 REQUERIMIENTOS DE EQUIPO	
C.6 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL	
C.6.a) AREA DE PREPARACION DE PRODUCTO ANTES DE ALMACEN	
C.6.b) AREA DE ALMACEN	
C.6.c) AREA DE PREPARACION DE PEDIDOS	
<b>D.- MANEJO DE MATERIALES</b>	<b>43</b>
D.1 EQUIPO DE MANEJO	
D.1.a) MONTACARGAS CONVENCIONAL DE CONTRAPESO	
D.2 EQUIPO DE ALMACENAMIENTO	
D.2.a) TARIMAS	
D.3 EQUIPO DE TRAFICO	
D.3.a) TRANSPORTES DE LA COMPAÑIA	
D.3.b) VEHICULOS DE LOS CLIENTES	

<b>CAPITULO 4.</b>	
<b>EVALUACION ECONOMICA DE AMBAS ALTERNATIVAS</b>	<b>45</b>
<b>A.- NORMAS GENERALES PARA LA EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS</b>	<b>46</b>
<b>A.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION</b>	
<b>B.- ASPECTOS COMUNES A AMBAS ALTERNATIVAS</b>	<b>48</b>
<b>C.- EVALUACION ECONOMICA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ALTA DENSIDAD (SAAD)</b>	<b>49</b>
<b>C.1 COSTO DE LA INVERSION</b>	
<b>C.2 PERSONAL Y SUELDOS</b>	
<b>C.3 COSTOS DE OPERACION</b>	
<b>C.4 COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>C.5 CALCULO DE LOS FLUJOS (35%) - (42%)</b>	
<b>C.5.1) COSTO DE LA INVERSION DE MAQUINARIA, CONSTRUCCION E INSTALACIONES</b>	
<b>C.5.2) SUELDOS</b>	
<b>C.5.3) COSTOS DE OPERACION</b>	
<b>A) ENERGIA ELECTRICA</b>	
<b>B) COMBUSTIBLE</b>	
<b>C.5.4) MANTENIMIENTO</b>	
<b>C.5.5) VALOR DE RECUPERACION DEL SAAD</b>	
<b>D.- EVALUACION ECONOMICA DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO CON MONTACARGAS (SAM)</b>	<b>73</b>
<b>D.1 COSTO DE LA INVERSION</b>	
<b>D.2 PERSONAL Y SUELDOS</b>	
<b>D.3 COSTOS DE OPERACION</b>	
<b>D.4 COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	
<b>D.5 CALCULO DE LOS FLUJOS (35%) - (42%)</b>	
<b>D.5.1) COSTO DE LA INVERSION DE MAQUINARIA, CONSTRUCCION E INSTALACIONES</b>	
<b>D.5.2) SUELDOS</b>	
<b>D.5.3) COSTOS DE OPERACION</b>	
<b>A) ENERGIA ELECTRICA</b>	
<b>B) COMBUSTIBLE</b>	
<b>D.5.4) MANTENIMIENTO</b>	
<b>D.5.5) VALOR DE RECUPERACION DEL SAM</b>	
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>99</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>108</b>

## **I N T R O D U C I O N**

La ingeniería industrial vincula conceptos tanto financieros y administrativos como los de diseño, valuación de proyectos, manejo de materiales y optimización de resultados. Esto permite ver a un nivel global, la ventajas y repercusiones económicas de un determinado proyecto.

El presente estudio muestra la aplicación de esta disciplina en los problemas de decisión sobre dos propuestas de inversión de dos sistemas de almacenamiento diferentes para estufas y refrigeradores.

Se pretende explicar detalladamente el funcionamiento y diseñarse cada sistema analizando puntos como manejo de materiales, tiempos y descripción de operaciones, requerimiento de equipo y requerimiento de personal.

A través de técnicas de valuación económica se obtiene un criterio de decisión sobre los costos de inversión en maquinaria y equipo, terreno y construcciones, sueldos, costos de operación y mantenimiento de ambas alternativas, pudiendo obtener un ahorro sustancial al elegir uno de los sistemas de almacenamiento más moderno de América Latina contra uno del tipo convencional.

Enfatizándose la importancia de la comercialización de los productos cuando se almacenan en uno u otro sistema.

En la actualidad, las empresas relacionadas con la fabricación y distribución de diferentes artículos se enfrentan con ciertos problemas de almacenamiento de producto terminado, lo que puede repercutir en paros de producción, insatisfacción de la demanda, altos costos de almacenamiento, etc.

Es muy común encontrar fábricas que han tenido un rápido crecimiento, y que debido a una falta de planeación resultan insuficientes en su capacidad de producción, almacenes de materia prima, de materiales en proceso y de producto terminado.

Existen otras empresas las cuales tienen una capacidad de producción suficiente para satisfacer la demanda de sus artículos, pero dada la falta de almacenes de producto terminado, así como su falta de coordinación, tienen que detener continuamente las líneas de producción, debido a que la bodega se encuentra saturada y no hay posibilidades de más almacenamiento. Ocasionando pérdidas por ventas, mano de obra inactiva y costo de oportunidad.

De aquí la importancia de tener un almacén que pueda aceptar toda la producción así como futuros incrementos de la misma.

El presente estudio está desarrollado en una empresa particular, fabricante de estufas y refrigeradores, en la cual, se estudiaron y analizaron dos propuestas de inversión para dos tipos diferentes de almacenamiento, donde se manifiestan los costos de inversión, de maquinaria y equipo, costos de operación, de sueldos, requerimientos auxiliares, etc. ; de ambas alternativas se describen sus ventajas y desventajas.

La primera propuesta es un sistema de almacenamiento conocido como alta densidad en el cual se aprovecha al máximo la capacidad de almacenamiento.

La segunda alternativa consiste en un almacén de producto terminado en que se usan estibas convencionales.

Debido a que el costo de almacenes en una empresa llega a representar un alto porcentaje de las erogaciones totales de la misma, se ha considerado que este estudio toca puntos de vital importancia para cualquier negocio donde se necesite almacenar. Esto se puede observar en el hecho de que continuamente se están investigando y desarrollando nuevos sistemas referentes a este campo.

Teniendo un adecuado almacén, la empresa en cuestión pretende lograr la comercialización de sus productos, a través de los canales de distribución que serán generados por medio del sistema de almacenamiento.



CAPITULO 1  
GENERALIDADES

La fábrica, objeto de la presente tesis, es una empresa productora de estufas y refrigeradores. De cada uno de estos artículos se produce una variedad de modelos y tamaños, siendo esto importante para la planeación del almacén.

A continuación se presenta un resumen de las características de los principales productos que se manejan, así como sus medidas.

**TABLA No. 1 ARTÍCULOS, CARACTERÍSTICAS Y MEDIDAS**

ESTUFAS *	FRENTE (CM)	FONDO (CM)	ALTURA (CM)
20 Pulgadas	50	63	93
30 Pulgadas	74	63	93
40 Pulgadas	95	63	93
<b>REFRIGERADORES *</b>			
4.5 Pies cúbicos	49	63.5	82.0
5.5 Pies cúbicos	59	61.5	90.0
7.0 Pies cúbicos	68	63.5	124.5
8.0 Pies cúbicos	68	63.5	136.0
9.0 Pies cúbicos	68	63.5	1.49.0
10 Pies cúbicos	68	63.5	161.5
11 Pies cúbicos	64	73.0	163.0
13 Pies cúbicos	77	67.5	163.0
20 Pies cúbicos	107	70.0	181.0

\* Nombre con el que se conocen estos aparatos en la fábrica.

Para determinar la demanda en los artículos domésticos, tales como estufas y refrigeradores, es muy importante considerar ciertos factores socio-económicos como: índice de ingresos mensuales, índice de nuevos matrimonios, índice de crecimiento turístico, etc.

Para conocer la situación futura del mercado es necesario integrar los siguientes aspectos generales.

- El mercado natural
- Exportación
- La competencia

## 1) EL MERCADO NATURAL

Está definido por la necesidad de adquirir los productos domésticos tales como, estufas y refrigeradores, en base a la formación de nuevos hogares, reposiciones por antigüedad de los artículos, reposiciones por renovación y adelantos científicos de los nuevos aparatos.

## 2 ) EXPORTACION

En la actualidad, México, a través de la empresa estudiada, exporta refrigeradores de 4.5, 5.5., 9 y 10 pies cúbicos de capacidad a los Estados Unidos de Norte América en una forma mínima, ya que la capacidad productiva del país no permite aumentar esta cantidad dado que primero es necesario satisfacer demanda del mercado natural interno.

En lo referente a estufas se exportan aparatos de este tipo a países de centro y Sudamérica, existiendo un mercado potencial insatisfecho.

En la tabla No. 2 aparece el mercado potencial en otros países para los años de 1992 y 1993 según las estimaciones de BANCOMEXT (Banco de Comercio Exterior) :

TABLA No. 2 MERCADO POTENCIAL EN OTROS PAISES

AÑO	REFRIGERADORES	ESTUFAS
1992	72,000	103,000
1993	80,000	115,000

En la tabla No. 3 se puede observar la cantidad de unidades exportadas en los años 1990 y 1991, y los pronósticos por exportar en los periodos de 1992 y 1993 por la empresa considerada:

TABLA No. 3 UNIDADES EXPORTADAS POR LA EMPRESA  
A 1991 Y PRONOSTICOS A 1992

AÑO	REFRIGERADORES	ESTUFAS
1990	23,000	19,000
1991	33,000	35,000
1992	46,000	50,000
1993	57,000	80,000

### 3) LA COMPETENCIA

Existen en México cinco fabricantes de consideración, de artículos domésticos como estufas y refrigeradores. La empresa de la cual se tomaron los datos anteriores es la que tiene una mayor producción con una penetración en el mercado de ambos artículos del 35% en promedio.

En base a los datos proporcionados por la empresa, y por la ANFAD (Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos, A.C.) la empresa formuló pronósticos de producción para los años 1992,1993.....2001 (ver tabla No. 4); tomando en cuenta su producción actual así como futuros incrementos de la misma, capacidad de producción instalada y proyectos de nuevas plantas.

**TABLA No. 4 PRONOSTICOS DE PRODUCCION ANUAL DE LA EMPRESA**

AÑO	REFRIGERADORES	ESTUFAS
1992	272,500	277,500
1993	305,000	305,000
1994	332,500	330,000
1995	357,500	355,000
1996	385,000	382,500
1997	405,000	382,500
1998	430,000	382,500
1999	430,000	382,500
2000	430,000	382,500
2001	430,000	382,000

Las siguientes cantidades representan una producción diaria de estufas y refrigeradores en ese mismo periodo.

**TABLA No. 5 PRONOSTICOS DE PRODUCCION DIARIA DE LA EMPRESA**

AÑO	REFRIGERADORES	ESTUFAS
1992	1,090	1,110
1993	1,220	1,220
1994	1,330	1,320
1995	1,430	1,420
1996	1,540	1,530
1997	1,620	1,530
1998	1,720	1,530
1999	1,720	1,530
2000	1,720	1,530
2001	1,720	1,530

Como se puede observar, existe una diferencia sustancial entre los pronósticos de la demanda y los pronósticos de producción, por lo que se considera que la demanda va a seguir siendo insatisfecha; por esta razón los pronósticos de la demanda en el período comprendido entre los años 1996 y 2001 no resultan relevantes.

Programas de fabricación están basados en la demanda del mercado tanto interno como externo y en la capacidad de producción de la planta; la distribución que sigue en la tabla No. 6 es el programa de producción para cada uno de los productos.

TABLA No. 6 PROGRAMA DE PRODUCCION DE CADA ARTICULO

ESTUFAS	% DE PRODUCCION
20 Pulgadas	30.4%
30 Pulgadas	15.2%
40 Pulgadas	5.1%
<b>REFRIGERADORES</b>	
4.5 Pies cúbicos	3.4%
5.5 Pies cúbicos	0.8%
7.0 Pies cúbicos	3.5%
8.0 Pies cúbicos	5.4%
9.0 Pies cúbicos	17.9%
10 Pies cúbicos	9.0%
11 Pies cúbicos	2.5%
13 Pies cúbicos	5.1%
20 Pies cúbicos	1.7%
<b>T O T A L</b>	<b>100.0%</b>

En la venta de los aparatos domésticos, como es el caso de los productos mencionados, existe cierta estacionalidad en los meses de mayo y diciembre, pero en general, la demanda es un proceso constante.

Dados todos los datos anteriormente mencionados, se puede calcular la capacidad requerida del almacén. Se ha visto por experiencia en la empresa que el 50% de los productos fabricados pasan directamente al cliente sin necesidad de ser almacenados. Por lo tanto, considerando una producción total y promedio de 2936 unidades diarias irán a bodega sólo 1468 artículos (promedio de diez años).

En la actualidad la empresa produce en un día varios modelos diferentes para poder cumplir con la mezcla de productos solicitada por los clientes en sus pedidos.

Teniendo un almacén con la capacidad necesaria, la fábrica producirá en un día cierto modelo únicamente, al día siguiente otro, etc., de tal manera que se aumentará la productividad y se podrán cumplir los requerimientos de los clientes sin tener ordenes atrasadas.

Conociendo la situación actual de la demanda, los programas de producción, así como ciertos factores intangibles, se ha considerado conveniente planear un almacén con una capacidad de 20 días de los productos que irán a bodega.

Contemplando los programas de producción de la empresa, la cantidad de unidades de cada uno de los diferentes productos que estarán en el almacén cuando éste se encuentre utilizado a su máxima capacidad que es de 30,000 artículos aproximadamente, será como se indica en la Tabla No. 7:

TABLA No. 7 UNIDADES DE CADA PRODUCTO EN ALMACEN  
(BASE 30,000 APARATOS)

PRODUCTOS UNIDADES DE CADA PRODUCTO EN ALMACEN

**ESTUFAS:**

20 Pulgadas	9,120
30 Pulgadas	4,560
40 Pulgadas	1,530

**REFRIGERADORES:**

4.5 Pies cúbicos	1,020
5.5 Pies cúbicos	240
7.0 Pies cúbicos	1,050
8.0 Pies cúbicos	1,620
9,0 Pies cúbicos	5,370
10 Pies cúbicos	2,700
11 Pies cúbicos	750
13 Pies cúbicos	1,530
20 Pies cúbicos	510

De cada uno de éstos productos se manejan tres colores diferentes que son: blanco, cobre y pistache, por lo que existen 36 modelos distintos entre estufas y refrigeradores que se deben almacenar.

CAPITULO No 2

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ALTA DENSIDAD

( S.A.A.D)

## **A.- DEFINICION DEL SISTEMA**

El sistema de almacenamiento de alta densidad es un concepto relativamente nuevo en México en cuanto a diseño y funcionalidad. El presente estudio consideró el almacenamiento de productos terminados (estufas y refrigeradores), aunque también la materia prima puede exigir el uso de un almacén de este tipo.

En el sistema de almacenamiento de alta densidad la combinación hombre-máquina es aprovechada en forma óptima de tal manera que el uso del equipo especializado en un proceso semiautomático reduce notablemente la necesidad del factor humano.

El objetivo principal del sistema es maximizar la utilización del espacio de almacenamiento en base a la optimización del volumen.

Este sistema habilita también la máxima eficiencia en la recolección de ordenes y en el almacenamiento en un mínimo espacio.

## **B.- DESCRIPCION DEL SISTEMA**

Este almacén de producto terminado consta de una grúa central operada manualmente, que es en esencia la base del movimiento del producto dentro del almacén.

La grúa consta de un módulo encargado de transportar las tarimas para introducir las en la estantería.

La grúa está formada para la cabina de operador desde donde se controla su movimiento. El operador recibe instrucciones por radio desde una caseta de control colocada fuera del almacén, donde se encuentra localizado un sistema computarizado.

### **B.1 DISEÑO DEL ALMACEN**

El edificio tiene la forma de un prisma rectangular de 85.04 m de largo por 23.09 m de ancho con 22.63 m de altura (medidas sin considerar área de carga y descarga); está dividido en dos alas por un pasillo central ubicado a lo largo del almacén. El área de recepción del producto está al frente del almacén y la de descarga se encuentra ubicada a todo lo largo de los dos lados longitudinales de éste.



### B.1.a) DISEÑO Y ESTRUCTURA VERTICAL

El almacén está compuesto por once niveles de anaqueles, conteniendo cada uno filas de ocho posiciones de almacenamiento, estando cuatro de cada lado del pasillo central (ver dibujo ). La grúa viajará verticalmente a un nivel específico (Ej. nivel 10), dependiendo de la distribución de las unidades, depositando la carga en el anaquel vacío más lejano a la grúa, realizando este depósito a través del módulo. De esta manera se permite una distribución a profundidad, que es en sí llenar los espacios vacíos que se encuentran más al fondo del almacén.

El primer nivel (en la planta baja) tendrá una inclinación de 2 grados, desde el interior del almacén hacia el exterior, en el caso del surtimiento de pedidos, y con pendiente contraria para el caso de la descarga o abastecimiento por la fábrica. gracias a estas pendientes las estufas y refrigeradores circularán por gravedad con la ayuda de unos baleros mecánicos. En el área de descarga o surtimiento al cliente, el almacén cuenta con aleros sobre el área donde se efectúa la recolección de la orden. En el área de recepción se realiza el abastecimiento de unidades de la fábrica al almacén siendo ésta exclusiva para los camiones o trailers de la compañía, que entran a desnivel quedando su caja a la misma altura del área de recepción o andén.

### B.1.b) DISEÑO Y ESTRUCTURA HORIZONTAL

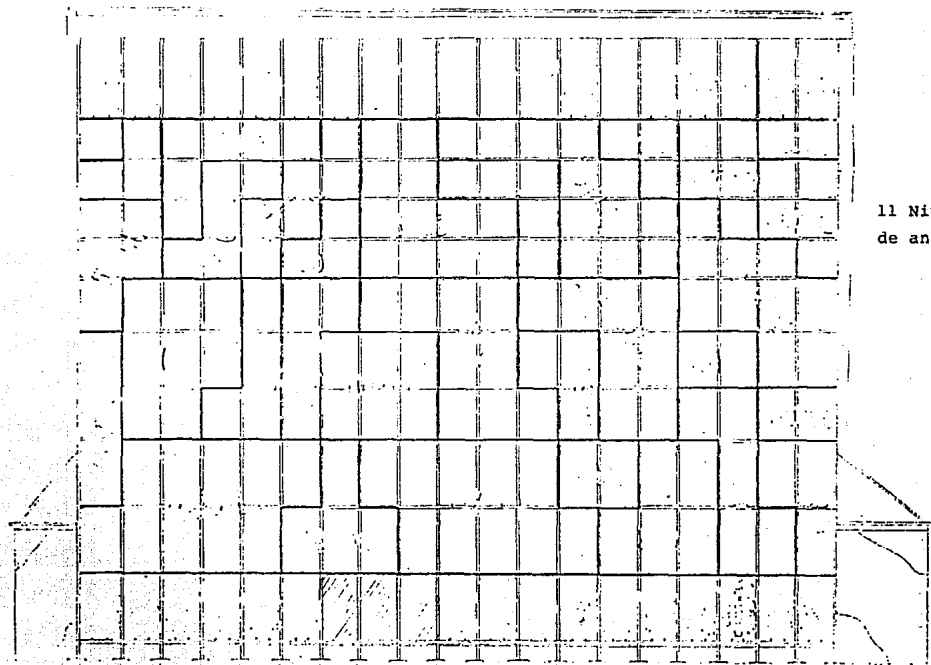
Se puede apreciar en la vista horizontal, que el almacén está dividido en las siguientes partes:

- 1 EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO
- 2 AREA DE RECEPCION O AREA DE CARGA
- 3 AREA DE SURTIMIENTO A CLIENTES O DESCARGA

#### 1. EDIFICIO DE ALMACENAMIENTO

Este está dividido en dos alas (ver dibujo No. 2), por medio de un pasillo central. En dicho pasillo se encuentran dispuestos dos rieles longitudinales (uno en la parte inferior y otro en la parte superior) entre los cuales circula la grúa a lo largo de todo el almacén.

El ala o bloque No. 1 está dividido en 57 líneas transversales por 4 de profundidad, en cada uno de los 11 niveles del almacén. Esto indica que ésta ala cuenta con 2,508 posiciones de almacenamiento. El ala No. 2 consta de 48 líneas transversales en el primer nivel y en el resto de los niveles 57 líneas por 4 de profundidad dado que en ese bloque se encuentra localizada el área de recepción de mercancías, la cual ocupa 9 líneas de flujo. Por lo anterior, la capacidad de almacenamiento del almacén se puede obtener de la siguiente forma:



11 Niveles  
de anaqueles

D I B U J O :

DISEÑO Y ESTRUCTURA VERTICAL  
ALMACEN DE ALTA DENSIDAD.

## CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

### ALA NUMERO 1:

57 líneas de flujo x 4 de profundidad x 11 niveles	=	2,508
Estaciones de servicio a clientes (1er. nivel )	=	<u>55</u>
SUBTOTAL 1	=	2,563

### ALA NUMERO 2:

57 líneas de flujo x 4 de profundidad x 11 niveles	=	2,508
Estaciones de servicio a clientes (1er. nivel )	=	46
9 líneas de flujo x 4 de profundidad (1er. nivel )	=	<u>36</u>
SUBTOTAL 2	=	2,518

### AMBAS ALAS:

2 Líneas de retorno de tarimas vacías x 5 de profundidad=	=	- 10
SUBTOTAL 3	=	- 10

TOTAL 5071 TARIMAS O SEA 34,635 UNIDADES.

## 2. AREA DE RECEPCION O DE CARGA

El área de recepción se encuentra localizada en la parte frontal del edificio únicamente en el primer nivel. Consta de 7 líneas de flujo inclinadas, las cuales tienen las siguientes funciones:

- Cinco líneas en las que se depositarán las tarimas cargadas con artículos, los cuales por medio de gravedad, llegarán hasta las posiciones donde la grúa las podrá recoger para después almacenarlos.
- Una línea de retorno de tarimas vacías desde el almacén hacia los camiones para reemplazar las tarimas cargadas que deja por unas vacías.
- Una línea que servirá tanto para reparar el módulo cuando falle en su funcionamiento, como para cargarlo eléctricamente.

Como dicha área se encuentra a primer nivel, a partir del segundo se contará con posiciones de almacenamiento.

## 3. AREA DE SURTIMIENTO A CLIENTES O DE DESCARGA

Esta área está representada por las estaciones de servicio a clientes (101 en total), y son en sí las prolongaciones de las filas transversales del primer nivel. Su objetivo es permitir al cliente el acceso directo a la mercancía de acuerdo a sus pedidos, realizando el manejo a través de su transporte particular.

En los extremos longitudinales del almacén se cuenta con un área en donde la grúa se posicionará en horas de fuera de turno.

## B.2 SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y RECOLECCION

La grúa está compuesta de una estructura rectangular que por su diseño puede soportar toda la carga sin ningún daño o deformación; su material permite la mínima deflexión y torsión en el momento activo de la grúa.

La cabina de control del operador puede ser desplazada verticalmente hasta el último nivel. Está sólidamente construida y permite al operador la máxima visibilidad. El movimiento de la cabina se dirige por el tablero de control en forma manual, manejando movimientos horizontales y verticales de la grúa, movimientos del módulo a ambos lados del pasillo central así como aquellos de ascenso y descenso de la carga.

### B.2.a) MODULO DEL SISTEMA

El módulo es un vehículo de transporte que deposita o retira las cargas en tarimas. Su funcionamiento está controlado por radio y su energía proviene de una batería recargable de poder. El módulo con su carga es movido vertical y lateralmente a través del sistema por medio de la grúa. La estructura física del módulo está constituida por perfiles de acero maquinados para producir un cuerpo resistente y fuerte. 4 ejes están sostenidos por baleros de uso pesado y lleva 8 ruedas con llantas de uretano por cuerpo, todos los ejes están movidos por cadenas y el cuerpo consta de 4 cilindros hidráulicos para levantar la carga y así recuperar y almacenar tarimas con cargas hasta de 550 kilogramos (1000 lbs.).

El radio que controla el módulo actúa a una frecuencia discreta, y en el momento de su operación manual, se produce un nivel de voltaje distinto para que de esta manera actúen independientemente los controles del módulo.

Así la plataforma de deslizamiento o módulo propiamente dicho, recibe los mandos que excitan al motor y mediante los sistemas hidráulicos baja o sube la plataforma que contiene al producto (tarima).

## B.2.b) ESPECIFICACIONES DEL DISEÑO DEL SISTEMA

TABLA No. 8 DISEÑO MECANICO Y ELECTRICO  
DEL MODULO Y GRUA

MOTORES	HORIZONTAL	VERTICAL	GRUA MODULO
VELOCIDADES (M/Min)	110/0	30/0	40/0
POTENCIA (HP)	15	15	3/4
VEL. MOTOR (RPM)	1750	1750	1750
TIPO MOTOR	CD	CD	CD

### C.- DESCRIPCION DE OPERACIONES

#### C.1 SUPOSICIONES GENERALES

##### C.1.a) SUPOSICIONES DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

Para hacer más claras las operaciones efectuadas en este sistema cabe señalar una serie de aclaraciones importantes:

-En el almacén se trabajarán dos turnos de 9 horas.

-El número promedio de diez años de unidades diarias al almacén es de 1,468 (la mitad de la producción), en 36 diferentes modelos.

-De los 36 modelos, 9 productos son de alto movimiento, representando el 63.5% del volumen total, mientras que 27 son de bajo movimiento con el 36.5% restante.

-No hay necesidad de reemplazar los productos de bajo movimiento durante el día.

-Los productos de alto movimiento empezarán el día con aproximadamente 3 horas de abastecimiento en la línea (con dirección a las direcciones de salida).

-Tomando en cuenta el número de unidades que se pueden depositar en cada tarima, así como los porcentajes de producción de los diferentes modelos que se fabrican, se obtiene un promedio ponderado de 6.83 unidades por tarima.

Esto se puede apreciar en la tabla número nueve donde aparecen estos términos.

**TABLA No 9 PROMEDIO DE UNIDADES POR TARIMA**

<b>ESTUFAS</b>	<b>PRODUCCION</b>	<b>NUMERO DE UNIDADES POR TARIMA</b>
20 pulgadas	30.4%	8
30 pulgadas	15.2%	6
40 pulgadas	05.1%	4

**REFRIGERADORES**

4.5 pies cúbicos	03.4%	8
5.5 pies cúbicos	00.8%	6
7.0 pies cúbicos	03.5%	6
8.0 pies cúbicos	05.4%	6
9.0 pies cúbicos	17.9%	6
10.0 pies cúbicos	00.9%	6
11.0 pies cúbicos	02.5%	6
13.0 pies cúbicos	05.1%	4
20.0 pies cúbicos	01.7%	3

**PROMEDIO PONDERADO DE UNIDADES X TARIMA = 6.83**

**C.1.b) SUPOSICIONES DE EMBARQUE**

-El policía de la puerta puede checar los camiones que entran y salen para prevenir demoras.

-La salida del producto de almacén será en forma manual en camionetas o pequeños camiones para descargarlo. Toma 90 segundos cargar un refrigerador o estufa manualmente en el camión.

-Para la salida de un gran número de unidades, se considera correcto reemplazar inmediatamente las unidades del andén.

-Después de que la grúa deposita la tarima en el primer nivel, esta desciende por medio de gravedad quedando en posición de embarque.

-Cincuenta por ciento de las unidades se cargarán en vehículos que llevan un promedio de 10 artículos. Las estufas y refrigeradores que salen de la ciudad de México (40% del total) serán transportadas en camionetas que llevarán 2 unidades.

-Suponiendo que un vehículo recoge un promedio de 2 unidades en cada parada, tarda 15 seg. en recorrer la distancia entre paradas, toma 90 segundos en cargar cada una de las unidades, y es detenido 90 segundos por otros vehículos que están cargándose:

$(15\text{seg.} + 20(90\text{seg.})) \times 5 \text{ paradas} + 90\text{seg de demora} = 1065\text{seg} = 17.75 \text{ min.}$

16 camiones/hora implica 1 cada 3.75 minutos.

$17.75\text{min}/3.75\text{min/camioneta} = 5 \text{ camionetas en forma simultánea.}$

- Suponiendo que los clientes que recogen 2 unidades lo hacen en diferentes paradas, requieren de 30 segundos para ir de una parada a otra y tienen una demora de 90 segundos.

(30 seg. + 90 seg.) x 2 paradas + 90 seg. = 330 seg. = 5.5 min.  
9 camionetas/hora implica 1 cada 6.67 minutos.  
5.5 min/6.67, min/camioneta = 1 camioneta al mismo tiempo.

- Existirá también un vehículo adicional que estará transportando las tarimas vacías a una zona determinada para ello. Esto arroja un total de 7 vehículos que se encontrarán simultáneamente en el patio de maniobras del almacén.

### C.1.c) SUPOSICIONES DE RECEPCION DEL PRODUCTO

- Las cajas de los trailers de la compañía transportarán las tarimas en tres estibas soportadas por guías para protección del producto, siendo éstos cargados y descargados rápidamente.

- Aproximadamente se transportarán 1468 productos en 2 turnos, con un promedio de 6.83 artículos por tarima, esto indica que se recibían 14 tarimas por hora en el almacén.

- Los trailers tendrán una capacidad promedio de 20 tarimas por caja, por lo que habrá menos de una caja por hora en el almacén descargando estufas y refrigeradores.

- Para descargar las tarimas se necesita un montacargas en el área de recepción del almacén; éste tomará las tarimas de la caja y las depositará en las líneas de flujo.

- De esta manera la tarima llegará a las estaciones de recolección de la grúa para ser almacenados.

### C.2 TIEMPOS DE OPERACION

En base a las especificaciones del equipo, a través de un estudio de tiempos y movimientos se obtuvieron los tiempos para cada uno de los ciclos.

#### C.2.a) CICLO SENCILLO, ALMACENAR O RECOLECTAR TARIMAS

Función	Tiempo (seg)	Descripción
a. Salida módulo	11	Principia ciclo sencillo movimiento horizontal 30 m. (acelera, desacelera posición y pausa)
b. Se eleva módulo	03	Elevar tarima
c. Regreso módulo	11	Igual que "a"
d. Viaja grúa	33	Movimiento horizontal de 1/4 de almacén (21.3 m) y 9.9 m en forma vertical.

e. Sale el módulo	17	Recorre 6.15 m promedio.
f. Baja el módulo	03	Módulo deposita la tarima.
g. Regresa módulo	17	Igual que "e".
h. Viaje de la grúa	33	Igual que "d".
Tiempo promedio	=	128 segundos.
Tiempo ajustado (1.05)	=	134 segundos.
3600 seg/hr /134 seg	=	026.8 ciclos sencillos/hora.

c.2.b) CICLO DOBLE: ALMACENAR Y RETIRAR TARIMAS CARGADAS

Función	Tiempo (seg)	Explicación
a. Sale el módulo	11	Principia ciclo doble módulo recorre 2.7 m (acelera, desacelera, posiciona y pausa).
b. Módulo eleva tarima	03	Elevación de tarima.
c. Regreso de módulo	11	El módulo regresa a grúa.
d. Viaje de la grúa	33	La grúa recorre 1/4 del almacén (21.3 m) en forma horizontal y 9.9 en forma vertical.
e. Sale el módulo	17	Recorre 6.15 m promedio.
f. Baja el módulo	03	Módulo deposita la tarima.
g. Regreso de módulo	17	Igual que "c".
h. Viaje de la grúa	22	La grúa recorre la octava parte almacén (10.6 m) en forma horizontal y (5m) en forma vertical.
i. Sale el módulo	17	igual que "e".
j. Módulo eleva tarima	03	Igual que "b".
k. Regreso de módulo	17	Igual que "e".
l. Viaje de la grúa	44	La grúa recorre 3/8 del almacén (31.9 m) en forma horiz. y (14.85 m) en forma vertical.
m. Sale el módulo	11	Igual que "a".
n. Baja el módulo	03	Igual que "f".
o. Regreso	11	Igual que "e".
Tiempo promedio de ciclo	=	223 segundos
Tiempo ajustado (1.05)	=	234 segundos
(3600 seg/hr)/(234 seg)	=	015.4 ciclos dobles/hora.



C.2.c) CICLO SENCILLO DE MONTACARGAS PARA DESCARGA DE  
TARIMAS CON MERCANCIA

Función	Tiempo (seg)	Descripción
a. Viaja montacargas	15	Principia ciclo sencillo movimiento horizontal hacia caja trailer (1.32m.) acelera, desacelera, posiciona pausa.
b. Posicionar horquilla	15	Posicionar para recoger tarima cargada.
c. Retorno montacargas	20	Viaje a estaciones de depósito con carga en tarima.
d. Depositar tarima	12	Movimiento posición de tarima en estación de depósito.
Tiempo promedio	=	62 segundos
Tiempo ajustado(1.05)	=	65 segundos
3,600 seg. / 65 seg.	=	55.4 ciclos sencillos/hora.

C.2.d.) CICLO SENCILLO DEL MONTACARGAS PARA RECOLECCION  
DE TARIMAS VACIAS.

Función	Tiempo (seg.)	Descripción
a. Viaja Montacargas	32	Principia ciclo sencillo movimiento horizontal hacia estación de servicio (46 m).
b. Recolectar Tarima	13	Posicionar horquillas para recoger tarima vacía.
c. Viaje Montacargas	16	Movimiento horizontal a estación de retorno de tarima vacía 23 metros.
d. Depósita tarima	10	Posicionar tarima en línea de retorno de tarimas vacías.
Tiempo promedio	=	71 segundos
Tiempo ajustado 71 (1.05)	=	75.0 segundos
3,600 segundos/75 segundos	=	48.0 ciclos sencillos por hora.

### C.3 PROCESO DE ALMACENAMIENTO Y RECOLECCION DE UNIDADES DURANTE UN DIA CUALQUIERA

#### C.3.a) EMPIEZA EL PRIMER TURNO

El número de unidades que se recibirán en el almacén durante el primer turno será de 734, o sea, la mitad de los aparatos que serán enviados a bodega en todo el día. Esto representa 107.5 tarimas de acuerdo al promedio de unidades que se pueden colocar en una tarima.

La cantidad de productos que se embarcarán a clientes será de 1468 unidades, lo que representa 214.9 tarimas. Esta es la cantidad promedio en 10 años. Se almacenarán 36 modelos diferentes de los cuales 9 son de productos de alto movimiento y ocupan el 63.5% de la producción total; los modelos restantes (27) se consideran de bajo movimiento y representan el 36.5% de la producción.

Por lo tanto, de las 1468 unidades embarcadas a clientes por día, 932 son de alto movimiento y 536 son de bajo movimiento.

Como consecuencia, se tendrán los siguientes promedios:

$932 / 9 = 103.6$  unidades de cada uno de los modelos de alto movimiento embarcados por día.

$536 / 27 = 19.8$  unidades de cada uno de los modelos de bajo movimiento embarcados por día.

Esto representa que se embarcarán 11.5 unidades de cada uno de los productos de alto movimiento por hora y 2.2 unidades de cada uno de los modelos de bajo movimiento por hora.

Si en las estaciones de servicio se tienen 5 tarimas listas para embarcarse en cada una de las líneas, esto quiere decir que se tiene 34 unidades para los clientes en diferentes salidas. Para los productos de bajo movimiento, esa cantidad de aparatos es suficiente para surtir los pedidos de los clientes, pero en cambio, para los modelos de alto movimiento sólo se tiene mercancía para surtir durante 2.96 horas, por lo que la grúa necesitará alimentar 69 unidades más durante el primer turno para satisfacer los requerimientos diarios de estos productos, o sea 90 tarimas en total, de los cuales, la mitad vendrá del área de recepción y la otra mitad del almacén.

Por lo tanto, el tiempo necesario para reemplazar las tarimas será:

$(90 \text{ tarimas}) / (26.8 \text{ ciclos sencillos/hr}) = 3.36 \text{ horas}$

En cuanto a la función de recepción, se enviarán 734 unidades al almacén, en el primer turno, o sea, 108 tarimas. De estos, 45 pasarán directamente del área de recepción a las estaciones de servicio para reemplazar los aparatos que ya han sido surtidos y así poder cumplir con los pedidos.

El tiempo que requerirá la grúa para poder almacenar las tarimas que se guardarán en los anaqueles será:

(108-45) tarimas / 26.8 ciclos sencillos/hr. = 2.35 horas

TOTAL DE TIEMPO REQUERIDO: 5.71 horas

El resto del tiempo puede ser usados para reemplazar las unidades surtidas en los modelos de alto movimiento para que las estaciones de servicio no se encuentren en cero al final del día.

### C.3.b) EMPIEZA EL SEGUNDO TURNO

Este turno se usará básicamente para reemplazar los productos de alto movimiento, así como los de bajo movimiento que sean necesarios. Además se recibirán 734 aparatos en 108 tarimas.

Por cada tarima recibida y almacenada, se bajará una del almacén a las estaciones de servicio, esto requerirá del siguiente tiempo:

(108 tarimas) / (15.4 ciclos dobles/hr.) = 7.01 horas

El reemplazo necesario será:

9 modelos de alto movimiento	x 5 tarimas	= 45
27 modelos de bajo movimiento	x 3 tarimas	= 81
TOTAL DE TARIMAS A REEMPLAZAR		126

La máxima capacidad en una línea de flujo es de 5 tarimas.

Como se puede observar en el desarrollo del primer turno, esta cantidad no es suficiente para surtir a los clientes sus pedidos de modelos de alto movimiento, por lo que es necesario reemplazar las tarimas vacías por unas con mercancía. En el caso de los modelos de bajo movimiento, con 3 tarimas se podría cumplir con los requerimientos de los clientes.

De las 126 tarimas a reemplazar 108 ya han sido movidas, el tiempo necesario para almacenar las 18 tarimas restantes es:

(18 tarimas) / (26.8 ciclos sencillos/hr.) = 0.67

TOTAL DE TIEMPO REQUERIDO = 7.68 horas

Como se observa, se cuenta con tiempo suficiente para recibir y embarcar 1468 unidades por día, aunque es importante considerar que se está hablando de tiempos de operación teóricos.

#### C.4 REQUERIMIENTOS DE EQUIPO

En base a un sencillo modelo se puede determinar el equipo necesario para mover el producto terminado que llegará a bodega según los pronósticos de producción para los siguientes 10 años (1992-2001) y los promedios de los factores de operación obtenidos anteriormente.

$$M_j = \sum_{i=1}^n P_i T_{ij} / C_{ij}$$

DONDE:

- M<sub>j</sub> = Número de máquinas requeridas del tipo "j" por periodo de almacenaje.  
 P<sub>i</sub> = Número de tarimas diarias a bodega.  
 T<sub>ij</sub> = Tiempo de transporte del producto "i" en la máquina "j".  
 C<sub>ij</sub> = Tiempo disponible en el periodo de almacenamiento para mover el producto "i" en la máquina "j".  
 i = Tarimas con estufas y refrigeradores.

#### C.4.a) APLICACION DEL MODELO CUANDO "j" = SISTEMA ALMACENAR RECOLECTAR.

En la tabla número 10 se ve aplicado este modelo cuando "j" es el Sistema Almacenar-Recolectar, para cada uno de los diez años de este estudio.

TABLA No. 10 MODELO CUANDO j = SISTEMA ALMACENAR-RECOLECTAR

AÑOS	Pi	Tij (seg)	Cij (seg)	PiTij / Cij
1992	161.05	234	64,800	0.58
1993	178.62	234	64,800	0.64
1994	193.99	234	64,800	0.70
1995	208.64	234	64,800	0.75
1996	224.74	234	64,800	0.81
1997	230.60	234	64,800	0.83
1998	237.92	234	64,800	0.86
1999	237.92	234	64,800	0.86
2000	237.92	234	64,800	0.86
2001	237.92	234	64,800	0.86

T<sub>ij</sub> es el tiempo ajustado del ciclo dual (CTE)

C<sub>ij</sub> = 9 horas efectivas de trabajo x dos turnos x 3600 seg. = 64,800 seg

$$P_i = \frac{(Ex + Rx)}{2P}$$

DONDE:

- P<sub>i</sub> = Número de tarimas movidas por día.  
 Ex = Número de estufas por día en el año "X".  
 Rx = Número de refrigeradores producidos por día en el año "X".  
 P = Promedio de unidades por tarima.

Se puede apreciar que debido a que el cociente P<sub>i</sub>T<sub>ij</sub> / C<sub>ij</sub> es menor de uno para la vida del proyecto considerada de 10 años, la grúa será suficiente para mover el número de unidades diarias destinadas a bodega. Esto implica que no será necesaria una nueva inversión en grúa, pero sí se tendrá un módulo de repuesto en caso de descompostura o mantenimiento del original.

C.4.b) APLICACION DEL MODELO CUANDO j = MONTACARGAS

TABLA No 11 MODELO CUANDO j = MONTACARGAS

AÑOS	P <sub>i</sub>	T <sub>ij</sub> (seg)	C <sub>ij</sub> (seg)	P <sub>i</sub> T <sub>ij</sub> / C <sub>ij</sub>
1992	161.05	140	64,800	0.35
1993	178.62	140	64,800	0.39
1994	193.99	140	64,800	0.42
1995	208.64	140	64,800	0.45
1996	224.74	140	64,800	0.49
1997	230.60	140	64,800	0.50
1998	237.92	140	64,800	0.51
1999	237.92	140	64,800	0.51
2000	237.92	140	64,800	0.51
2001	237.92	140	64,800	0.51

T<sub>ij</sub> es el tiempo de ciclo ajustado del montacargas.

El montacargas será también suficiente para los 10 años del proyecto, sin embargo existen otras actividades que desempeña tales como recoger las tarimas vacías dejadas por el cliente. Esta tarea podrá realizar holgadamente debido a que su máximo uso es del 24%, según la tabla anterior.

#### C.5 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL

El personal necesario está relacionado en forma directa con el equipo usado.

Por ejemplo, la grúa, el montacargas y los trailers trabajarán dos turnos, por lo que se requiere de 2 operadores de montacargas y 6 choferes con sus respectivos 6 auxiliares.

Además, se requiere de tres personas que se encargarán de supervisar el embarque de la mercancía por parte de los clientes y ayudarán a éstos a localizar las salidas de los productos que ellos buscan.

#### D. MANEJO DE MATERIALES EN EL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ALTA DENSIDAD

Hay muchos métodos mecánicos distintos para mover materiales, y también muchos tipos diferentes de armazones para almacenarlos.

Es por esto que se realizó una ardua investigación para la mejor selección del equipo de almacenamiento. A continuación se da una lista del equipo que se emplea en el sistema de almacenamiento de alta densidad.

##### EQUIPO DE MANEJO

- 1a) Montacargas convencional de contrapeso.
- 1b) Transportadores de rodillos por gravedad.
- 1c) Grúa apiladora con módulo.

##### EQUIPO DE ALMACENAMIENTO

- 2a) Sistema de anaqueles o armazones de camillas.
- 2b) Tarimas.

##### EQUIPO DE TRAFICO

- 3a) Camiones de la compañía.
- 3b) Vehículos de los clientes.

## **D.1 EQUIPO DE MANEJO**

### **D.1.a) MONTACARGAS CONVENCIONAL DE CONTRAPESO**

Es posible que el camión elevador o montacargas sea la pieza de equipo más flexible que se use en el almacenamiento, debido a que su manejo es relativamente fácil y puede realizar gran número de operaciones.

Como ya se explicó anteriormente, las funciones del montacargas se resumirán en lo siguiente:

- Movimiento del producto desde los camiones comerciales hasta las estaciones de depósito.
- Recolección de tarimas vacías.
- Carga de las tarimas vacías a los trailers desde la línea de retorno de tarimas vacías en el área de recepción.

Por las características de estas actividades, se escogió el montacargas convencional, cuyo diseño aprovecha el principio de contrapeso, que consiste en igualar los pesos o fuerzas.

El punto de apoyo se encuentra localizado en las ruedas delanteras, y por ende el peso de traseras, junto con la cabina del operador debe ser mayor al de la carga.

La elección del montacargas para este tipo de operaciones se basó en los siguientes puntos:

- El montacargas convencional necesita un espacio libre para su movimiento, el cual tendrá en las zonas donde circulará.
- El peso y el tamaño de la carga amerita el uso de un equipo mecanizado y no solo de carretillas verticales operadas manualmente.
- Es suficientemente práctico y veloz para el transporte de tarimas cargadas.
- El volumen promedio destinado a bodega diario implica un movimiento constante y dinámico.

### **D.1.b) TRANSPORTADORES DE RODILLOS POR GRAVEDAD**

Los transportadores en general son convenientes para artículos de gran volumen con un flujo relativamente constante, y pueden tener amplias aplicaciones en las operaciones de carga y descarga como es el caso del presente sistema.

Estos están destinados a las siguientes funciones:

- Transporte de la carga desde las estaciones de depósito de los camiones hasta las estaciones de recolección de la grúa ( 5 líneas ).
- Transporte de los artículos desde el interior del almacén a las estaciones de servicio.
- Vía de retorno de las tarimas vacías.

De acuerdo al diseño del almacén, se necesita contar con 107 transportadores para dar un buen servicio al cliente, por lo que resultó más económico pensar en el principio de gravedad, dotando a los transportadores de rodillos, y por medio de una inclinación se lograría este efecto. Otra de las razones de sus usos fue el manejo de superficies planas, por lo que este tipo de transporte es muy adecuado.

#### D.1.c) GRUA APILADORA CON MODULO

En términos generales, el montacargas proporciona una gran flexibilidad de manejo desde la superficie del piso.

Los transportadores suministran una ruta fija de transportación, y la grúa permite una gran flexibilidad de manejo desde arriba.

Se observan las actividades básicas de la grúa a través del ciclo dual del módulo; almacenar y recolectar.

Dentro de la recolección cabe tomar las tarimas desde el área de carga y/o recogerlas desde cualquier fila de anaqueles. Al almacenar, se depositan las tarimas en una fila de anaqueles específica y/o en cualquier estación de servicio o descarga.

Un análisis arrojó las siguientes ventajas y desventajas para el uso de un sistema de ALMACENAR-RECOLECTAR de acuerdo a las necesidades de la empresa:

- Puede funcionar completamente independiente del piso del almacén.
- No se requieren pasillos para maniobras del equipo, como el caso del montacargas.
- Pueden manejar cargas a mayores alturas, con más seguridad y mayor eficiencia en una zona limitada.
- Permite una mejor utilización del espacio de almacenamiento vertical.
- Al estar la cabina de control cerca de la carga, el operador puede evitar tiempo perdido en colocar tarimas lentamente muy arriba de donde se encontraba de pie en el piso.
- Se reduce el factor riesgo porque el operador se mueve con la carga en lugar de dirigirla desde abajo.
- Se puede realizar almacenamiento de profundidad.

La grúa circulará entre 2 rieles colocados en el piso y techo guiándola con un circuito eléctrico instalado en el piso.



## D.2 EQUIPO DE ALMACENAMIENTO

### D.2.a) SISTEMA DE ANAQUELES

Aunque ordinariamente no se reconoce así, a menudo el equipo de almacenamiento es tan importante para el costo total y para el éxito de las operaciones de almacenamiento, como el equipo de manejo.

Usualmente los sistemas de contabilidad permiten la recolección y la distribución de datos de costos de mano de obra, suministros y de funcionamiento de equipo, pero no incluirán el costo de espacio; cuando menos el espacio vale la cantidad que se obtendría alquilándolo, y anualmente esa cantidad se aproxima a un 10% de su costo.

Existen 3 razones fundamentales por las que se decidió comprar el sistema de anaqueles:

- Mejor utilización del espacio.
- Mejoramiento de la eficiencia de manejo.
- Evitar daños a la mercancía.

El diseño de anaqueles deriva de su objetivo principal; recibir materiales cargados en tarimas. Este sistema se compone de columnas verticales, brazos para soportar la carga y tirantes horizontales y diagonales. Su constitución permite la posibilidad de tener varios niveles.

La longitud de los brazos se basa en lo siguiente:

- El ancho y largo de la tarima.
- Espacio sobrante frente tarimas para fines de maniobra.
- Peso combinado de las cargas de tarimas.

El diseño y el material estructural que se usa en su fabricación, así como las dimensiones de las columnas verticales, se relaciona directamente con el peso que sostengan las filas, y permita un ensamble rápido.

Para el caso del primer nivel, se utilizarán armazones de flujo continuo cuyo objetivo principal consiste en proporcionar un método rápido para surtir pedidos. Estos incluyen un dispositivo (transportadores de rodillos por gravedad) para que una segunda tarima quede en posición de salida cuando se remueve aquel que quede enfrente.

## D.2.b) DISEÑO DE LAS TARIMAS

Las tarimas son usadas normalmente en artículos empaquetados.

Para el sistema de almacenamiento de alta densidad se optó por la normalización de los tamaños de las tarimas por las siguientes razones:

- Mayor eficiencia en el almacenamiento.
- Los tamaños distintos limitan la utilización del equipo de manejo.
- Se pueden normalizar el tamaño del sistema de racks.
- Establecer procedimientos normales de manejo en el almacenamiento.
- Evitar errores en las operaciones de recepción y embarque.
- Facilidad de efectuar inventarios físicos debido a que cada tarima lleva el mismo número de unidades de cada producto.
- Eficiencia en el empleo de patrones normales de tarimas.

Un patrón normal de tarimas significa una forma prescrita para disponer de refrigeradores y estufas de tamaño específico en una tarima. En esta se depositarán los materiales hasta la altura máxima que asegure la estabilidad.

Las dimensiones de la tarima que se ha considerado ideal para normalizar el patrón de acomodamiento de estufas y refrigeradores son: 2.36 m de largo por 1.32 m de ancho. En este diseño se han tratado de combinar factores de resistencia, durabilidad, peso, precio y el menor peralte posible.

Se desea que el peralte sea pequeño para aumentar la capacidad en las cajas de los traileres en los que se transporten las tarimas.

Los cuatro lados de la tarima están protegidos y cuando éstos sean levantados por un montacargas, las uñas de este tendrán que entrar cuidadosamente.

### D.3 EQUIPO DE TRAFICO

Por tráfico se entienda el conjunto de actividades de los transportistas que se encargan del manejo del producto que llega y sale del almacén.

#### D.3.a) CAMIONES DE LA COMPAÑIA

La compañía cuenta con sus propios camiones para el surtimiento al almacén desde la fábrica, basándose esta decisión en dos razones principales:

- Un mejor servicio.
- Ahorro en costos.

Estos camiones transportarán las 1,468 unidades diarias (promedio) desde la fábrica al almacén. Las unidades restantes del total de la producción se venderán directamente en la fábrica a los clientes a través de sus propios vehículos.

El diseño de las cajas de los trailers está normalizado y tiene entradas con guías a diferentes alturas, sobre las que va a descansar la tarima, con el objeto de estibar productos de diferentes tamaños. Las tarimas se introducen entre las guías evitando su movimiento en el trayecto.

#### D.3.b) TRANSPORTE DE LOS CLIENTES

Una de las particularidades de este sistema es el autoservicio, es decir, que mientras la compañía se encarga de surtir el almacén, el cliente debe recoger sus pedidos directamente de éste. Gracias a esta ventaja la compañía se ahorrará grandes cantidades de dinero en el equipo necesario para transportar los muebles a las tiendas o casas de los clientes.

El embarque de los artículos se hará por el cliente en forma manual, sin embargo las experiencias en la fábrica dice que la mayoría de los vehículos que llegan a surtir sus pedidos son camionetas o fletes con cargadores experimentados, además de que la tarea se facilita con el hecho de que el nivel de la caja de la camioneta queda al misma altura que el de las estaciones de servicio. Dado que el peso promedio de una unidad es de 65 Kgs. se piensa que el acarreo no significará mayor problema. De esta manera, el cliente, tendrá acceso a la mercancía la cual deberá cargar con su propio personal, logrando así la empresa un fuerte ahorro en mano de obra.

CAPITULO No 3

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO CON MONTACARGAS

(S.A.M)

Para el análisis de esta alternativa se consideraron los mismos datos que se usaron para definir el sistema de almacenamiento de alta densidad en cuanto a:

- Características de los artículos que se manejarán en el almacén.
- Demandas por artículo.
- Pronósticos de producción por artículo.
- Cantidad de unidades que se piensan mandar al almacén teniendo este una capacidad aproximada de 30,000 aparatos.

#### A.- DEFINICION DEL SISTEMA

Se considera en este estudio al almacén con montacargas como aquel que no requiere de equipos sofisticados para realizar la operación de almacenamiento, sino que básicamente se usan equipos comunes. El almacenamiento se realiza a base de estibas convencionales, es decir, colocando los aparatos uno sobre otro.

#### B.- DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema de almacenamiento con montacargas (SAM) fue diseñado tomando en cuenta diversas alternativas, entre las cuales se seleccionó la descrita, en la que se buscó un balance entre el uso del equipo mecanizado sencillo y el uso de mano de obra. Existen otros tipos diferentes de almacén, y sería imposible evaluarlos a todos, pero se considera que el sistema aquí propuesto da una idea clara de la diferencia entre un almacén que requiera de equipo altamente sofisticado contra otro en que se usan máquinas para manejo de materiales más comunes.

#### B.1 DISEÑO DEL ALMACEN

Para el almacén propuesto no se requiere de ningún tipo de construcción especial. Se propone una nave industrial con techo de arco de flecha que se encuentre a una altura de 5.5 metros en su parte más alta. Las dimensiones requeridas en el almacén son las siguientes: 152 mts. de longitud por 80 mts. de ancho.

Esto incluye las 4 zonas de que está compuesta la bodega :

- Area de andenes.
- Area de preparación de producto antes de almacén.
- Area de almacenamiento.
- Area de preparación de pedidos.

**B.1.a) AREA DE ANDENES**

En esta zona se estacionarán los vehículos que vienen de la fábrica con las estufas y refrigeradores que se almacenarán. Aquí también llegarán los camiones que van a recoger sus pedidos al almacén.

Los andenes tienen una diferencia de alturas de tal manera que permitan que el piso de la bodega quede al mismo nivel que el piso del vehículo; esto es con el fin de facilitar la carga y descarga del producto reduciendo esfuerzos.

Dado que se tienen 80 metros de ancho y un trailer requiere de 4.5 mts. de espacio para poder estacionarse con facilidad, se puede disponer de 8 andenes para recepción. Los andenes de embarque requieren de 4 metros de ancho, por lo que habrá 10 andenes para este fin.

**B.1.b) AREA DE PREPARACION DE PRODUCTO ANTES DE ALMACEN**

Aquí se colocará el producto que se está descargando de los trailers para organizarlo, checarlo, registrarlo y colocarlo en las tarimas para después enviarlo al área de almacenamiento.

Las tarimas que se requieren para almacenar los productos se depositarán en esta zona cuando no se estén utilizando. Para este efecto se requieren de 200 metros cuadrados aproximadamente.

**B.1.c) AREA DE ALMACENAMIENTO**

En esta zona es donde se almacenará la mercancía. Está formada por 5 bloques principales que se encuentran divididos por pasillos de 6 metros de ancho para que puedan circular los montacargas. (Ver dibujo).

La distribución de los aparatos dentro del almacén se calculó de acuerdo a la producción y movimiento de cada uno de los modelos.

**B.1.d) AREA DE PREPARACION DE PEDIDOS**

Para poder surtir los pedidos con rapidez se requiere de una zona en la que se acomoden los aparatos que se va a llevar cada vehículo de tal manera que en cuanto llegue la camioneta pueda cargar su mercancía inmediatamente. En esta área también se almacenarán los copetes de las estufas, y para su almacenamiento se requiere de una superficie de 250 metros cuadrados.

## C.- DESCRIPCION DE OPERACIONES

### C.1 SUPOSICIONES GENERALES

Para hacer una correcta descripción de operaciones se considera necesario hacer las siguientes observaciones:

- En el almacén sólo se trabajará un turno, en el cual se recibirá y embarcará toda la mercancía que se requiera.
- El número de unidades diarias a almacén es de 1,468 (la mitad de la producción promedio de los diez años) en 36 diferentes modelos.
- De los 36 modelos 9 son de alto movimiento, representando el 63.5% del volumen total, mientras que 27 son de bajo movimiento con el 36.5% restante.
- Tomando en cuenta el número de unidades que se pueden depositar en cada tarima, así como los porcentajes de producción de los diferentes modelos que se fabrican, se obtiene un promedio ponderado de 2.69 unidades por tarima en la tabla número 12.

TABLA No 12 PROMEDIO DE UNIDADES POR TARIMA

ESTUFAS	PRODUCCION	NUMERO DE UNIDADES POR TARIMA
20 pulgadas	30.4%	4
30 pulgadas	15.2%	2
40 pulgadas	05.1%	2

#### REFRIGERADORES

4.5 pies cúbicos	03.4%	4
5.5 pies cúbicos	00.8%	4
7.0 pies cúbicos	03.5%	2
8.0 pies cúbicos	05.4%	2
9.0 pies cúbicos	17.9%	2
10 pies cúbicos	09.0%	2
11 pies cúbicos	02.5%	2
13 pies cúbicos	05.1%	2
20 pies cúbicos	01.7%	1

PROMEDIO PONDERADO DE UNIDADES POR TARIMA = 2.69

## C.2 OPERACIONES DE RECEPCION

Se recibirán en promedio 1,468 unidades en el almacén las cuales se transportarán en 14 cajas aproximadamente, ya que cada trailer tiene una capacidad promedio de 104 unidades. Si el tiempo de descarga por aparato es de 74 segundos y se requiere de 20 minutos para maniobras de entrada de vehículo así como su registro, el tiempo total de descarga por trailer será:

$$\frac{(104 \text{ unidades/caja}) \cdot 74 \text{ segundos} + 20 \text{ minutos}}{60} = 148.27 \text{ minutos}$$

Esto implica 2 trailers/hora es decir 1 cada 30 minutos.

148.27 min/30 min = 5 trailers en forma simultánea. Por lo tanto, se requiere de 5 andenes de 4.5 mts. de ancho cada uno con una profundidad de 20 mts. También se requiere de un área de preparación de producto la cual servirá para organizar la distribución de la mercancía que se está descargando.

En esta zona se colocarán los aparatos sobre las tarimas para que el montacargas las lleve al almacén. Aquí mismo se realiza el registro de la mercancía que transporta cada vehículo para conocer cuantas unidades están entrando al almacén y cuantos aparatos hay en existencia.

## C.3 OPERACIONES DE ALMACENAMIENTO

Ya que se han registrado los productos y han sido colocados sobre las tarimas, los montacargas distribuirán la mercancía de acuerdo a las áreas designadas para cada modelo.

Al llegar un montacargas al lugar que le corresponde a la mercancía que está transportando la depositará siguiendo un orden establecido y de acuerdo a si los aparatos se almacenarán en 4, 3 ó 2 estibas.

Cuando se vaya a preparar un pedido de mercancía se notificará a los operadores de los montacargas, los cuales llevarán las cantidades de los modelos requeridos al área de preparación de pedidos.

Los copetes que se colocan en la parte superior de las estibas no llegan al almacén armados para ahorrar espacio y evitar el deterioro de los productos.

Su almacenamiento se realiza en el área de preparación de pedidos de acuerdo al tamaño y el color de tal manera que se puedan diferenciar fácilmente y embarcar.



### C.3.a) TIEMPOS DE OPERACION

En base a las especificaciones de los montacargas, a través de un estudio de tiempos y movimientos se obtuvieron sus tiempos de ciclo.

Los tiempos son medidos sobre movimientos del montacargas en distancias promedio.

Se señalan movimientos estandard del vehículo.

Ciclo sencillo de montacargas para almacenamiento de tarimas con mercancía o para transporte de tarimas al área de preparación de pedidos:

FUNCION	TIEMPO (SEG)	DESCRIPCION
a) Recolectar tarima	13	Tomar tarima con mercancía.
b) Viaja montacargas	81	Movimiento hacia almacén (56 mts prom)
c) Depositar tarima	10	Colocar tarima en el lugar que le corresponde.
d) Viaja montacargas	81	Movimiento hacia el área de recepción (56 mts. promedio).

TIEMPO PROMEDIO	=	185 segundos.
TIEMPO AJUSTADO	=	185(1.05)= 194 segundos.
3600 seg/194 seg	=	18.6 CICLOS SENCILLOS POR HORA.

### C.4) SUPOSICIONES DE EMBARQUE

Ya que los aparatos han sido transportados al área de preparación de pedidos, los productos se bajarán de las tarimas y se clasificarán de acuerdo a los pedidos.

De acuerdo a los pedidos se sabrá cuantas unidades salen del almacén y el operador de cada vehículo sabrá que mercancía es la que debe transportar.

La salida del producto es diferente a la entrada ya que el número de unidades que llevará cada vehículo es variable dependiendo de los pedidos que hagan los clientes, se considera que el tiempo de carga por unidad es de 90 segundos y el tiempo de maniobras, registro y papeleo por vehículo es de 12 minutos. El 50% de las unidades se cargan en vehículos que llevan un promedio de 10 artículos, lo que representa 74 camionetas en promedio:

$$\frac{(10 \text{ unidades / camioneta}) 90 \text{ seg.} + 12 \text{ minutos}}{60} = 27 \text{ minutos}$$

9 camionetas/hora implica una cada 6.67 minutos

27 minutos / 6.67 minutos = 4 camionetas en forma simultánea.

El 40% del total de la mercancía embarcada se carga en vehículos que llevan 72 unidades en promedio, por lo que se requiere aproximadamente de 8 camiones de este tipo:

$$((72 \text{ unidades / camión}) 90 \text{ seg.} / 60) + 12 \text{ minutos} = 120 \text{ minutos.}$$

1 camión/hora implica uno cada 60 minutos

120 minutos / 60 minutos = 2 camiones en forma simultánea.

El 10% restante del total de unidades embarcadas se transporta en 74 vehículos que llevan 2 unidades cada uno en promedio:

$$((2 \text{ unidades / camioneta}) 90 \text{ seg.} / 60) + 12 \text{ minutos} = 15 \text{ minutos.}$$

9 camionetas/hora implica una cada 6.67 minutos.

15 minutos / 6.67 minutos = 3 camionetas en forma simultánea.

Sumando los vehículos estarán en forma simultánea en el almacén se obtiene un requerimiento de 9 andenes de 4 metros de ancho.

#### C:5 REQUERIMIENTOS DE EQUIPO

Con el modelo que se presenta a continuación se puede determinar el equipo necesario para almacenar los productos que se enviarán a bodega los próximos 10 años:

$$M_j = \frac{P_i T_{ij}}{C_{ij}}$$

$$i=1$$

donde:

$M_j$  = número de montacargas requeridos del tipo  $j$  por período de almacenamiento.

$P_i$  = número de tarimas que se manejan en el almacén.

$T_{ij}$  = tiempo de transporte del producto "i" en la máquina "j".

$C_{ij}$  = tiempo disponible en el período de almacenamiento para mover el producto "i" en la máquina "j".

AÑOS	Pi	Tij (seg)	Cij (seg)	Pi/Tij/Cij	MONTACARGAS
1992	817.8	194	32,400	4.89	5
1993	907.1	194	32,400	5.43	6
1994	985.1	194	32,400	5.90	7
1995	1,059.5	194	32,400	6.34	7
1996	1,141.3	194	32,400	6.83	7
1997	1,171.0	194	32,400	7.01	8
1998	1,208.2	194	32,400	7.23	8
1999	1,208.2	194	32,400	7.23	8
2000	1,208.2	194	32,400	7.23	8
2001	1,208.2	194	32,400	7.23	8

Se puede observar que conforme se va incrementando el número de tarimas manejadas en el almacén es necesario aumentar el número de montacargas que trabajarán en la bodega.

#### C.6 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL

##### C.6.a) AREA DE PREPARACION DE PRODUCTO ANTES DE ALMACEN

En lo referente a la descarga de la mercancía que se transporta en traileres, se tienen los siguientes tiempos:

Tmpto de descarga X unid excepto refrigerador de 20 pies cúb. = 1.228 min

TMPO AJUSTADO = 1.228 min. + 15% = 1,412 min.

TMPO DE DESCARGA X REFRIGERADOR DE 20 PIES CUB. = 1.842 min.

TMPO AJUSTADO = 1,842 min. + 15% = 2.118 min.

TMPO TOTAL REQUERIDO = 1,443 UNIDADES.

1,443 (1.412 min) + 25 refrigeradores (2.118 min) = 2,090.466 min.

PERSONAS REQUERIDAS =  $\frac{2,090.466 \text{ min}}{540 \text{ min/turno}}$  = 3.87 = 4 personas.

Los productos que han sido descargados se colocan en las tarimas más para que el montacargas pueda transportarlos al almacén.

TMPO PARA POSICIONAR TARIMA = 1.687 min.

TMPO AJUSTADO = 1.687 min + 15% = 1.94 min.

TMPO TOTAL = 409 tarimas (1.94) = 793.46 min.

TMPO PARA COLOCAR UNA UNIDAD SOBRE LA TARIMA EXCEPTO DEL REFRIGERADOR DE 20 PIES CUBICOS = 0.685 min.

TMPO AJUSTADO = 0.685 min + 15% = 0.788 min.

TMPO PARA COLOCAR REFRIGERADOR DE 20 PIES CUBICOS SOBRE TARIMA = 0.891 min.

TMPO AJUSTADO = 0.891 min + 15% = 1.025 min.

TMPO TOTAL=1,443unidades(0.788min)+25refrigeradores(1.025min)  
= 1,162.709 min.

PERSONAS REQUERIDAS= $\frac{793.46\text{min}+1,162,709 \text{ min}}{540 \text{ min / turno}}$ =4personas.

C.6.b) AREA DE ALMACEN

El personal requerido en esta área se irá incrementando cada año debido al aumento en el número de tarimas que se manejarán en el almacén.

En esta zona únicamente se emplearán operadores de montacargas, por lo que cuando se necesite adquirir otro montacargas se deberá contratar otra persona. El primer año de funcionamiento del almacén se requerirá de 5 hombres ya que se usarán 5 montacargas.

C.6.c) AREA DE PREPARACION DE PEDIDOS

Ya que los productos han sido transportados a esta zona de acuerdo a los pedidos de los clientes, estos se encargarán de la carga de la mercancía en sus vehículos.

Unicamente se requerirá personal propio de la empresa para acomodar las tarimas que van dejando vacías los clientes.

TMPO PARA ACOMODAR TARIMA = 1.853 min.

TMPO AJUSTADO = 1.853 min + 15% = 2.131 min.

TMPO TOTAL REQUERIDO = 2.131 min. (409 tarimas) = 871.579 min.

PERSONAS REQUERIDAS =  $\frac{871.579 \text{ min}}{540 \text{ min}}$  = 1.61 = 2 personas.

Resumiendo, se tendrán los siguientes requerimientos de personal durante los primeros diez años de funcionamiento del almacén en la Tabla No. 13:

**TABLA No 13 REQUERIMIENTOS DE PERSONAL PARA EL SAM**

<b>AÑO</b>	<b>PERSONAL REQUERIDO</b>
1992	15
1993	16
1994	16
1995	17
1996	17
1997	18
1998	18
1999	18
2000	18
2001	18

**D. MANEJO DE MATERIALES**

En el sistema de almacenamiento con montacargas, existen 3 tipos de equipos usados para el movimiento de materiales:

- D.1) Equipo de manejo
- D.1.a) Montacargas convencional de contrapeso.
- D.2) Equipo de almacenamiento.
- D.2.a) Tarimas.
- D.3) Equipo de tráfico.
- D.3.a) Traileres de la compañía.
- D.3.b) Vehículos de los clientes.

**D.1 EQUIPO DE MANEJO**

**D.1.a) MONTACARGAS CONVENCIONAL DE CONTRAPESO**

Este es equipo muy usual dentro del concepto de almacenamiento o en ciertas instalaciones que requieren mover grandes volúmenes o artículos pesados que quedan fuera del alcance del esfuerzo humano o que puedan llegar a significar algún peligro en su manejo.

Las funciones de los montacargas dentro del almacén serán:

- Movimiento del producto desde el área de preparación de producto antes de almacén hasta el propio almacén.
- Movimiento de producto del almacén hasta el área de preparación de pedidos.

Debido al volumen de las estufas y refrigeradores se optó por su manejo mecanizado, evitando con ello retraso por fatigas de estibadores, daños humanos y materiales, y tener que contar con demasiadas personas para su movimiento manual.

Como ya se mencionó, las unidades serán colocadas en tarimas para que éstas a su vez sean recogidas por las uñas del montacargas.

## D.2 EQUIPO DE ALMACENAMIENTO

### D.2.a) TARIMAS

Se decidió usar tarimas para el manejo de los artículos debido a que el montacargas podrá mover varias unidades al mismo tiempo al transportar una tarima.

Para lograr un mejor control, se prefirió usar un solo tipo de tarima para el almacenamiento. Las dimensiones de la tarima que se usará en el almacén son 1.2 mts. por 1.4 mts.

## D.3 EQUIPO DE TRAFICO

### D.3.a) TRANSPORTES DE LA COMPAÑIA

Debido a que el transporte de la mercancía se va a realizar sin usar tarimas o algún tipo de contenedor, no se necesita ningún diseño especial de las cajas de los trailers de la compañía que llevarán los productos de la fábrica al almacén. Para este efecto, se usarán cajas convencionales de 12.2 mts. de longitud por 2.4 mts. de ancho por 2.8 mts. de altura.

### D.3.b) VEHICULOS DE LOS CLIENTES

Estos vehículos serán de diversos tipos dependiendo de los transportes que posea el cliente. Habrá camiones que tendrán mayor capacidad que otros.

La carga de estos camiones la realizará el personal de los clientes; el personal de la empresa únicamente deberá colocar la mercancía en el área de preparación de pedidos.

**CAPITULO No. 4**

**EVALUACION ECONOMICA DE OBRAS ALTERNATIVAS**

## A.- NORMAS GENERALES PARA LA EVALUACION DE LAS ALTERNATIVAS

Para la realización de este estudio se manejaron dos tasas de interés efectivas para lograr una mejor comparación económica de las dos alternativas propuestas.

Las tasas de interés seleccionadas son las siguientes:

**35%** : esta tasa se considera un promedio de rentabilidad en el actual sistema bancario, por lo que sirve de norma para el desarrollo del análisis económico.

**42%** : este es el rendimiento esperado por la empresa.

Es importante mencionar el hecho de que estas alternativas son mutuamente excluyentes, por lo que es necesario elegir sólo una de éstas.

### A.1 PROCEDIMIENTO DE EVALUACION

Como muchos de los flujos de efectivo que a continuación se detallan tienen incrementos anuales debido a la inflación, desgaste, etc., se encontró una tasa de interés la cual se conoce como neta o relativa y relaciona dichos incrementos con la tasa de interés efectiva. De esta manera, se logran simplificar los cálculos ya que sólo se utiliza una tasa de interés en vez de dos.

Por medio de la ecuación de valor presente de una secuencia de anualidades (sin incrementos), se dedujo la fórmula para obtener la tasa de interés neta. Se debe considerar que como los pagos se hacen por adelantado (al principio de cada período),  $n-1$  es el número de periodos en que tienen efecto estos flujos.

La fórmula de valor presente es:

$$P = A + \frac{(1+a)^2}{(1+e)^2} + A \frac{(1+a)^2}{(1+e)^2} + \dots + A \frac{(1+a)^n}{(1+e)^n}$$

DONDE:

- P = valor presente
- A = flujo de efectivo
- a = incrementos de flujos
- e = tasa de interés efectiva
- n = número de períodos -1

Si i = tasa de interés neta o relativa:



$$r = \frac{1+a}{1+e}$$

$$P = A (r+r^2+r^3+\dots+r^n) + A$$

$$P = Ar (1+r+r^2+\dots+r^{n-1}) + A$$

$$P = \frac{Ar(1-r)}{(1-r)} (1+r+r^2+\dots+r^{n-1}) + A$$

$$P = \frac{Ar(1-r^n)}{(1-r)} + A$$

Si  $i = \frac{1}{r} - 1$

$$r = \frac{1}{1+i}$$

$$P = \frac{A \frac{1}{1+i} (1 - \frac{1}{(1+i)^n})}{1 - \frac{1}{1+i}} + A$$

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + A$$

Para obtener la tasa de interés neta, se procede de la siguiente manera:

$$i = \frac{1}{r} - 1$$

$$i = \frac{1}{\frac{1+a}{1+e}} - 1$$

$$i = \frac{1+e}{1+a} - 1$$

$$\text{TASA DE INTERES NETA} = \frac{1 + \text{Tasa de interés efectiva}}{1 + \text{incremento de las anualidades}} - 1$$

**B. ASPECTOS COMUNES A AMBAS ALTERNATIVAS**

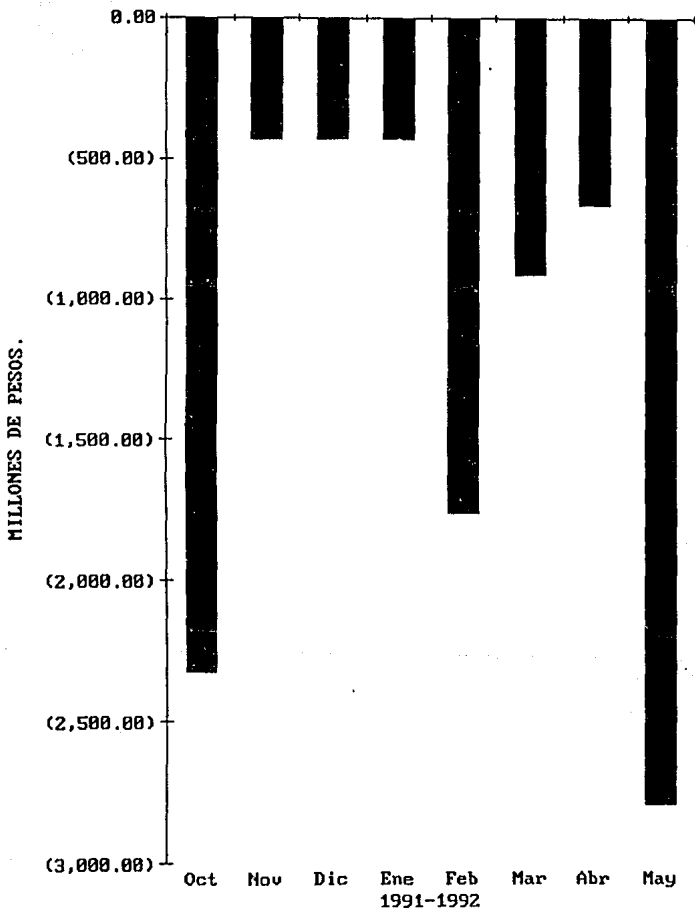
- a) Los dos sistemas se evaluarán a diez años ( 1o de enero de 1992 a 1o de enero de 2002).
- b) Los flujos de efectivo serán pasados a valor presente del 1o de enero de 1992 para simplificar los cálculos.
- c) Los sistemas empezarán a operar el 1o de junio de 1992.
- d) La construcción de cualquiera de los dos almacenes se paga dando un anticipo inicial del 25% del costo total y el resto, en amortizaciones mientras dure la obra.
- e) Los costos de la maquinaria incluyen los costos de instalación de la misma. Esta se paga con un anticipo del 50% y el resto, contra entrega de documentos.
- f) Las instalaciones, equipo y accesorios que son afines a ambos métodos como son: edificio de oficinas, caseta de vigilancia y computadoras, no se consideran en la evaluación económica debido a que representan el mismo costo para los dos sistemas.
- g) El personal de vigilancia y oficinas es el mismo para ambos casos, por lo que se procede de igual manera que en el punto anterior.
- h) Los incrementos anuales que sufren los costos de operación, mantenimiento, sueldos, etc., se efectuarán en el mes de enero.
- i) Los flujos de efectivo se harán por anticipado, al principio de cada mes para después pasarlos a valor presente del 1o de enero de cada año.
- j) Los incrementos de los sueldos serán del 29% anual.

**SAAD****C. EVALUACION ECONOMICA DEL SAAD****C.1 COSTO DE LA INVERSION**

DESCRIPCION	COSTO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
2 Terreno (5250 m <sup>2</sup> )	250,000.00	1,312,500,000.00
Construcción e instalaciones:		
- Obra civil		708,915,966.00
- Estructura metálica		3,341,300,610.00
Equipo de manejo:		
- 1 grúa con 2 módulos		2,547,082,800.00
- Impuestos de importación (10%)		254,708,280.00
- Fletes de E:U:A a México		60,500,000.00
- Montacargas		108,732,800.00
Equipo de Almacenamiento:		
- 5073 tarimas	135,000.00	689,928,000.00
Equipo de tráfico:		
3 tractores	156,000,000.00	468,000,000.00
- 4 cajas	69,300,000.00	277,800,000.00

A continuación se observa la forma de pago de este concepto, obteniendo la gráfica No. 1 en donde aparecen los flujos de efectivos donde el periodo "0" corresponde al primero de enero de 1992.

GRAFICA No. 1 FLUJOS DE EFECTIVO  
INV. Maq-Eq-Const-Inst. DEL SAAD.



**SAAD****C.2 PERSONAL Y SUELDOS.**

<u>PERSONAL REQUERIDO</u>	<u>UNITARIO POR DIA(\$)</u>	<u>UNITARIO SUELDO + PRESTACIONES POR MES (\$)</u>	<u>TOTAL MENSUAL \$</u>
2 operadores de grúa	60,000 + 25,800	2,574,000	5,148,000
2 oper. de montacargas	38,800 + 16,684	1,664,520	3,329,040
3 supervisores de movimiento de produc.	28,000 + 12,040	1,201,200	3,603,600
6 choferes	40,400 + 17,372	1,733,160	10,398,960
6 auxiliares chofer	28,000 + 12,040	1,201,200	7,207,200
1 técnico en mantenim.	80,000 + 34,400	3,432,000	<u>3,432,000</u>
<b>TOTAL PERSONAL SUELDOS</b>			<b>33,118,800</b>

Estos sueldos serán incrementados en un 29% anual. En la gráfica No. 2 aparecen los flujos de efectivo de este concepto en periodos mensuales del 1o de junio de 1992 al 1o de diciembre de 1993. De un año a otro aparece el incremento mencionado.

**C.3 COSTOS DE OPERACION**

Los costos de operación están determinados directamente por dos conceptos: la energía eléctrica consumida por las máquinas y el combustible que gastan los trailers de la compañía.

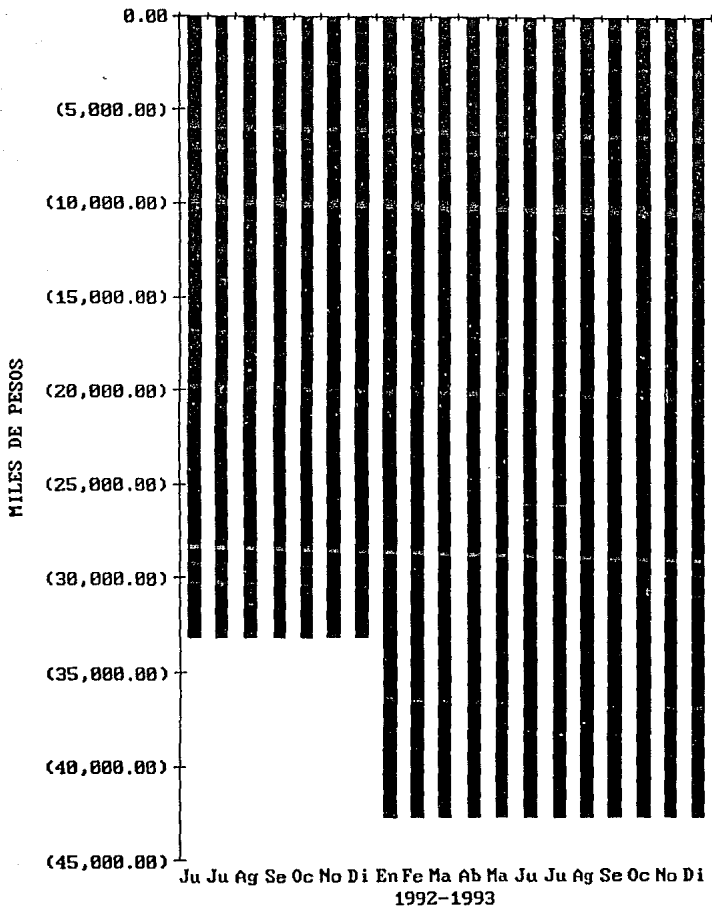
La grúa consta de tres motores ( 2 de 15 Hp. y 1 de 3/4 de Hp.) lo que representa una energía consumida de 22.9 Kilowatts/hora. Si se trabajan dos turnos diarios, la energía mensual consumida será de 7,340.6 KWH al mes.

En el caso del montacargas, éste cuenta con una batería recargable que consume 16.8 KWH.

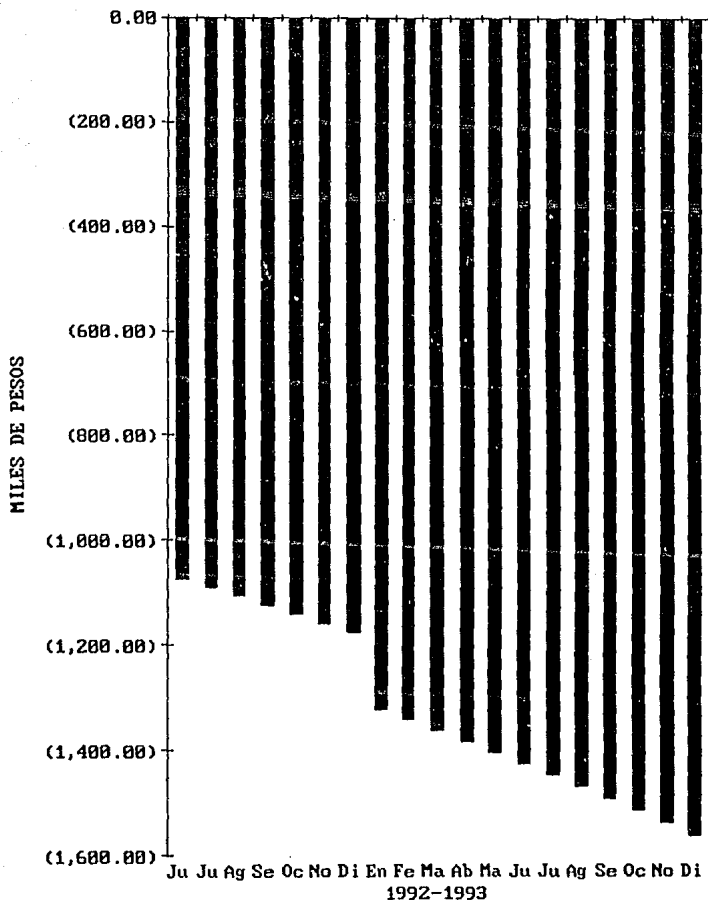
El costo del KWH tendrá incrementos mensuales de 1.531%.

En la valuación económica de la energía eléctrica se ven los costos de los KWH consumidas por mes observándose en la gráfica No. 3 un incremento mensual de 1.531% y otro anual dependiendo de la demanda de cada año.

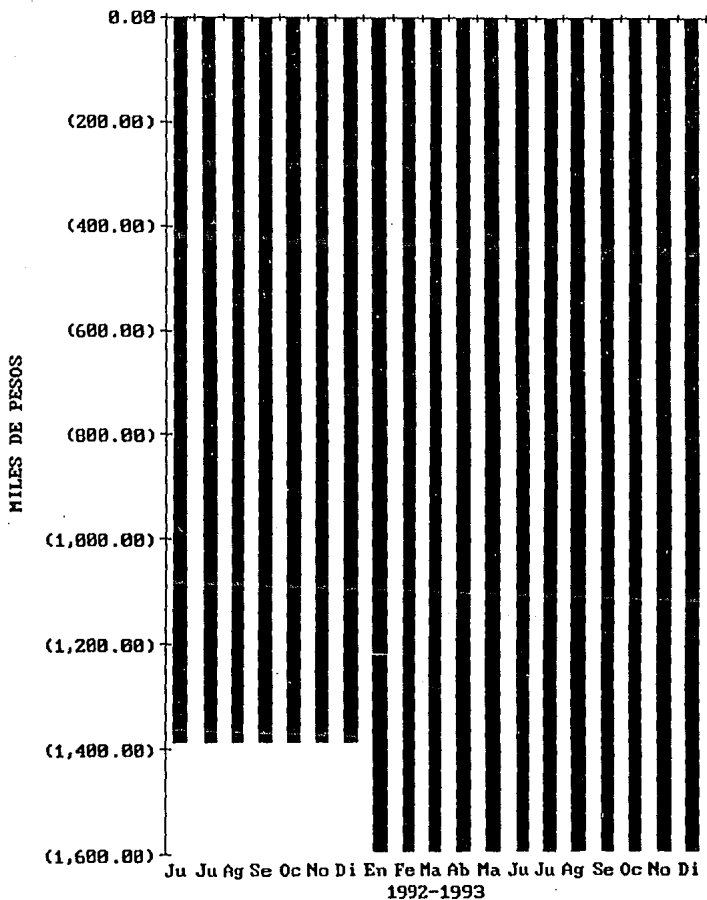
GRAFICA No. 2  
 FLUJO DE EFECTIVO DE SUELDOS del SAAD.



GRAFICA No. 3 FLUJOS DE EFECTIVO  
ENERGIA ELECTRICA del SAAD.

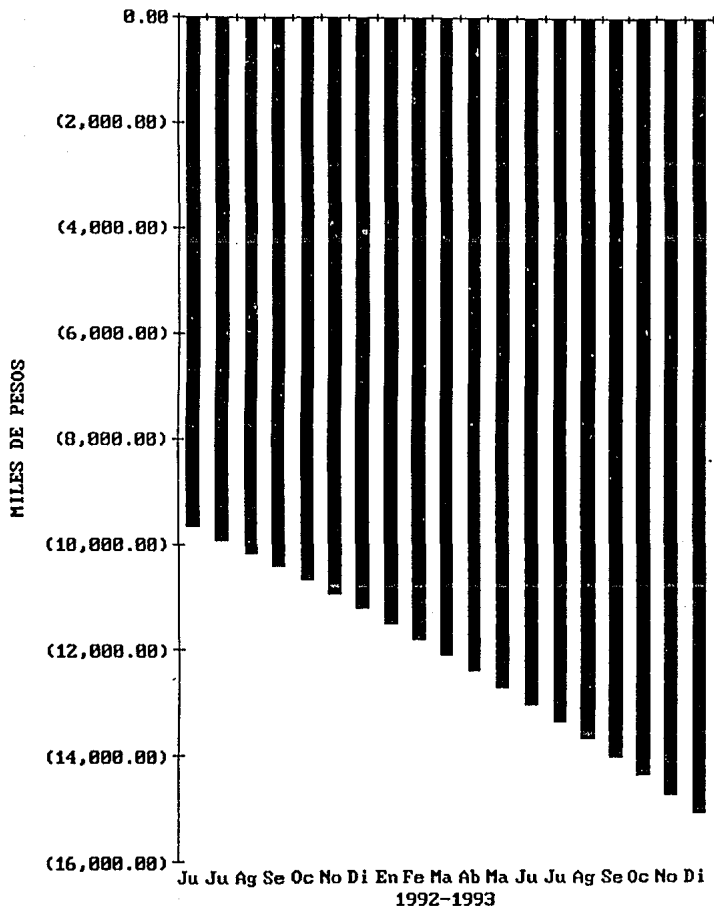


GRAFICA No. 4 FLUJOS DE EFECTIVO  
 COMBUSTIBLE del SAAD





GRAFICA No. 5 FLUJOS DE EFECTIVO  
MANTENIMIENTO del SAAD.



En cuanto al combustible, cada trailer recorre un promedio de 143 Km. al día, o sea, que el recorrido total por los 3 vehículos es de 429 Km.

En la gráfica No. 4 aparecen los flujos de efectivo uniformes en cada año de este concepto, existiendo un incremento del 25% de un año a otro.

#### C.4 COSTO DE MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento del equipo e instalaciones se calcularán en base a la siguiente tabla:

<u>CONCEPTO</u>	<u>COSTO DE MANTENIMIENTO</u>
Equipo de manejo	0.1% del costo de la inversión
Estructura metálica y obra civil	0.075% del costo total.
Traileres	0.4% del valor de ellos.
Tarimas	0.1% de su valor.

Estos pagos se harán en forma mensual teniéndose en ese lapso incrementos del 2.5% debido a la inflación, y a que en el tiempo, las instalaciones, equipo y maquinaria se ven deteriorados requiriendo de un mayor mantenimiento. El costo de la inversión está considerado a valor presente.

Los flujos de efectivo de los costos de mantenimiento aparecen en la Gráfica No. 5 con un incremento uniforme del 2.5% mensual.

#### C.5 CALCULO DE LOS FLUJOS (35%) - (42%)

Se empezará este análisis con la tasas de interés efectivas del 35% y 42%.

Debido a que se manejarán períodos de capitalización menores a un año, se obtendrá una tasa mensual a partir de la efectiva con ayuda del siguiente modelo:

$$i = (1+r/t)^t - 1$$

donde:

- i = tasa efectiva
- r = tasa nominal
- t = número de períodos de capitalización que tiene el año.

Para obtener la tasa mensual:

$$m = (1 + i)^{1/t} - 1$$

donde:

m = tasa mensual

Para efectos de simplificación de terminología, será la tasa mensual o efectiva que se utilizará en los modelos dependiendo de cada caso.

Entonces:

$$i = (1 + r)^{1/t} - 1$$

donde:

i = tasa mensual  
r = tasa efectiva  
t = 12

Hechas estas aclaraciones, se iniciará el análisis económico con los siguientes conceptos:

Período de capitalización: mensual  
Tasa de interés nominal: 30.39%  
Tasa de interés efectiva: 35.00%  
Tasa de interés mensual: 2.5324%

Período de capitalización: mensual  
Tasa de interés nominal: 35.583%  
Tasa de interés efectiva: 42.00%  
Tasa de interés mensual: 2.965254%

SAAD 35% - 42%

C.5.1 COSTO DE LA INVERSION DE MAQUINARIA, CONSTRUCCION E  
INSTALACIONES

La forma en que se efectuaron estos desembolsos es la siguiente:

-	OCTUBRE 1991:			
		2		
	Terreno (5250 m )		1,312,500,000.00	
	Edificio (25%):			
	Obra civil		177,228,996.00	
	Estructura metálica		835,325,156.00	2,325,054,152.00
-	NOVIEMBRE 1991:			
	1o. Amortización obra civil		75,955,281.00	
	1o. Amortización estructura metálica		357,996,493.00	433,951,774.00
-	DICIEMBRE 1991:			
	2o Amortización obra civil		75,955,281.00	
	2o Amortización estructura metálica		357,996,493.00	433,951,774.00
-	ENERO 1992:			
	3o Amortización obra civil		75,955,281.00	
	3o Amortización estructura metálica		357,996,493.00	433,951,774.00
-	FEBRERO 1992:			
	4o Amortización obra civil		75,955,281.00	
	4o Amortización estructura metálica		357,996,493.00	
	Equipo de manejo:			
	Grúa+2 módulos(50%)		1,273,541,400.00	
	Montacargas (50%)		54,366,400.00	1,761,859,574.00
-	MARZO 1992:			
	5o Amortización obra civil		75,955,281.00	
	5o Amortización estructura metálica		357,996,493.00	

Equipo de almacenamiento:

Tarimas (50%) 344,964,000.00

Equipo de tráfico:

Cajas (50%) 138,600,000.00 917,515,774.00

- ABRIL 1992:

6o Amortización obra civil 75,955,281.00

6o Amortización estructura  
metálica 357,996,493.00

Equipo de tráfico:

Tractores (50%) 234,000,000.00 667,951,774.00

- MAYO 1992:

7o Amortización obra civil 75,955,281.00

7o Amortización estructura  
metálica 357,996,493.00

Equipo de manejo:

Grúa+2 módulos (50%) 1,273,541,400.00

Imp. de importación 254,708,280.00

Fletes de E:U:A: a México 60,500,000.00

Montacargas (50%) 54,366,400.00

Equipo de almacenamiento:

Tarimas (50%) 344,964,000.00

Equipo de tráfico:

Tractores (50%) 234,000,000.00

Cajas (50%) 138,600,000.00 2,794,631,854.00

Debido a que existen flujos de efectivo anteriores al tiempo en que se está calculando todo el proyecto (1o de enero de 1992), éstos se calcularán a valor futuro en forma independiente cada uno. Los flujos posteriores a esta fecha se calcularán a valor presente. Como el periodo de capitalización es mensual, la tasa de interés usada será de 2.5324%, para el caso del 35% y de 2.965254% para el caso del 42%.

$$Pe_{92} = P (1+i)^n$$

$$Pe_{92} = \frac{F}{(1+i)^n}$$

$$Pe_{92} = 2,325,054,152 (1+i)^3 + 433,951,774 (1+i)^2 + 433,951,774 (1+i)^1 + 433,951,774 + 1,761,859,574 (1+i)^{-1} + 917,515,774 (1+i)^{-2} + 667,951,774 (1+i)^{-3} + 2,794,631,854 (1+i)^{-4} =$$

$$(35\%) - i = 2.5324\% \quad (42\%) - i = 2.965254\%$$

$$Pe_{92} = 9,580,674,362.0 \quad Pe_{92} = 9,553,707,252.00$$

#### C.5.2 SUELDOS

Para calcular el valor presente (siempre que se mencione este término, se referirá al del 1o de enero de 1992) de los flujos mensuales durante el proyecto, se desglosará el análisis de la siguiente manera:

a) En primer lugar, se pasará a valor presente la cantidad pagada en sueldos exclusivamente en el mes de junio de 1992, con el objeto de que este valor se incremente un 29% para obtener el pago en el mes de enero de 1993.

$$VPe_{92} = F (1+i)^{-n}$$

Donde F = sueldos pagados en junio de 1992

$$i = 2.5324\% - 2.965254\%$$

$$n = 5$$

(35%)

$$VPe_{92} = 33,118,800 (1.025324)^{-5} = 29,225,973$$

(42%)

$$V_{pe\ 92} = 33,118,800 (1.02965254)^{-5} = 28,616,803$$

b) Se calcula el valor presente al mes de junio de 1992 de los pagos efectuados desde ese mes hasta diciembre del mismo año. La ecuación que se emplea es la siguiente:

$$P_j\ 92 = \frac{A (1+i)^n - 1}{(1+i) \times i} + A$$

$A = 33,118,800$   
 $i = 2.5324\% = 0.025324$   
 $n = 6$

(35%)

$$P_j\ 92 = 215,343,797$$

(42%)

$$P_j\ 92 = 212,736,477$$

c) Este valor se pasa a valor presente de enero de 1992.

$$P = P_j\ 92 (1+i)^{-n}$$

$i = 2.5324\% = 0.025324$

$$P = 215,343,797 (1+i)^{-5}$$

$n = 5$

(35%)

$$P = 190,032,005.00$$

(42%)

$$P = 183,818,190.00$$

d) Se calcula el valor presente de enero de 1993 de los flujos de ese año, donde el monto en el mes de enero será:

(35%)

$$V_{Pe\ 92} \times 1.29 = 37,701,505.00$$

$$P_e\ 93 = \frac{37,701,505 ((1.025324)^{11} - 1)}{(1.025324) \times (0.025324)} + 37,701,505$$

$$P_e\ 93 = 395,750,024.00$$

(42%)

$$\text{VPe } 92 \times 1.29 = 36,915,676.00$$

$$\text{Pe } 93 = \frac{36,915,676 \left( (1.02965254)^{11} - 1 \right)}{(1.02965254)^{11} \times (0.02965254)} + 36,915,676$$

$$\text{Pe } 93 = 379,140,834.00$$

- e) Se calcula el valor presente de cada año incrementado un 29% Pe 93 hasta el año de 2001.

(35%)

Pe 94	=	510,517,531.00
Pe 95	=	658,567,616.00
Pe 96	=	849,552,224.00
Pe 97	=	1,095,922,369.00
Pe 98	=	1,413,739,856.00
Pe 99	=	1,823,724,414.00
Pe 00	=	2,352,604,495.00
Pe 01	=	3,034,859,798.00

(42%)

Pe 94	=	489,091,676.00
Pe 95	=	630,928,262.00
Pe 96	=	813,897,458.00
Pe 97	=	1,049,927,720.00
Pe 98	=	1,354,406,759.00
Pe 99	=	1,747,184,719.00
Pe 00	=	2,253,868,288.00
Pe 01	=	2,907,490,092.00

- d) Se puede calcular Pe 93 de todos los flujos anuales hasta 2001 utilizando una sólo tasa de interés; como el incremento del 29% es menor que la tasa de interés efectiva, el incremento neto será:

(35%)

$$i = \frac{1.35}{1.29} - 1$$

$$P_{93-01} = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + A \quad \begin{array}{l} A = 395,750,024.00 \\ i = 4.6511\% \\ n = 8 \end{array}$$

$$P_{93-01} = 2,990,028,690.00$$



(42%)

$$i = \frac{1.42}{1.29} - 1$$

$$P_{93-01} = A \frac{(1+i)^n - 1}{n(1+i)^i} + A \quad \begin{array}{l} A = 379,140,834.00 \\ i = 10.0775\% \\ n = 8 \end{array}$$

$$P_{93-01} = 2,396,133,692.00$$

g) Esta cantidad será pasada a valor presente con la tasa de interés efectiva, y se sumará con el valor presente de los flujos de ese año.

(35%)

$$P = 2,990,026,890 (1.35)^{-1} + 190,032,004.90$$

$$P = 2,404,866,738.00$$

(42%)

$$P = 2,396,133,692 (1.42)^{-1} + 183,818,190$$

$$P = 1,871,236,284.00$$

Prácticamente se puede demostrar esta relación pasando cada uno de los flujos durante los 10 años.

$$i = 35\%$$

$$P = P_{92} + Pe_{93} (1+i)^{-1} + Pe_{94} (1+i)^{-2} + Pe_{95} (1+i)^{-3} \\ + Pe_{96} (1+i)^{-4} + Pe_{97} (1+i)^{-5} + Pe_{98} (1+i)^{-6} \\ + Pe_{99} (1+i)^{-7} + Pe_{00} (1+i)^{-8} + Pe_{01} (1+i)^{-9}$$

$$P = 2,404,866,738.00$$

$$i = 42\%$$

$$P = P_{92} + Pe_{93} (1+i)^{-1} + Pe_{94} (1+i)^{-2} + Pe_{95} (1+i)^{-3} \\ + Pe_{96} (1+i)^{-4} + Pe_{97} (1+i)^{-5} + Pe_{98} (1+i)^{-6} \\ + Pe_{99} (1+i)^{-7} + Pe_{00} (1+i)^{-8} + Pe_{01} (1+i)^{-9}$$

$$P = 1,871,236,284.00$$

**SAAD****C.5.3 COSTOS DE OPERACION****A) ENERGIA ELECTRICA**

Este concepto se tiene que calcular de acuerdo a las tarimas movidas por día cada año, esta cantidad es variable. Se tiene que ver dos casos: el de la grúa y el del montacargas.

La grúa consta de tres motores (2 de 15 Hp. y 1 de 3/4 de Hp.) y el montacargas recibe energía de una batería recargable que requiere de un consumo de 16.8 KWH.

El consumo de cada máquina en cada mes en los diferentes años, se puede obtener de las tablas de requerimiento de equipo. De acuerdo a esto se obtiene la siguiente tabla:

**KWATTS HORA CONSUMIDOS POR MES.**

<u>AÑOS</u>	<u>GRUA</u>	<u>MONTACARGAS</u>	<u>TOTAL</u>
1992	5259.67	2328.48	7588.15
1993	5803.77	2594.59	8398.36
1994	6347.88	2794.18	9142.06
1995	6801.30	2993.76	9795.06
1996	7345.40	3259.87	10609.27
1997	7526.77	3326.40	10853.17
1998	7798.82	3392.93	11191.75
1999	7798.82	3392.93	11191.75
2000	7798.82	3392.93	11191.75
2001	7798.82	3392.93	11191.75

Para el 1o. de junio de 1992, se consumirán 7588.15 Kw/mes; la tarifa No. 8 (servicio general en alta tensión) es la que se aplicará para el consumo eléctrico del almacén e indica que el precio de KWH en este mes es de \$ 141.44. Esta tarifa sufrirá un incremento fijado mensualmente en 1.531% por la Comisión Federal de Electricidad.

Como este incremento se puede considerar uniforme durante el año, para calcular el valor presente (1o. de enero de 1992) se partirá del valor presente de cada año, considerando que la demanda es variable para cada uno de ellos.

Los pasos a seguir son los siguientes:

a)- Calcular el valor presente a junio de 1992 con la tasa mensual si el consumo en ese mes es de 7,588.15 KWH/mes.

El incremento neto será:

(35%)

$$\frac{1.025324}{1.01531} - 1 = 0.0098631$$

El costo en el mes de junio será de:

$$7,588.15 \text{ KWH/mes} \times \$ 141.44 = \$ 1,073,267.94$$

Como en este caso la tasa de interés mensual es mayor que el incremento mensual:

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + A \quad \begin{array}{l} A = 1,073,267.94 \\ i = 0.98631\% \end{array}$$

$$P_{j \ 92} = 7,296,294.48$$

$$P_{e \ 92} = P_{j \ 92} (1+i)^{-5}$$

$$P_{e \ 92} = 6,438,804.06$$

$$\begin{array}{l} n = 6 \\ i = 2.532\% \end{array}$$

(42%)

$$\frac{1.02965254}{1.01531} - 1 = 0.0141362$$

El costo en el mes de junio será de:

$$7,588.15 \text{ KWH/mes} \times \$ 141.44 = \$ 1,073,267.94$$

Como en este caso la tasa de interés mensual es mayor que el incremento mensual:

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + A \quad \begin{array}{l} A = 1,073,267.94 \\ i = 1.41362\% \end{array}$$

$$P_{j \ 92} = 7,205,904.07$$

$$P_{e \ 92} = P_{j \ 92} (1+i)^{-5}$$

$$P_{e \ 92} = 6,226,371.08$$

$$\begin{array}{l} n = 6 \\ i = 2.965254\% \end{array}$$

b) En enero de 1993, con el incremento mensual del 1.531% y  $n = 7$ , de junio de 1992 a enero de 1993, el valor del KWH asciende a \$ 157.31

$$CKWH = 141.44 (1+i)^7 = 157.31$$

El costo mensual según la demanda de ese año:

(35%)

$$\begin{aligned} C \text{ mensual} &= 8,398.36 (157.31) = 1,321,146.01 \\ Pe \ 93 &= 1,321,146.01 (10.3759) + 1,321,146.01 \\ Pe \ 93 &= 15,029,257.83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i &= 0.98631 \\ n &= 11 \end{aligned}$$

(42%)

$$\begin{aligned} C \text{ mensual} &= 8,398.36 (157.31) = 1,321,146.01 \\ Pe \ 93 &= 1,321,146.01 (10.1215) + 1,321,146.01 \\ Pe \ 93 &= 14,693,060.15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} i &= 1.41362 \\ n &= 11 \end{aligned}$$

c) A enero de 1994, el costo del KWH/mes se incrementa un 20%;

$$((1.01531)^{12})^{-1}:$$

$$\begin{aligned} CKWH &= 157.31 (1.20) = 188.77 \\ C \text{ mensual} &= 9,142.06 (188.77) = 1,725,764.95 \\ (35\%) \quad Pe \ 94 &= 19,632,129.50 \\ (42\%) \quad Pe \ 94 &= 19,193,094.89 \end{aligned}$$

Enero 1995

$$\begin{aligned} CKWH &= 226.52 \\ C \text{ mensual} &= 2,218,816.17 \\ (35\%) \quad Pe \ 95 &= 25,241,030.88 \\ (42\%) \quad Pe \ 95 &= 24,676,564.03 \end{aligned}$$

Enero 1996

$$\begin{aligned} CKWH &= 271.82 \\ C \text{ mensual} &= 2,883,854.21 \\ (35\%) \quad Pe \ 96 &= 32,806,437.09 \\ (42\%) \quad Pe \ 96 &= 32,072,784.60 \end{aligned}$$

Enero 1997

$$\begin{aligned} CKWH &= 326.18 \\ C \text{ mensual} &= 3,540,130.40 \\ (35\%) \quad Pe \ 97 &= 40,272,169.45 \\ (42\%) \quad Pe \ 97 &= 39,371,560.24 \end{aligned}$$

Enero 1998

CKWH = 391.42  
C mensual = 4,380,630.02  
(35%) Pe 98 = 49,833,609.02  
(42%) Pe 98 = 48,719,176.77

Enero 1999

CKWH = 469.70  
C mensual = 5,256,764.98  
(35%) Pe 99 = 59,800,432.68  
(42%) Pe 99 = 58,463,111.73

Enero 2000

(35%) Pe 00 = 71,760,519.21  
(42%) Pe 00 = 70,155,734.00

Enero 2001

(35%) Pe 01 = 86,112,623.06  
(42%) Pe 01 = 84,186,880.80

d) Finalmente, se obtendrá el valor presente a enero de 1992 de cada una de las anualidades:

(35%)

$$P = 6,438,804.06 + 15,029,257.83(1+i)^{-1} + 19,632,129.50(1+i)^{-2} + 25,241,030.88(1+i)^{-3} + 32,806,437.09(1+i)^{-4} + 40,272,169.45(1+i)^{-5} + 49,833,609.02(1+i)^{-6} + 59,800,432.68(1+i)^{-7} + 71,760,519.21(1+i)^{-8} + 86,112,623.06(1+i)^{-9} =$$

Donde  $i = 12.5\%$

$$(1.0098631)^n - 1 = 0.125 \quad n = 12$$

$i$  es el valor combinado de la tasa anual fijada (35%) y el incremento anual que sufre la tarifa eléctrica (20%). Es decir:

$$\frac{1.35}{1.20} - 1 = 0.125$$

por lo tanto:

$$P = 204,469,173.17$$

(42%)

$$P = 6,226,371.08 + 14,693,060.15(1+i)^{-1} + 19,193,094.89 \\ (1+i)^{-2} + 24,676,564.03(1+i)^{-3} + 32,072,784.60(1+i)^{-4} + 39,371,560.24 \\ (1+i)^{-5} + 48,719,176.77(1+i)^{-6} + 58,463,111.73(1+i)^{-7} + 70,155,734.00 \\ (1+i)^{-8} + 84,186,880.80(1+i)^{-9} =$$

Donde  $i = 18.33\%$   $n = 12$   
 $(1.0141362)^{-1} = 0.1833$

$i$  es el valor combinado de la tasa anual fijada (42%) y el incremento anual que sufre la tarifa eléctrica (20%). Es decir:

$$\frac{1.42}{1.20} - 1 = 0.1833$$

por lo tanto:

$$P = 153,080,502.66$$

**B) COMBUSTIBLE CONSUMIDO POR LOS TRAILERES**

El rendimiento por litro de la gasolina diesel es de 4 Km/litro, siendo su precio actual \$ 620.00 el litro. Si los kilómetros recorridos al día son 429, el costo diario será de \$ 66,495.00. El costo mensual será de \$ 1,385,337.92 es decir \$ 16,624,055.04 anuales. Este costo sufrirá incrementos anuales del 15% por concepto de inflación.

Para evaluar este renglón se seguirá el mismo procedimiento que en el cálculo de los sueldos.

(35%)

a)  $VPe_{92} = 1,385,337.92(1+i)^{-n}$   $i = 2.5324\%$   
 $VPe_{92} = 1,222,503.49$   $n = 5$

b)  $Pj_{92} = 1,385,337.92 \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + 1,385,337.92$   $n = 6$

$$Pj_{92} = 9,007,691.33$$

c)  $P = 9,007,691.33(1+i)^{-n}$   $n = 5$   
 $P = 7,948,915.50$

d)  $VPe_{92} (1.15) = 1,405,879.00$   
 $Pe_{93} = 14,757,412.15$

$i = 2.5324\%$   
 $n = 11$

e) Aquí se puede calcular directamente el valor presente de 1993 a 2001:

$i = \frac{1.35}{1.15} - 1 = 0.1739$

$Pe_{93-01} = 76,086,736.03$

$A = 14,757,412.15$   
 $i = 17.39\%$   
 $n = 8$

f)  $P = 76,086,736.03 (1.35)^{-1} + 7,948,915.50$

$P = 64,309,460.71$

(42%)

a)  $VPe_{92} = 1,385,337.92(1+i)^{-n}$   
 $VPe_{92} = 1,197,022.31$

$i = 2.965254\%$   
 $n = 5$

b)  $Pj_{92} = 1,385,337.92 \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + 1,385,337.92$

$n = 6$

$Pj_{92} = 8,898,628.84$

c)  $P = 8,898,628.84 (1+i)^{-n}$   
 $P = 7,688,995.68$

$n = 5$

d)  $VPe_{92} (1.15) = 1,405,879.00$   
 $Pe_{93} = 14,439,018.71$

$i = 2.965254\%$   
 $n = 11$

e) Aquí se puede calcular directamente el valor presente de 1993 a 2001:

$i = \frac{1.42}{1.15} - 1 = 0.2348$

$Pe_{93-01} = 64,555,969.57$

$A = 14,439,018.71$   
 $i = 23.48\%$   
 $n = 8$

f)  $P = 64,555,969.57 (1.42)^{-1} + 7,688,995.68$

$P = 53,150,946.08$

#### C.5.4 MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento se capitalizarán mensualmente de acuerdo a la siguiente información:

DESCRIPCION	COSTO MENSUAL
Equipo de manejo	2,971,024.00
Obra civil y estructura	3,037,662.00
Equipo de tráfico	2,980,800.00
Tarimas	<u>689,928.00</u>
TOTAL	9,679,414.00

a) El incremento se aplicará a partir del mes de junio de 1992 hasta el 31 de Diciembre de 2001, y posteriormente, los valores obtenidos se pasarán a valor presente del 1o. de Enero de 1992. Dado que el incremento mensual es menor que la tasa de interés efectiva, el incremento neto será:

(35%)

$$\frac{1.025324}{1.025} - 1 = 0.00031615$$

Como estos incrementos son uniformes hasta Diciembre de 2001, el valor presente será:

$$P_j 92 = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i) i} + A \quad \begin{array}{l} A = 9,679,414.00 \\ i = 0.031615\% \\ n = 114 \end{array}$$

$$P_j 92 = 1,093,316,311.00$$

b)  $P = 1,093,316,311 (1.025324)^{-5}$

$$P = 964,806,480.00$$

(42%)

$$\frac{1.029652}{1.025} - 1 = 0.004539$$

Como estos incrementos son uniformes hasta Diciembre de 2001, el valor presente será:

$$P_j 92 = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i) i} + A \quad \begin{array}{l} A = 9,679,414.00 \\ i = 0.4539\% \\ n = 114 \end{array}$$

$$P_j 92 = 869,632,868.00$$

b)  $P = 869,632,868.00 (1.02965254)^{-5}$

$$P = 751,419,514.88$$



C.5.5 VALOR DE RECUPERACION DEL SAAD

El valor de recuperación que se tendrá a los diez años de operación del sistema se obtiene por medio de la siguiente tabla:

(35%)

<u>CONCEPTO</u>	<u>VALOR DE RECUPERACION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Equipo de almacenamiento y de tráfico.	8% a los 10 años	328,650,091.00
- Construcción e instalaciones	70% a los 10 años	<u>2,840,451,800.00</u>
TOTAL		<u>3,169,101,891.00</u>

Estos valores se calcularon considerando el valor presente de cada una de las inversiones.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto será la suma de todos los costos parciales de los diferentes conceptos a continuación mostrados, pasados a valor presente del 1o de enero de 1992 con una tasa de interés del 35% anual.

Inversión de maquinaria, equipo construcción e instalación	9,580,674,362.00
Sueldos	2,404,866,738.00
Operación:	
-Energía eléctrica	204,469,173.17
-Combustible	64,309,460.71
Mantenimiento	<u>964,806,480.00</u>
SUBTOTAL	13,219,100,757.90
Valor de recuperación	<u>3,169,101,891.00</u>
<u>COSTO TOTAL</u>	<u>10,050,024,322.90</u>

(42%)

<u>CONCEPTO</u>	<u>VALOR DE RECUPERACION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Equipo de almacenamiento y de tráfico.	8% a los 10 años	324,832,425.00
- Construcción e instalaciones	70% a los 10 años	<u>2,842,384,088.00</u>
	TOTAL	<u>3,167,216,513.00</u>

El costo total del proyecto será la suma de todos los costos parciales de los diferentes conceptos a continuación mostrados, pasados a valor presente del 1o de enero de 1992 con una tasa de interés del 42% anual.

Inversión de maquinaria, equipo, construcción e instalación	9,553,707,252.00
Sueldos	1,871,236,284.00
Operación:	
-Energía eléctrica	153,080,502.66
-Combustible	53,150,946.08
Mantenimiento	<u>751,419,514.88</u>
SUBTOTAL	12,382,569,883.50
Valor de recuperación	<u>3,167,217,175.13</u>
<u>COSTO TOTAL</u>	<u>9,215,377,324.53</u>

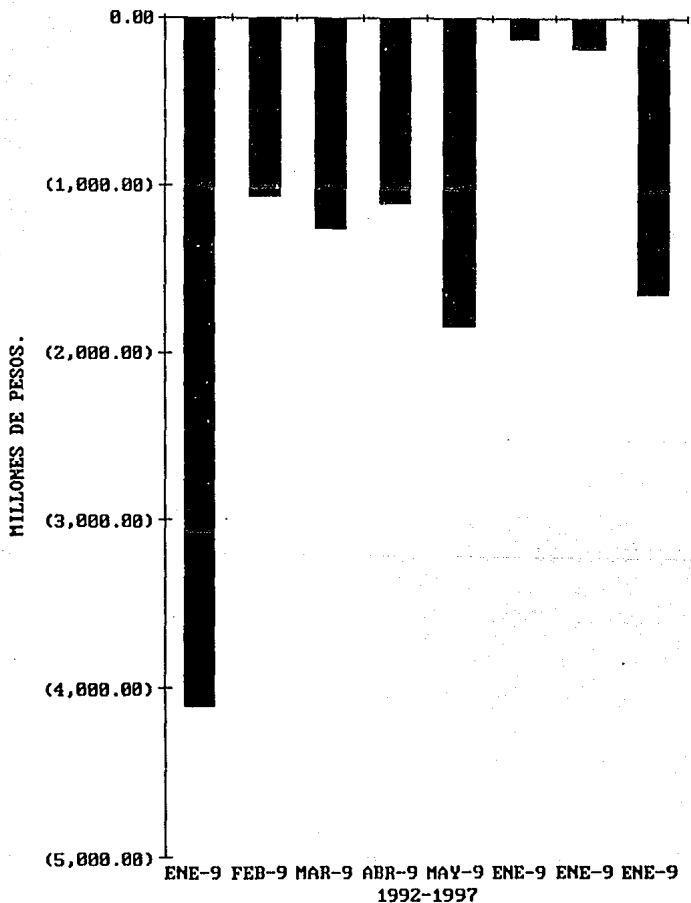
**SAM****D. EVALUACION ECONOMICA DEL SAM****D.1 COSTO DE LA INVERSION**

<u>DESCRIPCION</u>	<u>COSTO UNITARIO</u>	<u>COSTO TOTAL</u>
2 Terreno (12,160 m )	250,000	3,040,000,000.00
Construcción e instalaciones		4,256,000,000.00
Equipo de manejo:		
- 1992: 5 unidades		
* (montacargas)	108,732,800	543,664,000.00
- 1993: 1 unidad *	130,479,360	130,479,360.00
- 1995: 1 unidad *	187,890,278	187,890,278.00
- 1997: 1 unidad *	270,562,000	270,562,000.00
Equipo de almacenamiento:		
- 1992: 12,623 tarimas	44,000	555,412,000.00
- 1997: 12623 tarimas	109,486	1,382,042,787.00
Equipo de tráfico:		
4 tractores	156,000,000	624,000,000.00
7 cajas	51,975,000	363,825,000.00

Valor estimado considerando un 20% anual de incremento.

La forma de pago de esta inversión se encuentra representada en la gráfica No. 6 donde el período "0" corresponde al 1o de Enero de 1992.

GARFICA No. 6: F. de EFECTIVO  
INUER. EN Maq-Eq-Const-Inst del SAM.



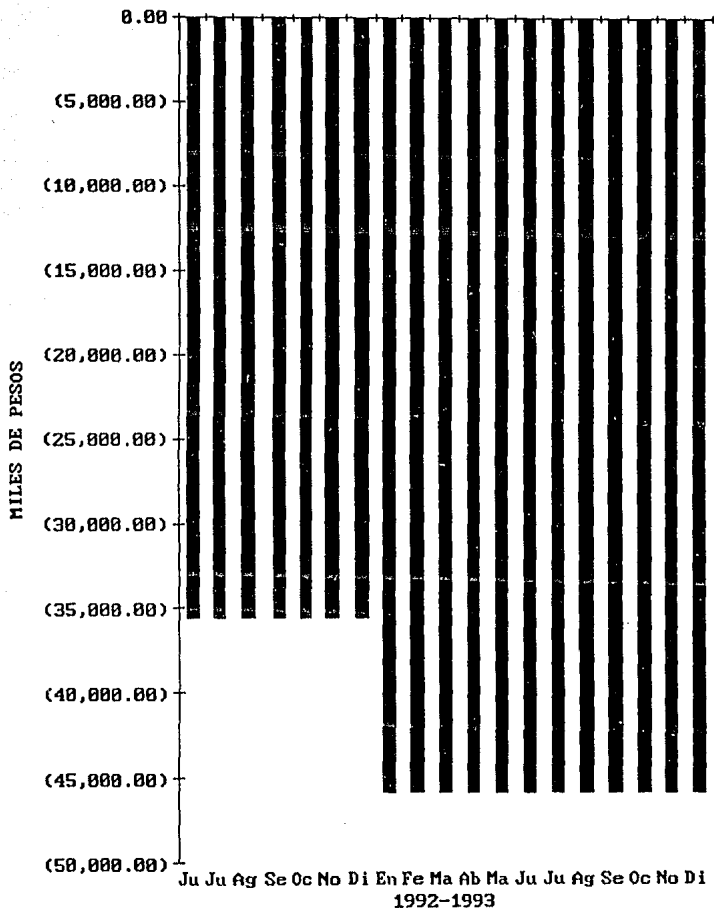
## D.2 PERSONAL Y SUELDOS.

<u>PERS. REQ.</u>	<u>UNITARIO POR DIA S</u>	<u>POR MES</u>	<u>TOTAL</u>
	<u>SUELDO + PRESTACIONES</u>		
1992:			
5 oper. de montacargas	38,800 + 16,684	1,664,520	8,322,600
1993: *			
1 oper. adicional	50,050 + 21,520	2,147,171	2,147,171
1995: *			
1 oper. adicional.	83,290 + 35,814	3,573,118	3,573,118
1997: *			
1 oper. adicional.	138,603 + 59,600	5,946,067	5,946,067
Personal de bodega(10)	28,000 + 12,040	1,201,200	12,012,000
4 choferes	40,400 + 17,372	1,733,160	6,932,640
4 auxiliares	28,000 + 12,040	1,201,000	4,804,800
1 técnico mantenimiento	80,000 + 34,400	3,432,000	3,432,000

Estos sueldos serán incrementados en un 29% anual.

Para 1992-1993 se grafican los flujos de efectivos en la gráfica No 7 con el incremento anual anterior.

GRAFICA No. 7  
 FLUJO DE EFECTIVO DE SUELDOS DEL SAAD.



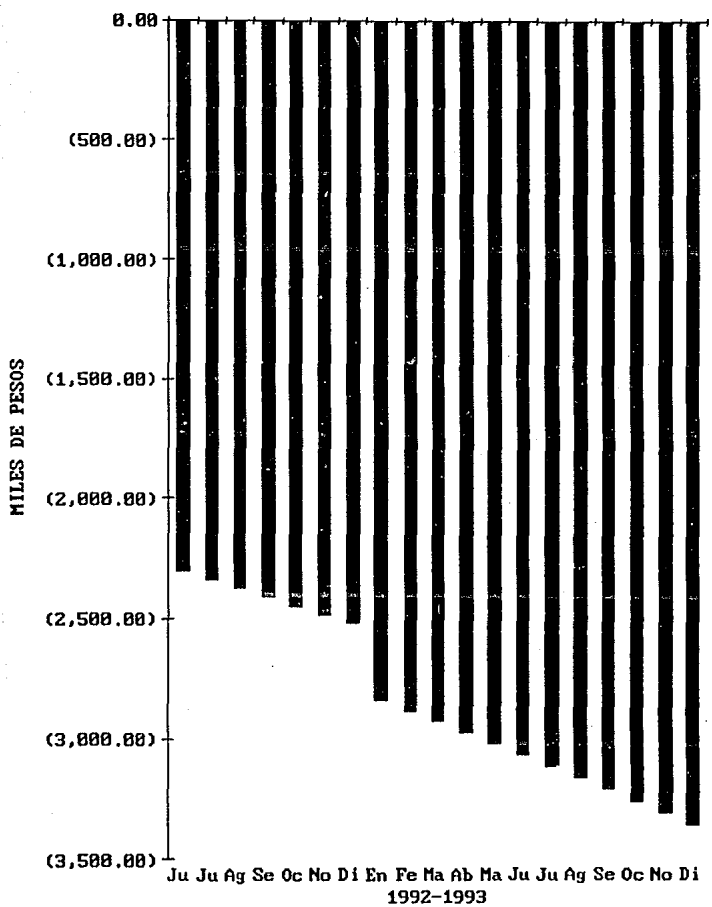
### D.3 COSTOS DE OPERACION

Estos están definidos por la energía eléctrica consumida por los montacargas y el combustible necesario para mover los trailers. Un montacargas cuenta con una batería recargable que consume 16.8 KW/hora.

Según la Comisión Federal de Electricidad, el costo de KWH se incrementa mensualmente en un 1.531%. En la gráfica No. 8 se observa este incremento en los costos obtenidos, variando de un año a otro en función de la demanda.

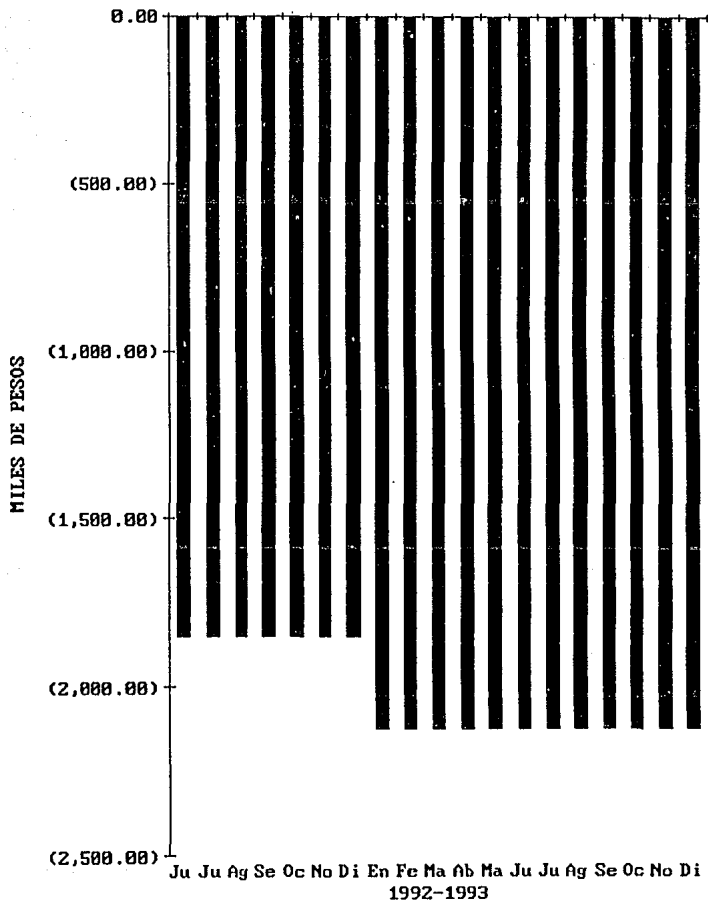
En lo que respecta a los trailers, cada uno de ellos recorre alrededor de 143 Km al día dando un total de 572 Km recorridos por los 4 tractores. Gráfica No 9.

GRAFICA No. 8 FLUJOS DE EFECTIVO.  
ENERGIA ELECTRICA DEL SAM.



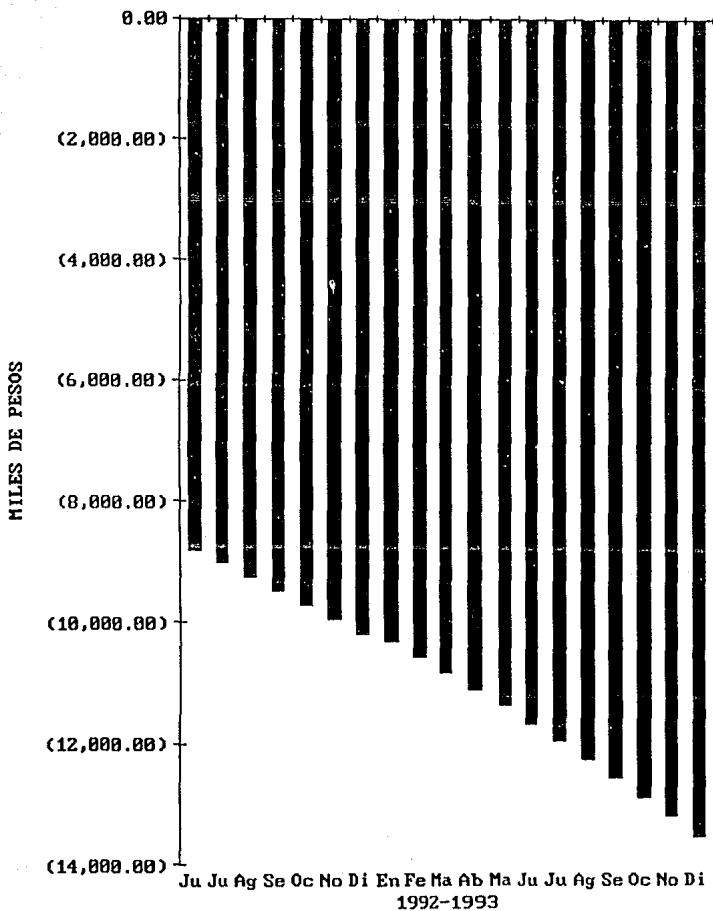


GRAFICA No. 9 FLUJOS DE EFECTIVO.  
 COMBUSTIBLE DEL SAM.



ESTA TESIS NO DEBE  
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

GRAFICA No. 10 FLUJOS DE EFECTIVO.  
MANTENIMIENTO DEL SAM.



#### D.4 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Dicho costo se calcula de acuerdo a la siguiente tabla:

<u>CONCEPTO</u>	<u>COSTO DE MANTENIMIENTO</u>
Equipo de manejo	0.1% del costo de la inversión
Construcción e instalaciones construcción	0.0075% del costo de la construcción
Traileres y cajas	0.4% del valor de tractores
Tarimas	0.2% de su costo total.

Los pagos se harán mensualmente y se incrementarán 2.5% en ese lapso debido a la inflación y a posible deterioro que sufran las instalaciones, equipo y maquinaria.

Los porcentajes se calcularán sobre los costos a valor presente.

Los costos de mantenimiento vienen representados en la Gráfica No 10 con un incremento mensual de 2.5%.

#### D.5 CALCULO DE LOS FLUJOS (35%) - (42%)

Se empezará este análisis con las tasas de interés efectivas del 35% y 42%.

Período de capitalización: mensual  
Tasa de interés nominal: 30.39%  
Tasa de interés efectiva: 35.00%  
Tasa de interés mensual: 2.5324%

Período de capitalización: mensual  
Tasa de interés nominal: 35.583%  
Tasa de interés efectiva: 42.00%  
Tasa de interés mensual: 2.965254%

**SAM 35% - 42%.**

**D.5.1 COSTO DE LA INVERSION DE MAQUINARIA, CONSTRUCCION E  
INSTALACIONES**

La forma en que se efectuaron estos desembolsos es la siguiente:

- ENERO 1992:		
	2	
Terreño (12,160 mts )		3,040,000,000.00
Edificio (25%):		
Obra civil	1,064,000,000.00	4,104,000,000.00
- FEBRERO 1992:		
10. Amortización obra civil	798,000,000.00	
5 montacargas ( 50% del costo total)	271,832,000.00	1,069,832,000.00
- MARZO 1992:		
2o Amortización obra civil	798,000,000.00	
12,623 tarimas (50% del costo total)	277,706,000.00	
7 Cajas (50% de su costo)	181,912,500.00	1,257,618,500.00
- ABRIL 1992:		
3o Amortización obra civil	798,000,000.00	
4 tractores (50% de su costo total)	312,000,000.00	1,110,000,000.00
- MAYO 1992:		
4o Amortización obra civil	798,000,000.00	
5 montacargas (50% restante)	271,832,000.00	
12,623 tarimas (50% restante)	277,706,000.00	
7 Cajas (50% restante)	181,912,500.00	
4 tractores (50% restante)	312,000,000.00	1,841,450,500.00
- ENERO 1993:		
1 Montacargas	130,479,360.00	130,479,360.00
- ENERO 1995:		
1 Montacargas	187,890,278.00	187,890,278.00
- ENERO 1997:		
1 Montacargas	270,562,000.00	
12,623 tarimas	1,382,041,778.00	1,652,603,778.00

Los pagos posteriores a enero de 1992 se pasan a valor presente a esa fecha con la tasa de interés mensual  $i$ , obteniéndose el siguiente valor:

$$Pe_{92} = P (1 + i)^n$$

$$Pe_{92} = \frac{F}{(1 + i)^n}$$

$$Pe_{92} = 4,104,000,000 + 1,069,832,000 (1+i)^{-1} + 1,257,618,500 (1+i)^{-2} + 1,110,000,000 (1+i)^{-3} + 1,841,450,500 (1+i)^{-4} + 130,890,278 (1+i)^{-12} + 187,890,278 (1+i)^{-36} + 1,652,603,778 (1+i)^{-60} =$$

(35%) -  $i = 2.5324\%$

(42%) -  $i = 2.965254\%$

$Pe_{92} = 9,581,472,524.00$

$Pe_{92} = 9,428,433,561.00$

#### D.5.2 SUELDOS

Para calcular el valor presente (siempre que se mencione este término, se referirá al del 1o de enero de 1992) de los flujos mensuales durante el proyecto, se desglosará el análisis de la siguiente manera:

a) En primer lugar, se pasará a valor presente la cantidad pagada en sueldos exclusivamente en el mes de junio de 1992, con el objeto de que este valor se incremente un 29% para obtener el pago en el mes de enero de 1993.

$$VPe_{92} = F (1+i)^{-n}$$

Donde  $F$  = sueldos pagados en junio de 1992

$$i = 2.5324\% \quad - \quad 2.965254$$

$$n = 5$$

(35%)

$$VPe_{92} = 35,504,040 (1.025324)^{-5} = 31,330,848$$

(42%)

$$Vpe_{92} = 35,504,040 (1.02965254)^{-5} = 30,677,806$$

b) Se obtiene un valor presente a junio de 1992 de los pagos efectuados hasta diciembre de ese año, para luego pasarlos al primero de enero.

$$Pj_{92} = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + A$$

(35%)

$$A = 33,504,040$$

$$n = 6$$

$$Pj_{92} = 230,853,013$$

(42%)

$$Pj_{92} = 228,057,912$$

c) Este valor se pasa a valor presente de enero de 1992.

$$P = Pj_{92} (1+i)^{-n}$$

$$i = 2.5324\%$$

$$2.9652\%$$

$$n = 5$$

(35%)

$$P = 203,718,247.00$$

(42%)

$$P = 197,056,910.00$$

d) La cantidad de dinero pagada en sueldos de enero de 1993 es:

A esta cantidad de dinero hay que añadirle el sueldo del operador del montacargas que se adquiere en 1993.

(35%)

$$VPe_{92} \times 1.29 = 40,416,793 + 2,147,171 = 42,563,964$$

$$Pe_{93} = \frac{42,563,964 \cdot (1.025324)^{11} - 1}{(1.025324)^{11} \cdot 0.025324} + 42,563,964$$

$$Pe_{93} = 446,790,911.00$$

(42%)

$$\text{VPe } 92 \times 1.29 = 39,574,370 + 2,147,171 = 41,721,540$$

$$\text{Pe } 93 = \frac{41,721,540 \left( (1.02965254)^{11} - 1 \right)}{(1.02965254)^{11}} + 41,721,540 \times (0.02965254)$$

$$\text{Pe } 93 = 428,499,257.00$$

e) Los sueldos pagados en 1993 se incrementan un 29% anual hasta fines de 2001 por lo que el incremento neto será:

(35%)

$$i = \frac{1.35}{1.29} - 1$$

$$\text{P } 93-01 = A \frac{(1+i)^n - 1}{i} + A \quad \begin{array}{l} A = 446,790,911.00 \\ i = 4.6511\% \\ n = 8 \end{array}$$

$$\text{P } 93-01 = 3,375,665,417.00$$

$$\text{P } 92-93 = 3,375,665,417 (1.35)^{-1}$$

$$\text{P } 92-93 = 2,500,492,902.00$$

(42%)

$$i = \frac{1.42}{1.29} - 1$$

$$\text{P } 93-01 = A \frac{(1+i)^n - 1}{i} + A \quad \begin{array}{l} A = 428,499,257.00 \\ i = 10.0775\% \\ n = 8 \end{array}$$

$$\text{P } 93-01 = 2,708,075,794.00$$

$$\text{P } 92-93 = 2,708,075,794 (1.42)^{-1} =$$

$$\text{P } 92-93 = 1,907,095,629.00$$

f) En enero de 1995 y 1997 se pagarán sueldos adicionales para los operadores de montacargas, por lo que se calculará el incremento de esos años a 2001 y se pasarán a valor presente.

(35%)

$$Pe\ 95 = \frac{3,573,118 \left( (1.025324)^{11} - 1 \right)}{(1.025324)^{11} \times (0.025324)} + 3,573,118$$

$$Pe\ 95 = 37,506,766.00$$

$$P\ 95-01 = \frac{A \frac{(1+i)^n - 1}{i}}{(1+i)^n} + A \quad \begin{array}{l} A = 37,506,766.00 \\ i = 4.6511\% \\ n = 6 \end{array}$$

$$P\ 93-01 = 230,021,659.00$$

$$P\ 92-93 = 230,021,659 (1.35)^{-3}$$

$$P\ 92-93 = 93,490,487.00$$

$$Pe\ 97 = 62,415,443$$

$$\begin{array}{l} A = 5,946,067.00 \\ i = 2.5324\% \\ n = 11 \end{array}$$

$$P\ 97-01 = 285,542,570$$

$$\begin{array}{l} A = 62,415,443.00 \\ i = 4.6512\% \\ n = 4 \end{array}$$

$$P\ 92-97 = 285,542,570 (1.35)^{-5} =$$

$$P\ 92-97 = 63,679,848.00$$

(42%)

$$Pe\ 95 = \frac{3,573,118 \left( (1.029652)^{11} - 1 \right)}{(1.029652)^{11} \times (0.029652)} + 3,573,118$$

$$Pe\ 95 = 36,697,552.00$$

$$P\ 95-01 = \frac{A \frac{(1+i)^n - 1}{i}}{(1+i)^n} + A \quad \begin{array}{l} A = 36,697,552.00 \\ i = 10.077\% \\ n = 6 \end{array}$$

$$P\ 93-01 = 196,162,526.00$$

$$P\ 92-93 = 196,162,526 (1.42)^{-3}$$

$$P\ 92-93 = 68,509,534.00$$

$$Pe\ 97 = 61,068,821$$

$$\begin{array}{l} A = 5,946,067.00 \\ i = 2.9652\% \\ n = 11 \end{array}$$



P 97-01	=	254,324,370		A	=	61,068,821.00
				i	=	10.077%
			-5	n	=	4
P 92-97	=	254,324,370 (1.42)	=			
P 92-97	=	44,050,035.00				

g) Finalmente se sumaron los pagos parciales:

(35%)

P 92 = 3,308,163,685.00

(42%)

P 92 = 2,216,710,986.00

#### D.5.3 COSTOS DE OPERACION

##### A) ENERGIA ELECTRICA

La energía consumida por los montacargas es variable dependiendo de la cantidad de tarimas movidas por día en los diferentes años.

A continuación, se presenta una tabla con los KWH consumidos en cada año de acuerdo al número de montacargas usados.

#### KWATTS HORA CONSUMIDOS POR MES.

<u>AÑOS</u>	<u>KWH consumidos X mes</u>
1992	16,266.096
1993	18,062.352
1994	19,625.760
1995	21,089.376
1996	22,719.312
1997	23,318.064
1998	24,049.872
1999	24,049.872
2000	24,049.872
2001	24,049.872

a)- El costo del KWH en junio de 1992 es de \$141.44, por lo tanto el costo total es de \$2,300,676.62. Los costos por energía eléctrica que se tienen en el año de 1992 se pasan a valor presente de junio de ese mismo año con un incremento neto de:

El incremento neto será:

(35%)

$$\frac{1.025324}{1.01531} - 1 = 0.0098631$$

El costo en el mes de junio será de:

$$16,266.096 \text{ KWH/mes} \times \$ 141.44 = \$ 2,300,676.62$$

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n - 1} + A \quad \begin{array}{l} A = 2,300,676.62 \\ i = 0.98631\% \end{array}$$

$$Pj_{92} = 15,640,469.14$$

$$Pe_{92} = Pj_{92} (1+i)^{-5} \quad \begin{array}{l} n = 6 \\ i = 2.532\% \end{array}$$

$$Pe_{92} = 13,802,337.14$$

(42%)

$$\frac{1.02965254}{1.01531} - 1 = 0.014362$$

El costo en el mes de junio será de:

$$16,266.09 \text{ KWH/mes} \times \$ 141.44 = \$ 2,300,676.62$$

$$P = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n - 1} + A \quad \begin{array}{l} A = 2,300,676.62 \\ i = 1.41362\% \end{array}$$

$$Pj_{92} = 15,446,706.64$$

$$Pe_{92} = Pj_{92} (1+i)^{-5} \quad \begin{array}{l} n = 6 \\ i = 2.965254\% \end{array}$$

$$Pe_{92} = 13,346,961.96$$

b) En enero de 1993, con el incremento mensual del 1.531% y  $n = 7$ , de junio de 1992 a enero de 1993, el valor del KWH asciende a \$ 157.31

$$CKWH = 141.44 (1+i)^7 = 157.31$$

El costo mensual según la demanda de ese año:

(35%)

C mensual = 18,062.352 (157.31) = 2,841,388.59  
Pe 93 = 2,841,388.59 (10.3759)+2,841,388.59  
Pe 93 = 32,323,423.30  
i = 0.98631  
n = 11

(42%)

C mensual = 18,062.352 (157.31) = 2,841,388.59  
Pe 93 = 2,841,388.59 (10.1215)+2,841,388.59  
Pe 93 = 31,600,503.20  
i = 1.41362  
n = 11

c) A enero de 1994, el costo del KWH/mes se incrementa un 20%;

$\frac{12}{((1.01531)^{12}) - 1}$ :

CKWH = 157.31 (1.20) = 188.77  
C mensual = 19,625.76 (188.77) = 3,704,754.72  
(35%) Pe 94 = 42,144,919.16  
(42%) Pe 94 = 41,202,429.56

Enero 1995

CKWH = 226.52  
C mensual = 4,777,165.45  
(35%) Pe 95 = 54,344,556.46  
(42%) Pe 95 = 53,129,245.57

Enero 1996

CKWH = 271.82  
C mensual = 6,175,563.39  
(35%) Pe 96 = 70,252,591.54  
(42%) Pe 96 = 68,681,528.22

Enero 1997

CKWH = 326.18  
C mensual = 7,605,886.12  
(35%) Pe 97 = 86,523,799.86  
(42%) Pe 97 = 84,588,862.43

Enero 1998

CKWH = 391.42  
C mensual = 9,413,600.90  
(35%) Pe 98 = 107,088,182.46  
(42%) Pe 98 = 104,693,362.39

Enero 1999

CKWH = 469.70

C mensual = 11,296,224.88

(35%) Pe 99 = 128,504,724.59

(42%) Pe 99 = 125,630,964.99

Enero 2000

(35%) Pe 00 = 154,205,669.51

(42%) Pe 00 = 150,757,157.98

Enero 2001

(35%) Pe 01 = 185,046,803.42

(42%) Pe 01 = 180,908,589.58

d) Finalmente, se obtendrá el valor presente a enero de 1992 de cada una de las anualidades:

(35%)

$$\frac{1.35}{1.20} - 1 = 0.125$$

$$\begin{aligned} P &= 13,802,337.14 - 32,323,423.30 (1+i)^{-1} + 42,144,919.16 \\ & (1+i)^{-2} + 54,344,556.46 (1+i)^{-3} + 70,252,591.54 (1+i)^{-4} + 86,523,799.86 \\ & (1+i)^{-5} + 107,088,182.46 (1+i)^{-6} + 128,504,724.59 (1+i)^{-7} + 154,205,669.51 \\ & (1+i)^{-8} + 185,046,803.42 (1+i)^{-9} = \end{aligned}$$

por lo tanto:

$$P = 439,250,975.75$$

(42%)

$$\frac{1.42}{1.20} - 1 = 0.1833$$

$$\begin{aligned} P &= 13,346,961.96 - 31,600,503.20 (1+i)^{-1} + 41,202,429.56 \\ & (1+i)^{-2} + 53,129,245.57 (1+i)^{-3} + 68,681,528.22 (1+i)^{-4} + 84,588,862.43 \\ & (1+i)^{-5} + 104,693,362.39 (1+i)^{-6} + 125,630,964.99 (1+i)^{-7} + 150,757,157.98 \\ & (1+i)^{-8} + 180,908,589.58 (1+i)^{-9} = \end{aligned}$$

por lo tanto:

$$P = 328,846,414.96$$

B) COMBUSTIBLE CONSUMIDO POR LOS TRAILERES

El rendimiento por litro de la gasolina diesel es de 4 Km/litro, siendo su precio actual \$ 620.00 el litro. Se tendrá un consumo diario de 143 lts lo que representa un costo mensual de: 1,847,084.16 es decir \$ 22,165,009.92 anuales. Este costo sufrirá incrementos anuales del 15% por concepto de inflación.

Para evaluar este renglón se seguirá el mismo procedimiento que en el cálculo de los sueldos.

(35%)

$$a) \quad VPe_{92} = 1,847,084.16 (1+i)^{-n} \quad i = 2.5324\%$$

$$VPe_{92} = 1,629,975.47 \quad n = 5$$

$$b) \quad Pj_{92} = \frac{1,629,975.47}{(1+i)^n} - 1 + 1,629,975.47 \quad n = 6$$

$$Pj_{92} = 10,598,364.26$$

$$c) \quad P = 10,598,364.26 (1+i)^{-n} \quad n = 5$$

$$P = 9,352,618.65$$

$$d) \quad VPe_{92} (1.15) = 1,874,471.79 \quad i = 2.5324\%$$

$$Pe_{93} = 19,676,197.44 \quad n = 11$$

e) Aquí se puede calcular directamente el valor presente de 1993 a 2001:

$$i = \frac{1.35}{1.15} - 1 = 0.1739$$

$$Pe_{93-01} = 101,447,166.01$$

$$A = 19,676,197.44 \\ i = 17.39\% \\ n = 8$$

$$f) \quad P = 101,447,166.01 (1.35)^{-1} + 9,352,618.65$$

$$P = 84,498,667.54$$

(42%)

- a)  $VPe_{92} = 1,847,084.16 (1+i)^{-n}$   $i = 2.965254\%$   
 $VPe_{92} = 1,596,001.18$   $n = 5$
- b)  $Pj_{92} = \frac{1,596,001.18 (1+i)^n - 1}{(1+i)^i} + 1,596,001.18$   $n = 6$   
 $Pj_{92} = 10,251,810.71$
- c)  $P = 10,251,810.71 (1+i)^{-n}$   $n = 5$   
 $P = 8,858,233.07$
- d)  $VPe_{92} (1.15) = 1,835,401.36$   $i = 2.965254\%$   
 $Pe_{93} = 18,850,409.27$   $n = 11$
- e) Aquí se puede calcular directamente el valor presente de 1993 a 2001:  
 $i = \frac{1.42}{1.15} - 1 = 0.2348$   
 $Pe_{93-01} = 84,279,026.94$   $A = 18,850,409.27$   
 $i = 23.48\%$   
 $n = 8$
- f)  $P = 84,279,026.94 (1.42)^{-1} + 8,858,233.07$   
 $P = 68,209,660.50$

#### D.5.4 MANTENIMIENTO

Los costos de mantenimiento se capitalizarán mensualmente de acuerdo a la siguiente información:

<u>DESCRIPCION</u>	<u>COSTO MENSUAL</u>
Equipo de manejo:	
1992	543,664.00
1993	141,353.00
1995	238,886.00
1997	403,717.00
Obra civil y estructura	3,192,000.00
Equipo de tráfico	3,951,300.00
Tarimas	
1992	1,110,824.00
1997	4,124,414.00

a) Flujos del equipo de manejo

Los pagos de mantenimiento de 1992 se hacen por 114 períodos (de junio de 1992 a diciembre de 2001) con incrementos mensuales de 25%, por lo que se obtiene un incremento neto de:

(35%)

$$\frac{1.025324}{1.025} - 1 = 0.00031615$$

$$Pj_{92} = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + A \quad \begin{array}{l} A = 543,664.00 \\ i = 0.031615\% \\ n = 114 \end{array}$$

$$Pj_{92} = 61,408,511.00$$

$$Pe_{92} = 61,408,511 (1.025324)^{-5}$$

$$Pe_{92} = 54,190,474.00$$

De enero de 1993 a diciembre de 2001 se incurre en costos adicionales; calculando de la misma forma:

$$Pj_{93} = 15,010,892.00 \quad \begin{array}{l} A = 141,353.00 \\ i = 0.03161\% \\ n = 107 \end{array}$$

$$Pe_{92} = 15,010,892.00 (1.35)^{-1}$$

$$Pe_{92} = 11,191,179.00$$

De enero de 1995 a diciembre de 2001:

$$Pe_{95} = 19,805,531.00 \quad \begin{array}{l} A = 238,886.00 \\ i = 0.03161\% \\ n = 83 \end{array}$$

$$Pe_{92} = 19,805,531.00 (1.35)^{-3}$$

$$Pe_{92} = 8,049,801.00$$

De enero de 1997 a diciembre de 2001:

$$Pe_{92} = 23,998,186.00 (1.35)^{-5}$$

$$Pe_{92} = 5,352,008.00$$

Finalmente:

$$P = 54,190,474 + 11,119,179 + 8,049,801 + 5,352,008 =$$

$$P = 78,711,462.00$$

(42%)

$$\frac{1.02965}{1.025} - 1 = 0.004539$$

$$Pj_{92} = A \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n i} + A \quad A = 543,664.00$$
$$i = 0.4539\%$$
$$n = 114$$

$$Pj_{92} = 48,844,701.00$$

$$Pe_{92} = 48,844,701 (1.029652)^{-5}$$

$$Pe_{92} = 42,205,117.00$$

De enero de 1993 a diciembre de 2001 se incurre en costos adicionales; calculando de la misma forma:

$$Pj_{93} = 12,181,096.00 \quad A = 141,353.00$$
$$i = 0.4539\%$$
$$n = 107$$

$$Pe_{92} = 12,181,096.00 (1.42)^{-1}$$

$$Pe_{92} = 8,521,873.00$$

De enero de 1995 a diciembre de 2001:

$$Pj_{95} = 16,728,684.00 \quad A = 238,886.00$$
$$i = 0.4539\%$$
$$n = 83$$

$$Pe_{92} = 16,728,684.00 (1.42)^{-3}$$

$$Pe_{92} = 5,842,473.00$$

De enero de 1997 a diciembre de 2001:

$$Pe_{92} = 21,258,945.00 (1.42)^{-5}$$
$$Pe_{92} = 3,682,137.00$$



Finalmente:

$$P = 42,205,117 + 8,521,873 + 5,842,474 + 3,682,137 =$$

$$P = 60,251,602.00$$

b) Flujos de la construcción, Instalaciones y Traileres

Como estos permanecen en la vida de todo el proyecto, se calculan de junio de 1992 a diciembre de 2001.

(35%)

$$Pj\ 92 = 806,857,576.00$$

$$\begin{aligned} A &= 7,143,300.00 \\ i &= 0.03161\% \\ n &= 114 \end{aligned}$$

$$Pe\ 92 = 806,857,576 (1.025324)^{-5}$$

$$Pe\ 92 = 712,018,480.00$$

(42%)

$$Pj\ 92 = 641,779,396.00$$

$$\begin{aligned} A &= 7,143,300.00 \\ i &= 0.4539\% \\ n &= 114 \end{aligned}$$

$$Pe\ 92 = 641,779,396 (1.029652)^{-5}$$

$$Pe\ 92 = 554,540,709.00$$

c) Flujos del costo de las tarimas

De enero de 1992 a diciembre de 1996:

(35%)

$$Pj\ 92-96 = 52,925,513.00$$

$$\begin{aligned} A &= 1,110,824 \\ n &= 47 \end{aligned}$$

$$Pe\ 92 = 52,925,513 (1.025324)^{-5}$$

$$Pe\ 92 = 46,704,579.00$$

De enero de 1997 a diciembre de 2001:

$$Pe\ 97-01 = 245,172,002.00$$

$$\begin{aligned} A &= 4,124,414 \\ n &= 59 \end{aligned}$$

$$Pe\ 92-97 = 245,172,002 (1.35)^{-5}$$

$$Pe\ 92 = 54,676,667.00$$

sumando:

$$P = 46,704,579 + 54,676,667$$

$$P = 101,381,246.00$$

Finalmente, para obtener el costo total del mantenimiento a valor presente: se suman los costos parciales de cada concepto:

$$P = 78,711,462 + 712,018,480 + 101,381,246$$

$$P = 892,111,188.00$$

(42%)

$$Pj \ 92-96 = 43,030,931.00$$

$$A = 1 \ 110,824$$

$$n = 47$$

$$Pe \ 92 = 48,030,931 \ (1.029652)^{-5}$$

$$Pe \ 92 = 41,501,966.00$$

De enero de 1997 a diciembre de 2001:

$$Pe \ 97-01 = 217,183,554.00$$

$$A = 4,124,414$$

$$n = 59$$

$$Pe \ 92-97 = 217,183,554 \ (1.42)^{-5}$$

$$Pe \ 92 = 37,617,091.00$$

sumando:

$$P = 41,501,966 + 37,617,091$$

$$P = 79,119,057.00$$

Finalmente, para obtener el costo total del mantenimiento a valor presente: se suman los costos parciales de cada concepto:

$$P = 60,251,602 + 554,540,709 + 79,119,057$$

$$P = 693,911,368.00$$

#### D.5.5 VALOR DE RECUPERACION DEL SAM

El valor de recuperación que se tendrá a los diez años de operación del sistema se obtiene por medio de la siguiente tabla:

(35%)

<u>CONCEPTO</u>	<u>VALOR DE RECUPERACION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Equipo de manejo:		
1992 - 5 montacargas	8.0% a los 10 años	40,885,871.00
1993 - 1 adicional	17.2% a los 10 años	16,624,048.00
1995 - 1 adicional	35.6% a los 10 años	27,186,535.00
1997 - 1 adicional	54.0% a los 10 años	32,583,157.00
- Equipo de almacenamiento:		
1992 - 12,623 unidades	8.0% a los 5 años	41,234,203.00
1997 - 12,623 unidades	8.0% a los 10 años	24,657,218.00
- Equipo de tráfico:	8.0% a los 10 años	72,750,467.00
- Construcción e instalaciones:	70% a los 10 años	<u>2,844,599,383.00</u>
	<b>TOTAL</b>	<b>3,100,520,882.00</b>

Estos valores se calcularon considerando el valor presente de cada una de las inversiones.

#### COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto será la suma de todos los costos parciales de los diferentes conceptos a continuación mostrados, pasados a valor presente del 1o de enero de 1992 con una tasa de interés del 35% anual.

Inversión de maquinaria, equipo construcción e instalación		9,581,472,524.00
Sueldos		3,308,163,685.00
Operación:		
-Energía eléctrica		439,250,975.00
-Combustible		84,498,667.00
Mantenimiento		<u>892,111,188.00</u>
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>14,305,497,039.00</b>
Valor de recuperación		<u>3,100,520,882.00</u>
	<b><u>COSTO TOTAL</u></b>	<b><u>11,204,976,157.00</u></b>

(42%)

<u>CONCEPTO</u>	<u>VALOR DE RECUPERACION</u>	<u>CANTIDAD</u>
- Equipo de manejo:		
1992 - 5 montacargas	8.0% a los 10 años	40,467,972.00
1993 - 1 adicional	17.2% a los 10 años	15,804,641.00
1995 - 1 adicional	35.6% a los 10 años	23,361,325.00
1997 - 1 adicional	54.0% a los 10 años	25,306,525.00
- Equipo de almacenamiento:		
1992 - 12,623 unidades	8.0% a los 5 años	40,721,011.00
1997 - 12,623 unidades	8.0% a los 10 años	19,150,646.00
- Equipo de tráfico:	8.0% a los 10 años	71,746,126.00
- Construcción e instalaciones:	70% a los 10 años	<u>2,822,897,554.00</u>
	<b>TOTAL</b>	<b>3,059,455,800.00</b>

Estos valores se calcularon considerando el valor presente de cada una de las inversiones.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO

El costo total del proyecto será la suma de todos los costos parciales de los diferentes conceptos a continuación mostrados, pasados a valor presente del 1o de enero de 1992 con una tasa de interés del 42% anual.

Inversión de maquinaria, equipo construcción e instalación		9,428,433,561.00
Sueldos		2,216,710,986.00
Operación:		
-Energía eléctrica		328,846,415.00
-Combustible		68,209,660.00
Mantenimiento		<u>693,911,368.00</u>
	<b>SUBTOTAL</b>	<b>12,736,111,990.00</b>
Valor de recuperación		<u>3,059,455,800.00</u>
	<b><u>COSTO TOTAL</u></b>	<b><u>9,676,656,190.00</u></b>

## **CONCLUSIONES**

Con el fin de realizar una comparación en cada renglón de la evaluación económica a las diversas tasas de interés, se muestran recopilados los resultados obtenidos de cada sistema a continuación.

En cuestión de la inversión en maquinaria, construcción e instalaciones, y valor de recuperación del SAAD, se observa una diferencia mínima para las dos tasas de interés debido a que gran parte de la inversión se realiza antes de la fecha de referencia (10 de enero de 1992) de la evaluación económica, por lo que éstos flujos son pasados a valor futuro incrementándose proporcionalmente a dichas tasas.

En el caso del SAM, en los mismos renglones, se sufren incrementos comparativamente pequeños al aumentar la tasa de interés, sin embargo en este caso los flujos de este concepto se realizan después de la fecha base, pero gran parte es pagada en el período cero, es decir que esto representa que un alto porcentaje de la inversión es variable para ambas tasas de interés.

En el caso de los sueldos, costo de operación y mantenimiento en ambos sistemas, estos se incrementan inversamente proporcionales a las tasas de interés. Esto es debido a que los pagos se efectúan después o en la fecha de iniciación del proyecto, por lo que al pasar a valor presente algunas de estas cantidades, éste será menor entre mayor sea la tasa de interés, siempre y cuando se realice después de la fecha base.

Sí el flujo de efectivo tiene lugar en esta fecha (10 de enero de 1992), no tendrá variaciones independientemente de la tasa de interés considerada.

Comparando ambas alternativas se observa que las diferencias entre los costos de cada renglón se acentúan más entre menor es la tasa de interés, por lo que, entre más alta es ésta, estos costos tienden a acercarse.

**TABLA No. 14**  
**SAAD**

	35%	42%
Inversión en maquinaria construcción e instalaciones	9,580,674,36	9,553,707,252
Sueldos	2,404,866,738	1,871,236,284
Operación:		
- Energía eléctrica	204,469,173	153,080,502
- Combustible	64,309,460	53,150,946
Mantenimiento	<u>964,806,480</u>	<u>751,419,514</u>
Subtotal:	13,219,100,757	12,382,569,883
Valor de recuperación	<u>3,169,101,891</u>	<u>3,167,217,175</u>
<b>Costo Total:</b>	<b><u>10,050,024,322</u></b>	<b><u>9,215,377,324</u></b>

**SAM**

	35%	42%
Inversión en maquinaria construcción e instalaciones	9,581,472,524	1,428,433,561
Sueldos	3,308,163,685	2,216,710,986
Operación:		
- Energía eléctrica	439,250,975	328,846,415
- Combustible	84,498,667	68,209,660
Mantenimiento	<u>892,111,188</u>	<u>693,911,368</u>
Subtotal:	14,305,497,039	12,736,111,990
Valor de recuperación	<u>3,100,520,882</u>	<u>3,059,455,800</u>
<b>Costo Total:</b>	<b><u>11,204,976,15</u></b>	<b><u>9,676,656,190</u></b>

Desde el punto de vista económico, el valor presente de la erogación del SAM es mayor que la del SAAD, siendo la excepción el costo de mantenimiento. Esto es debido a que en el segundo sistema se cuenta con maquinaria y equipo más sofisticado, de mayor atención y cuidado, y por consecuencia, más costoso.

Asimismo el valor de recuperación del SAM es menor que el del SAAD.

Al analizar los costos totales de ambos sistemas se observa que la mejor inversión en cuanto al valor presente de todos los flujos es la del SAAD.

Otra justificación de esta elección es el análisis de los gastos de reparación de los productos en base al deterioro que ésta sufre al ser almacenado en uno y otro sistema. Este deterioro se produce por el manejo de material en el momento de almacenarlo y distribuirlo, y dependerá de cada sistema.

Según el material Handling Institute, se considera que en un almacén con movimiento a base de montacargas, el deterioro del producto es del 3% del total de aparatos almacenados al año; en cambio este daño será del 0.33% en el caso de sistemas manejados por equipos de almacenamiento de alta densidad.

El costo de reparación por unidad en el caso de las estufas es de aproximadamente \$10,000.00 y de \$22,500.00 para el caso de refrigeradores, teniéndose incrementos anuales del 25%.

Se podrá considerar como beneficio neto del SAAD sobre el SAM, en cuestión del deterioro del producto, a la diferencia de sus porcentajes, siendo ésta de 2.67% (3% - 0.33%).

Habrà de recordar que sólo la mitad de la producción irá a bodega al año.

De la tabla siguiente se puede obtener el valor presente para cada tasa de interés del beneficio neto mencionado. (Tabla No. 15)



**TABLA No 15:**

**BENEFICIO NETO DEL SAAD vs SAM (\*)  
"DETERIORO DEL PRODUCTO"**

AÑO	ESTUFAS A BODEGA	REFRIGER. A BODEGA	ESTUFAS DETERIORADAS	REFRIGER. DETERIORADOS
1992	80,938	79,479	2,161	2,122
1993	152,500	152,500	4,072	4,072
1994	165,000	166,250	4,406	4,439
1995	177,500	178,750	4,739	4,779
1996	191,250	192,500	5,106	5,140
1997	191,250	202,500	5,106	5,407
1998	191,250	215,000	5,106	5,740
1999	191,250	215,000	5,106	5,740
2000	191,250	215,000	5,106	5,740
2001	191,250	215,000	5,106	5,740

	COSTO REPARACION DE ESTUFAS	COSTO REPARACION DE REFRIGER.	COSTO TOTAL
1992	10,000	25,500	69,355,000
1993	12,500	28,125	165,425,000
1994	15,625	35,156	224,901,234
1995	19,531	43,945	300,411,244
1996	24,414	54,932	407,008,364
1997	30,518	68,665	527,096,563
1998	38,147	85,831	687,448,522
1999	47,684	107,288	859,307,624
2000	59,605	134,115	1,074,134,530
2001	74,506	167,638	1,342,668,163

(\*) Se considera al finalizar cada año.

$$VP \text{ benef. neto} = \text{COSTO TOTAL} (1+i)^{-n}$$

con  $i = 35\%$  VP b.n. = 802,745,832.00

con  $i = 42\%$  VP b.n. = 615,170,120.00

Estos valores representan en sí gastos, pero se pueden considerar como un desembolso adicional (independientemente del costo total de la inversión) en caso de elegir la alternativa del SAM, o como ahorro en el caso de elegir el SAAD.

Es decir que el valor presente de la inversión del SAM se incrementaría en un 7% aproximadamente, si se considera el deterioro del producto.

Si se grafica el costo total de cada inversión con sus respectivas tasas de interés, se obtendrán unas curvas que se pueden trazar como rectas debido a que sufren incrementos proporcionales. También se observa más claramente que los costos totales del SAM son superiores a los del SAAD en ambas tasas de interés.

Las rectas tienden a intersectarse en un punto común, que sería aquella tasa de interés en la que se tendría el mismo valor presente o costo total para ambas inversiones.

Para obtener el punto de intersección se utilizan las pendientes y los puntos más cercanos a este punto.

Sea:

$$A (X_a, Y_a)$$

Puntos del SAM:

$$B (X_b, Y_b)$$

$$A (X_{a'}, Y_{a'})$$

Puntos del SAAD:

$$B (X_{b'}, Y_{b'})$$

Calculando las pendientes de ambas rectas:

$$m_1 = \frac{Y_a - Y_b}{X_a - X_b} = \frac{96.7665 - 112.0497}{42 - 35}$$

$$m_1 = - 2.1833$$

$$m_2 = \frac{Y_{a'} - Y_{b'}}{X_{a'} - X_{b'}} = \frac{92.1535 - 100.4999}{42 - 35}$$

$$m_2 = - 1.1923$$

C(X\_c, Y\_c) = Puntos de intersección.

$$- 2.1833 = \frac{96.7665 - Y_c}{42 - X_c}; Y_c = 2.1833 (42 - X_c) + 96.7665$$

$$- 1.1923 = \frac{92.1535 - Y_c}{42 - X_c}; Y_c = 1.1923 (42 - X_c) + 92.1535$$

$$\begin{aligned}
 Xc &= \frac{92.1535 - 91.6986 - 96.7665}{-1.1923} - \frac{2.1833 Xc}{-1.1923} = 4 \\
 - Xc &= 80.7780 - 1.8312 Xc - 42 \\
 0.8312 Xc &= 38.7780 \\
 Xc &= 46.6530 \\
 Yc &= 86.6076
 \end{aligned}$$

A una tasa de interés del 46.65% el costo total será de 8661 millones aproximadamente, siendo éste el mismo para ambas alternativas.

En cuanto a funcionalidad, el SAAD facilita y agiliza la recepción del producto en el almacén, así como su almacenamiento y su embarque.

En el SAAD, el manejo de la mercancía se realiza casi en forma automática por lo que el deterioro de la misma es menor que en el sistema propuesto con montacargas.

Debido a la forma de la construcción e instalaciones en cada uno de los sistemas, el SAM tiene una mayor flexibilidad en lo que respecta a modificaciones o posibles mejoras. Además la implementación del SAM se puede hacer en menor tiempo dado que la construcción es más sencilla y el equipo necesario para el almacenamiento de la mercancía es muy común y no requiere de diseños especiales como sucede en el caso de la grúa usada en el SAAD.

En gran cantidad de almacenes se tienen problemas por la falta de capacidad en andenes. En el SAAD, se tienen disponibles 99 salidas diferentes de producto terminado, o sea, 99 lugares en los que los vehículos podrán cargar mercancía. Esto es de gran importancia, porque se podrá dar acceso a todo el público a los aparatos de línea blanca directamente con el fabricante, lográndose así aumentar la comercialización de los productos. Este beneficio no se puede obtener con el SAM, por la forma en que se maneja la mercancía; en este sistema no se puede lograr que la gente tenga a su alcance estufas y refrigeradores evitando intermediarios, ya que exceptuando el SAAD, no se puede obtener que los diferentes modelos que se manejan tengan un camino designado para cada uno de ellos.

Todo esto puede repercutir en un aumento en las ventas así como en un mejor servicio del fabricante hacia el consumidor. Esta posibilidad de aumentar la comercialización de los productos es un factor de suma importancia, que aunque es difícil de medir, representa la mayor ventaja del Sistema de Almacenamiento de Alta Densidad, que es el sistema indicado para el almacenamiento de estufas y refrigeradores como se ha demostrado en el estudio que aquí culmina.

## BIBLIOGRAFIA

CREED H. JENKINS:

"ADMINISTRACION MODERNA DE ALMACENES"  
EDITORIAL DIANA 1979, MEXICO.

INSTITUTO MEXICANO DE EJECUTIVOS DE FINANZAS A.C:  
"EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION"  
INSTITUTO MEXICANO DE EJECUTIVOS DE FINANZAS A.C.

MAYNARD, H.B.

"INDUSTRIAL ENGINEERING, HANDBOOK"  
EDITORIAL MAC GRAW HILL, 1971 U.S.A.

RIGGS, JAMES L.

"SISTEMAS DE PRODUCCION"  
EDITORIAL LIMUSA  
MEXICO 1976.

TAYLOR GEORGE A.

"INGENIERIA ECONOMICA"  
EDITORIAL LIMUSA  
MEXICO 1974.

TARQUIN & BLANK

"ENGINEERING ECONOMY"  
EDITORIAL MAC GRAW HILL.

GUIA PRACTICA DE LA ADMINISTRACION TECNICA.

"DIRECCION DE PLANTAS INDUSTRIALES"  
MEXICO; FONDO DE CULTURA ECONOMICA, 1973.

SOUDER WILLIAM E. BYRON S. GOTFRIED.

"TEORIA Y PROBLEMAS DE LA INGENIERIA ECONOMICA"  
EDITORIAL MAC GRAW HILL, MEXICO, 1985.

G. SALVENDY; TRAD. RICARDO CALVET PEREZ.

"BIBLIOTECA DEL INGENIERO INDUSTRIAL"  
TOMO 2 METODOS-TIEMPO-MEDICION.  
TOMO 5 FABRICAS-DISEÑO-CONSTRUCCION.  
MEXICO CIENCIA Y TECNICA, 1990.

G. SALVENDY; TRAD. RICARDO CALVET PEREZ.  
"MANUAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL"  
EDITORIAL LIMUSA, MEXICO, 1991.

EZEQUIEL MARTINEZ ARTECHE.  
"PLANEACION, DESARROLLO E INGENIERIA DEL PRODUCTO"  
EDITORIAL TRILLAS, MEXICO, 1985.

PHILIP E. HICKS. TRAD. SERGIO FERNANDEZ EVEREST.  
"INTRODUCCION A LA INGENIERIA INDUSTRIAL Y CIENCIA DE LA  
ADMINISTRACION"  
EDITORIAL CECSA, MEXICO, 1989.

"ENGINEERING CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING"  
EDITORIAL MAC MILLAN CAREER ENGLISH.  
U.S.A., 1984.

INDUSTRIAL ENGINEERING MAGAZINE  
"PLANT LAYOUT AND MATERIAL HANDLING"  
APRIL 1981 VOLUME 13 No. 4.

INSTITUTO MEXICANO DE EJECUTIVOS DE FINANZAS A.C:  
"EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION"  
INSTITUTO MEXICANO DE EJECUTIVOS DE FINANZAS A.C.