



# Universidad Nacional Autónoma de México

---

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
ARAGON

## DESARROLLO DE LA INGENIERIA DE MANEJO DE MATERIALES EN UNA PLANTA ENSAMBLADORA DE VEHICULOS AUTOMOTORES

# T E S I S

Que para obtener el Título de:

**Ingeniero Mecánico Electricista**

P r e s e n t a:

Alejandro Cano Rivera



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

# I N D I C E

pág.

PROLOGO

<u>CAPITULO I</u>	ANTECEDENTES DEL MANEJO DE MATERIALES.....	1
<u>CAPITULO II</u>	PRINCIPIOS FUNDAMENTALES.....	9
<u>CAPITULO III</u>	APLICACION DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL MANEJO DE MATERIALES.....	28
<u>CAPITULO IV</u>	EQUIPO PARA EL MANEJO DE MATERIALES.....	91
<u>CAPITULO V</u>	METODOS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO.....	117
<u>CAPITULO VI</u>	ASPECTOS DE SEGURIDAD.....	133
<u>CAPITULO VII</u>	ANALISIS DEL PROBLEMA DE MANEJO DE MATERIALES.....	150
<u>CAPITULO VIII</u>	EL MANEJO DE MATERIALES EN LA ORGANIZACION.....	238
<u>CAPITULO IX</u>	CONCLUSIONES.....	250
BIBLIOGRAFIA	.....	257

## P R O L O G O

El presente trabajo tiene como objetivo fundamental mostrar el desarrollo del ingeniero industrial en la rama del manejo de materiales, para lo cual se propone una metodología basada en principios fundamentales de Ingeniería Industrial, para el análisis y solución de problemas donde se involucre movimiento de materiales y que podrá ser aplicada a oficinas, áreas de servicio, almacenes, laboratorios o a cualquier operación de manufactura.

La elaboración del documento, estuvo a cargo de un joven Ingeniero, siendo este el trabajo inicial de una larga serie, que tendrá que realizar en su vida profesional. No hay que olvidar sin embargo, que el hecho de haber cubierto los requisitos para obtener un grado de licenciatura, significa solamente la llegada a una más de las metas fijadas, y que a través de sus actividades futuras seguirá participando en el proceso enseñanza-aprendizaje, bien sea actualizando sus conocimientos o adquiriendo nueva información, que le alimente el espíritu de superación individual, factor indispensable para alcanzar el éxito.

El presente trabajo se desarrolló de la siguiente forma: En el primer capítulo se presentan los antecedentes del manejo de materiales; en el segundo capítulo se muestran una serie de principios fundamentales relacionados con el manejo de materiales; el capítulo tercero tiene por ob-

jeto presentar las bases teóricas y su aplicación del estudio de tiempos y movimientos en el manejo de materiales; en el capítulo cuarto se realiza una clasificación del equipo para el manejo de materiales; el capítulo quinto se refiere a los métodos y equipo de almacenamiento; en el capítulo sexto se muestran aspectos de seguridad; en el capítulo séptimo se desarrolla la metodología recomendada para el análisis y solución de problemas de manejo de materiales, así como una aplicación práctica; el octavo capítulo se refiere al manejo de materiales en la organización, por último, en el capítulo noveno se presentan las conclusiones de esta tesis.

En general, se buscó la forma de redactar el trabajo de tesis en un lenguaje sencillo, con el objeto de que se pueda comprender su contenido, por diferentes niveles jerárquicos en las diferentes organizaciones.

Finalmente es digno de mencionarse, el esfuerzo y dedicación que el participante en este seminario de tesis, realizó a través de todo el proceso de elaboración de la misma. Siendo mi más ferviente deseo, como coordinador del trabajo que este joven ingeniero alcance el mayor de los éxitos en su vida profesional.

Septiembre de 1982

ING. DAVID JASSO LOPERENA

CAPITULO I

ANTECEDENTES DEL MANEJO DE MATERIALES

## ANTECEDENTES DEL MANEJO DE MATERIALES

El movimiento de materiales ha constituido siempre un gran reto al ingenio y a la inventiva del hombre. Ya los antiguos se enfrentaron con el problema de mover objetos pesados, y con el creciente empleo del hierro y del acero, al principio de la Edad Moderna, el movimiento de objetos pesados llegó a ser una actividad de importancia cada vez mayor.

Desde el punto de vista del manejo de materiales, la historia puede dividirse en dos periodos:

1. Era del manejo de materiales en forma manual (antes de 1900). Materiales movidos por la fuerza del hombre siempre que fuese posible. Aunque durante este periodo estaba extendido el uso de equipos similares a los actuales, el empleo de la mayor parte de ellos se limitaba al manejo de los materiales que eran demasiado pesados para ser levantados en forma manual.

2. Era del manejo de materiales en forma mecanizada (después de 1900) Movimiento de materiales por medios mecánicos siempre que sea posible. - La idea revolucionaria, desarrollada poco después del comienzo del siglo, a causa de la producción en masa, fue que, aunque algunos materiales a causa de su peso y tamaño, pueden ser movidos a mano puede y debe utilizarse el equipo mecánico para moverlos. La puesta en vigor de este concepto significa el nacimiento de la moderna técnica del manejo de ma-

teriales.

Aunque desde el punto de vista del manejo de materiales la historia puede dividirse en los dos periodos antes mencionados, cada uno de ellos, a su vez, abarca dos subdivisiones muy desiguales. Los periodos en que se divide la historia del manejo de materiales no comienzan o terminan automáticamente y completamente con las fechas dadas. Como sucede con todos los grandes adelantos, ha habido muchos pioneros que se anticiparon a su época, pero al mismo tiempo existen hoy día empresas que siguen los métodos y adoptan las actitudes de periodos anteriores.

#### 1a. EL MUNDO ANTIGUO

Muchas de las proezas que en materia de manejo realizaron los antiguos, pondrían a prueba a los más modernos equipos de manejo de materiales. Ejemplos bien conocidos son la construcción de las pirámides en el antiguo Egipto y la edificación de los obeliscos en Egipto y Roma. De menos renombre son las piedras de Stonehenge, que fueron erigidas en el Sur de Inglaterra hacia el año 1500 antes de Cristo. Estas piedras que pesan de 8 a 12 toneladas y tienen una altura de aproximadamente 15 pies, se supone que fueron extraídas en Gales del Sur, llevadas en barco alrededor de Land's End y aguas arriba por el río Avon y después arrastradas en trineo tres millas por tierra hasta su actual situación.

En el Hemisferio Occidente una de las maravillas de la ingeniería antigua es un templo pre-inca cercano a Cuzco (Perú). Cada una de las pie--

dras de este templo pesa cerca de 20 toneladas y fueron arrancadas del fondo del valle a unos 2,000 pies por debajo del emplazamiento del templo. El problema de mover estas piedras fué más complicado por la circunstancia de que, al parecer, los constructores no conocían el uso de la rueda.

#### 1b. PERIODO DE 450 A 1900

Aunque durante este período se desarrollaron muchos tipos de máquinas para el manejo de materiales, el problema continuaba siendo el mismo, es decir, el movimiento seguía haciéndose en forma manual, sin embargo, había algunas destacadas excepciones.

En 1800, Eli Whitney emprendió la producción en masa de mosquetes. Se sabe que no solamente estaban normalizadas las piezas empleadas, sino que además los bancos de trabajo estaban dispuestos de modo que las piezas pudieran pasar de un obrero a otro, simplificándose así el manejo de materiales. Aproximadamente en la misma época, Thomas Jefferson relataba el uso de un método similar de producción de una fábrica en Francia que se había fundado a comienzos del siglo XVIII: en 1875, Le Blanc, en Francia, produjo mosquetes con piezas intercambiables. En 1770, Josiah Wedgwood también llegó a ser conocedor de la importancia de la distribución de máquinas en lo que afecta a los costos de manejo de materiales y ensayó varios métodos de movimiento de materiales.

En la fundición de la empresa Boulton and Watt, construída en 1796,

se instalaron varios tipos de grúas de pluma oscilante y otros aparatos de elevación. Los primeros grabados que se conocen de esta fábrica muestran algunas de las mayores grúas de pluma montadas sobre pequeños carrros que soportaban el dispositivo de elevación y mediante los cuales se obtendría mayor flexibilidad para el movimiento de piezas pesadas. Hacia 1860, fue instalada una grúa puente que cubría por completo la zona de trabajo.

La carretilla de una rueda, cuando apareció, era la principal máquina de transporte para movimiento horizontal aunque también se usaba un tipo de carrete de cuatro ruedas. No aparece ningún tipo de instalación de vía fija.

El agua se extraía de las minas por medio de un elevador formado por una cadena de cangilones metálicos. Estos eran de tamaño y forma uniformados y podían reemplazarse sin dificultad. La cadena estaba formada por grandes eslabones, igualmente metálicos, que también eran intercambiables. La necesidad de una gran reducción de velocidad para que el aparato pudiera ser manejado por un solo hombre hacía sumamente lento el trabajo. Además, el peso de la máquina limitaba la altura de elevación.

## 2a. PERIODO DE 1900 A 1940

En este periodo comienza a utilizarse maquinaria para mover materiales que antes eran movidos a mano. También se señala el comienzo de los modernos sistemas de fabricación basados en la instalación de líneas de

producción y de montaje a lo largo de transportadores.

En la fabricación de vagones de mercancías de maderas en 1890 se realizaron una serie de cambios en los métodos de producción; al principio una misma brigada construía el vagón completo desde el chásis hasta el techo. Un segundo método impulsado por la necesidad de una mayor producción y por la escasez de personal competente. Consistió en utilizar cuadrillas especializadas. De este modo las cuadrillas de infraestructura se movían de un vagón a otro, seguidas, a su vez, por las cuadrillas de soldado, carpintería y techado. Con este segundo método, se aumentaba el número de hombres que estaban trabajando al mismo tiempo. Esto daba lugar a un mayor rendimiento y a un ritmo de producción más elevado, traduciéndose en una rebaja de los costos de producción, a pesar de que aumentaban los gastos de control, vigilancia y manejo de materiales.

El tercer paso fue la aplicación de un método de montaje continuo, que habría de adoptar pocos años más tarde Henry Ford en su primera cadena de montaje. Con esta innovación, los obreros permanecían en un lugar fijo y los vagones iban pasando por delante de ellos.

Trabajando de este modo, un taller de seis vías (cuatro vías de montaje y dos para suministro de materiales) podía construir once vagones por día en cada vía de montaje, con un solo turno y jornada de nueve horas.

En mayo de 1913 comienza a funcionar la primera cadena continua de -

montaje en la Ford Motor Company, y al cabo de poco tiempo ya se han ---  
puesto en marcha nuevas cadenas de montaje de otras producciones, con di  
versos tipos de transportadores.

Durante el año 1920 otras muchas compañías adoptaron el sistema de -  
trabajo con transportadores para el movimiento de materiales, tanto a --  
través del taller de mecanización, como a lo largo del proceso de monta-  
je.

#### 2b. DESPUES DE 1940

Con el comienzo de la producción bélica para la segunda Guerra Mun--  
dial, tanto la técnica de manejo de materiales como la de distribución -  
de instalaciones en las fábricas, alcanzan un grado avanzado de desarro-  
llo y la dirección de las empresas les concede la importancia que tienen  
como medios de aumentar la producción. Muchos directores que habían esta-  
do vacilando sobre si hacer inversiones fuertes en equipo de manejo de -  
materiales, se encontraron con el objetivo de producir al costo que fue-  
ra. En muchos casos la reducción en los costos de producción que se obtu-  
vo al introducir aquel equipo fue realmente una consecuencia del objeti-  
vo más importante de producir los materiales pedidos.

Las economías y ventajas que se obtuvieron con el empleo de dicho --  
equipo de manejo y con los métodos basados en él, fueron factores que --  
contribuyeron a que su uso adquiriese un incremento extraordinario duran-  
te estos años. La atención cada vez mayor que a la mejora del rendimien-

to en el manejo y transporte de materiales prestaron las empresas, tanto industriales como no industriales, ha desempeñado un importante papel en el aumento de la producción de los países industriales.

C A P I T U L O   I I

P R I N C I P I O S   F U N D A M E N T A L E S

## PRINCIPIOS FUNDAMENTALES

A medida que una materia crece en complicación y complejidad, se hace necesario establecer principios que sirvan de guía para lograr obtener mejores beneficios. El uso adecuado de estos principios se traducirá en disminución de accidentes por mal manejo, disminución de costos, distribución adecuada de materiales, hombres y equipo, aumento en la productividad, aprovechamiento racional de los recursos y mejor posición de mercado originada en gran parte por el eficiente manejo de materiales. Por tanto es esencial en el manejo de materiales la aplicación de estos principios.

Los principios fundamentales del manejo de materiales se pueden resumir en los siguientes grupos:

1. Principios de planeamiento
2. Principios de flujo de material
3. Principios de localización y almacenamiento
4. Principios de espacio para el movimiento
5. Principios de selección de equipo
6. Principios de mecanización y automatización
7. Principios de sistemas
8. Principios de seguridad
9. Principios de costo.

## 1. Principios de planeamiento

a. Planear el manejo con arreglo a la economía de conjunto. Una de las mas importantes tendencias en la industria de hoy es la de reconocer y aplicar, cada día más, este principio. Esto se refleja en los muchos comités de alta dirección que se han estado creando en los últimos años para coordinar el manejo y transporte de materiales.

b. Aplicar los conceptos del manejo de materiales a la organización. Tanto los obreros como los directores necesitan llegar a tener conciencia de lo que significa el manejo de materiales. Esto se puede lograr mediante un programa de simplificación del trabajo o con un programa especial de manejo de materiales. Puede también lograrse sobre la importancia del manejo dentro de un programa de orientación. Lo importante es hacer que todos se den cuenta de que el movimiento es "oro" y de que todo el movimiento innecesario aumenta el costo del producto.

c. Modificar la distribución de las instalaciones para simplificar el manejo. En todas partes, excepto en algunos de los edificios de fábricas más recientemente construidos, uno de los principales problemas con que se tropieza al tratar de mecanizar el trabajo es el cómo corregir los defectos de una mala distribución. Podrían suprimirse muchas instalaciones mecánicas costosas, simplemente perfeccionando la circulación del producto.

Una buena distribución de instalaciones reducirá en gran parte el mo

vimiento requerido por los materiales en el proceso. Proyectando la ubicación de las operaciones sucesivas de tal forma que el material, al término de una operación, esté en el lugar adecuado para el comienzo de la siguiente, se reducirá mucho la cantidad del manejo.

d. Delegar la responsabilidad en una persona. El manejo de materiales afecta a todos los departamentos de fabricación y producción de una compañía. Incluso en una empresa de tamaño medio hace que se relacionen unas con otras gran número de actividades que de otro modo no tendrían relación entre sí.

El primer principio de manejo (planear con visión económica de conjunto) exige que todas las funciones y responsabilidades se concentren en una persona y que ésta sea directamente responsable ante el jefe de producción de la empresa. Incluso en las empresas pequeñas, el manejo de materiales debe considerarse como una función independiente y responsabilizar a alguien de la misma.

e. Utilizar la tercera dimensión. El incremento de los costos en la construcción industrial ha forzado a muchas empresas a estudiar otros medios de obtener espacio útil. Uno de los más prácticos se vió que era -- aprovechar por completo la tercera dimensión.

La elevada producción de las modernas máquinas - herramientas crea el problema de mover los materiales que han de ser mecanizados. En las zonas de trabajo la congestión puede aliviarse mediante el transporte aé

reo de dichos materiales y ya son muchas las empresas que han montado en sus talleres de producción instalaciones elevadas para efectuar por medio de ellas parte o todo su manejo de materiales.

f. Utilizar un almacenamiento móvil. En el sistema de almacenamiento móvil se combinan las funciones de almacenamiento con las de transporte de materiales. El que un almacenamiento sea móvil significa principalmente que no es necesario ninguna manipulación para volver a poner los materiales en movimiento. Esto es posible lograrlo con equipos tales como los transportadores de rodillos, de discos y de cinta.

Otros principios de planeamiento igualmente importantes son los siguientes:

g. Asegurar espacios adecuados de almacenamiento en el lugar de trabajo para la cantidad adecuada de material.

h. Planear el uso de contenedores de tipo universal, es decir, que podrán ser utilizados para manejar diversos materiales; evitar cambios frecuentes de contenedores.

i. Considerar la capacidad de carga en los pisos, la altura máxima de estiba, espacio entre columnas, etc.

j. Proporcionar espacios libres necesarios dentro y alrededor de cada lugar de trabajo, para el correcto manejo de materiales y para las maniobras del manejo de los equipos.

k. Preparar una serie de instrucciones, que serán proporcionadas a cada operador, sobre el método correcto de manejo.

l. Planear la correcta localización del material a surtir y su colocación en el área de trabajo.

m. Combinar operaciones para eliminar manejos intermedios.

n. Planear la minimización de movimientos y recorridos.

## 2. Principios de flujo de material

Es fundamental establecer un flujo de circulación a través de los procesos que sigue el material.

Realizado de un modo apropiado, reducirá la cantidad de manejo innecesario y significará que los materiales progresarán, con cada movimiento, hacia la terminación del producto. Para determinar un flujo de material, se ha de conseguir planificar el movimiento de entrada y salida de cada operación en la misma secuencia en que se elabora, trata o monta el material.

Planear el flujo de material es un componente básico en toda actividad de la planeación de la producción, programas de producción, compras, control de almacenes y el mismo departamento de manejo de materiales.

Para poder efectuar un adecuado flujo de material a continuación se presentan algunas guías que servirán para planear el flujo de material.

- a. Eliminar obstáculos en el flujo de materiales.
- b. Planear movimientos en trayectoria directa.
- c. Preparar otras alternativas para la trayectoria del movimiento -- del material, en caso de dificultades.
- d. Combinar operaciones para eliminar manejos entre ellos.
- e. Minimizar movimientos entre pisos, edificios.
- f. Mover los grandes volúmenes y/o los pesos la mínima distancia.
- g. Todo transporte de material ó manejo del mismo, deberá, siempre -- que sea factible, mover el material:
  1. Hacia su terminación. Sin retrocesos ni cruces del flujo ó circulación.
  2. Sobre el mismo elemento. Sin trasbordos.
  3. Suave y rápidamente. Sin confusión ni demoras, manejo innecesario, ni colocación dificultosa.
  4. Según la distancia más corta. Sin recorridos largos.
  5. Fácilmente. Sin movimientos repetidos ni suplementarios de manejo
  6. Con seguridad. Sin peligro para los hombres y materiales.
  7. Convenientemente. Sin esfuerzo físico indebido.
  8. Económicamente. Sin romper la unidad de los lotes ni requerir varios viajes cuando uno sería suficiente; combinando muchas unidades pequeñas en una sola grande.
  9. En coordinación con la producción. Sin obligar a los trabajadores de producción a emplear un tiempo o un esfuerzo extra (debido a -- manejos manuales a tener que agacharse y alcanzar el material, --

etc).

10. En coordinación con otros movimientos. Sin gran cantidad de equipo de manejo diferente que no puede ser integrado.

3. Principios de localización y almacenamiento.

a. Usar sistemas de coordenadas para localización del material.

b. El material almacenado en bodega deberá tener una sola localización invariable dentro de la planta. Esta localización será denominada según las columnas entre las cuales el material debe encontrarse, tomando siempre la denominación menor. Por ejemplo, si un material debe encontrarse entre las columnas A y B y desde la columna 8 hasta la 10, la denominación de su localización será: A - 8.

c. La localización de la bodega se hará en función de facilitar el flujo del material por la planta de acuerdo con los siguientes criterios:

c1. Que el material vaya lo más directamente posible desde el andén de recibo hasta el lugar de uso, esto es, en línea recta, sin desviaciones ni giros hasta donde sea posible.

c2. Que el área de almacenaje de la cantidad de material requerido para cubrir el inventario planeado se encuentre en el área de trabajo adyacente al punto de uso siempre que esta sea posible y no se afecte el surtido de otros materiales.

C3. Que si el total del inventario no cabe sobre el área de trabajo

al nivel de surtido (hasta 1.80 metros), el exceso se localice - preferentemente en la parte superior.

- c4. Si aún así se requiere espacio adicional para el resto del inventario, este se localice en Bodega, lo más cerca posible del punto de uso.
- c5. El área de almacenaje en Bodega deberá planearse de modo que los montacargas y manejadores tengan acceso a cualquier material, -- que se facilite la rotación del stock y pueda cumplirse con el principio de "primeras entradas-primeras salidas" y que se facilite el recuento cíclico. Para estos efectos se dispondrá de pasillos de 3.60 metros de ancho preferentemente (para montacargas de tipo normal), y nunca de menos de 3.10 metros.
- c6. El material deberá estar invariablemente identificado.
- c7. El área de almacenaje en Bodega se dispondrá de modo que materiales semejantes entre sí y/o relacionado por el proceso de producción sean ubicados vecinos entre sí, con objeto de facilitar su localización.
- c8. Todo el material se almacenará bajo techo, salvo que las especificaciones de la pieza indiquen que puede almacenarse en intemperie.

d. En las áreas de surtido anexas a las estaciones de trabajo el material deberá encontrarse en cantidad suficiente para garantizar la producción. Como criterio general puede establecerse un mínimo de surtido -

de un día de producción y un máximo del total del inventario planeado.

e. El material deberá estar al alcance del operario de producción para que pueda tomarlo sin necesidad de abrir empaques, traspalear, subir escaleras, ni hacer otro movimiento que tomarlo directamente. Ningún material deberá estar surtido más arriba de 1.80 metros.

f. Las áreas de surtido deberán planearse de tal manera que se garantice el acceso para surtir por medio de los pasillos suficientes.

Si por las condiciones específicas de un área no conviene o no es posible mover el material con montacargas, los pasillos se diseñarán de acuerdo con las especificaciones de los carros o patines hidráulicos y con las dimensiones específicas de los empaques que deban manejarse.

g. Como criterios para diseñar pasillos, se tomarán en cuenta las siguientes consideraciones.

- g1. Diseñar pasillos principales. Utilizar los pasillos principales para el tráfico de primer orden a través de toda la planta; usar económicamente los subpasillos para la distribución, dividiendo o no por zonas los tipos del equipo de manejo.
- g2. Diseñar pasillos de doble acceso lateral. Los pasillos situados a lo largo de una pared, o contra la espalda de una zona de almacenaje, sirven solamente por un lado, o sea, sólo ofrecen la mitad de su utilidad potencial.

- g3. Colocar los pasillos con vistas a lograr distancias mínimas. Las tablas y diagramas de flujo, y otros medios de análisis de movimiento nos dirán dónde existe mayor tráfico; es decir, dónde deberán estar los pasillos.
- g4. Mantener los pasillos despejados. No permitir salientes de maquinaria, dentro de los pasillos, ni equipos, columnas, extintores de fuego o fuentes para beber.
- g5. Diseñar los pasillos rectos. Disponer tan pocos ángulos como sea posible, y sobre todo, evitar esquinas ciegas (sin visibilidad).
- g6. Marcar los límites de los pasillos. Marcar en el suelo los límites de los pasillos.
- g7. Diseñar las intersecciones a 90°. Los pasillos que se intersecten en ángulo distinto del recto causan una enorme pérdida de superficie de suelo.
- g8. Diseñar que los pasillos tengan anchura apropiada.
- g9. Diseñar los pasillos con una longitud económica. Los pasillos demasiado cortos ocasionan un derroche de espacio; si son demasiado largos favorecen los retrocesos y movimientos transversales.
- G10. Considerar las posibilidades de tráfico de dirección única. Práctico para anchuras limitadas de pasillos.

#### 4. Principios de espacio para el movimiento

- a. Espacio reservado para pasillos. Es espacio perdido desde el momento en que no es un área productiva de la planta. Los pasillos deberán

conectar las áreas que tengan el mayor tráfico y deberán ser de la anchura necesaria para evitar tanto el desperdicio de espacio, como el embotellamiento.

b. Espacio a nivel elevado. El movimiento no siempre tiene que ser a nivel del suelo. El material puede ser movido por encima del nivel de trabajo, por diversidad de dispositivos elevados. Esto evita congestión en los pasillos y utiliza espacios que normalmente son desperdiciados.

c. Espacio subterráneo. Los patrones de flujo que deben cruzar un pasillo o enfrentarse con cualquier otra obstrucción, pueden cruzarlo subterráneamente.

d. Espacio exterior al edificio (a lo largo de la pared o a través del tejado). El instalar sistemas de manejo que corran por el exterior del edificio, tienen multitud de ventajas, sobre todo cuando deban ajustarse a una distribución ya existente.

e. Espacio de doble uso. Los recipientes que puedan estibarse uno dentro de otro o ensamblarse con facilidad reducen el espacio necesario para su almacenamiento, cuando no están en uso. Lo mismo sucede con el equipo de manejo. Un equipo que pueda plegarse, elevarse o apartarse de su camino, proporciona espacio para otros propósitos.

##### 5. Principios de selección de equipo.

Cuando se seleccione equipo de manejo, se deben considerar todos los

aspectos del material a ser manipulado, los movimientos y los métodos de manejo a ser utilizados. Con la gran diversidad de equipo que puede utilizarse para el manejo y transporte de materiales, es difícil dar reglas rigurosas sobre el uso. A causa de esta variedad es cada vez mayor la necesidad de principios concretos que guíen en la correcta selección del equipo.

a. Seleccionar el equipo apropiado para la tarea. Cada tipo de equipo tiene su propia variedad de usos y no hay ninguno que se adopte para resolver todos los problemas de manejo. Se hace necesario conocer, para cada aparato o instalación, sus diversas ventajas, el tipo de materiales que puede mover y sus características de funcionamiento; así como sus limitaciones y los tipos de materiales que no pueden manejar con él.

b. Incorporar el equipo al sistema de manejo de materiales de la fábrica. En la práctica, la mayor parte de los establecimientos industriales emplean una gran variedad de equipo, incluso en las operaciones más normalizadas. Esto significa, que se debe conseguir la combinación más eficiente de los aparatos, con el fin de manejar dentro de la fábrica el volumen de materiales deseado, al costo más bajo posible.

c. Coordinar el trabajo de todos los elementos del equipo de manejo de materiales. Para utilizar con el máximo rendimiento los diversos tipos de aparatos, hace falta coordinar su funcionamiento de un modo muy preciso. A continuación se presentan dos reglas para lograr esta coordinación.

1. Cuando se usan dos o más aparatos de manejo, se deben coordinar su trabajo.
2. Cuando dos o más obreros toman parte en el manejo de materiales formando un equipo, se ha de sincronizar su trabajo de tal modo que todos ellos estén siempre ocupados; se debe evitar combinaciones en las que alguno de ellos tenga que esperar a otros para completar su parte de trabajo.

d. Reducir el tiempo de parada de los vehículos de motor. En el manejo industrial, esto es importante. En la industria del transporte, con frecuencia significa la diferencia entre ganancia y pérdida.

e. Normalizar aparatos y métodos. Existe una gran tendencia a unificar la maquinaria adoptando una sola marca de aparatos y reduciendo a uno o dos los tipos y tamaños; siempre que sea posible. En muchos casos esto se realiza después de varios años de experiencia, durante los cuales se han sometido a prueba los productos del fabricante en cuestión.

Las ventajas de la aplicación de este principio se extiende también al mantenimiento y reparación del equipo. Reduciendo el número de tipos, marcas y modelos del equipo, es más fácil tener a mano una reserva suficiente de piezas y accesorios. Además, el personal de mantenimiento llega así a familiarizarse por completo con las exigencias propias del equipo en cuanto a mantenimiento preventivo y/o correctivo.

f. Elegir un equipo que tenga flexibilidad. Incluso en los procesos más normalizados, debe siempre tenerse en mente, la posibilidad de introducir cambios. Las grandes fábricas pueden lograr más flexibilidad disponiendo de una amplia variedad de aparatos.

#### 6. Principios de mecanización y automatización.

El uso mecanizado o automatizado del equipo de manejo es posible hacerse cuando se toman las siguientes consideraciones:

a. Considerar el uso de la mecanización para:

- Cantidades grandes de volúmenes de materiales
- Movimientos frecuentes y repetitivos
- Movimientos largos
- Movimientos difíciles y peligrosos
- Movimiento pesado de contenedores
- Disminución del tiempo de manejo
- Surtido continuo y uniforme.

b. Diseñar o seleccionar contenedores apropiados para su movimiento mecanizado.

c. Mecanizar las comunicaciones para facilitar el movimiento de materiales.

d. Utilizar acomplamientos mecánicos, switches, transferencias, etc.

e. Mover guías pesadas, accesorios, herramientas, etc., por medios -

mecánicos.

En estos principios de mecanización cabe mencionar los siguientes -- principios referentes a contenedores y empaques.

Se preferirán los contenedores y empaques de acuerdo con los siguientes criterios:

- a. Que se manejen con montacargas y no manualmente.
- b. Que no requieran traspaleo.
- c. Que sean estándar.
- d. Que protejan el material.
- e. Que contengan la mayor cantidad posible de piezas.
- f. Que sean estibables.
- g. Que sean duraderos y retornables.
- h. Que su costo sea mínimo. .

#### 7. Principios de sistemas

Un sistema de manejo de materiales debe ser una integración de todas las actividades involucradas en la planta; tales como; recibo, almacenaje, producción, inspección, embarque y transporte. Algunas consideraciones importantes de estos principios son las siguientes:

- a. Considerar el panorama general de la actividad de manejo.
- b. Planear flujo entre áreas de trabajo.

- c. Integrar el sistema de manejo, operaciones como: proceso, inspección, empaque, etc.
- d. Prevenir métodos alternos de manejo, para casos de emergencia.
- e. Tratar de mover materiales directamente hacia producción, sin áreas intermedias para evitar exceso de manejos.
- f. Trabajar muy de cerca con proveedores, clientes y transportistas.
- g. Mantener flexibilidad para futuros requerimientos; cambios de producto, proceso, volumen, etc.

#### 8. Principios de seguridad.

Proporcionar siempre un método y equipo de manejo seguro es uno de los primeros objetivos del ingeniero de manejo de materiales, mejorando las condiciones de trabajo y proporcionando técnicas seguras de manejo.

Algunas guías de seguridad son las siguientes:

- a. Instalar protecciones adecuadas y dispositivos de seguridad en el equipo de manejo.
- b. Mantener el equipo de manejo en buenas condiciones de operación.
- c. Proporcionar equipo de manejo mecánico para actividades de manejo peligrosas, difíciles y arduas, así como para manejo de materiales peligrosos.
- d. No permitir equipo de manejo o dispositivos para sobrecargarlos.
- e. Examinar el trabajo de levantar cargas entre dos hombres para uso posible de equipo mecánico.

- f. Mantener pasillos despejados.
- g. Instalar iluminación adecuada.
- h. Mantener los pisos en buenas condiciones.
- i. Proporcionar el adecuado mantenimiento al equipo.
- j. Evitar condiciones de amontonamiento de material.
- k. Conocer perfectamente las operaciones e instrucciones apropiadas en el uso del equipo.
- l. Utilizar controles de emergencia en el equipo de manejo.
- m. Utilizar colores claros o luces móviles para hacer resaltar los obstáculos en el manejo, movimiento de vehículos o áreas peligrosas.

#### 9. Principios de costo.

A pesar de que la contabilidad de costos ha ocupado un importante papel durante algún tiempo por sí misma, aún queda mucho trabajo por hacer antes de que la industria, tenga a su disposición métodos adecuados para determinar el costo de las operaciones de manejo.

- a. Conocer los costos de manejo.

Esto es fácil de decir pero difícil de hacer. El manejo de materiales entra a formar parte de todas las operaciones y es, a menudo, el elemento más difícil de normalizar y de medir.

El estudio de tiempos y la cuidadosa medida de las operaciones elementales que constituyen el manejo son el único medio de aislar, y así con-

trolar, el costo de este manejo que forma parte de las operaciones de fabricación.

b. Determinar el equipo que, en conjunto determine el más bajo costo de manejo.

Este principio supone que los costos de manejo son conocidos, pero no siempre es válida tal suposición. Para poder aplicar este principio - suele ser necesario determinar el costo de manejo correspondiente a cada uno de los tipos de equipo que se considere.

c. Amortizar el equipo en un periodo de tiempo razonable.

Cuando el equipo de manejo se introduce en un departamento o en una operación desde el principio, no suele ser difícil reembolsar su importe en un periodo de tiempo bastante corto. En muchos casos, la dirección da al departamento de manejo de materiales una gran libertad en la compra de maquinaria con tal de que sea amortizada en un periodo determinado.

El mayor peligro de una política de amortizaciones a corto plazo es que puede ser pasada por alto la posibilidad de ahorros a plazo más largo. La compra de tipos de equipo más duradero se ha comprobado que, a la larga, es mucho más económica que la de los aparatos de vida más corta.

C A P I T U L O   I I I

APLICACION DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL MANEJO .  
DE MATERIALES

## APLICACION DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS EN EL MANEJO DE MATERIALES

El estudio de tiempos y movimientos es una de las herramientas más importantes para el ingeniero de manejo de materiales. Con ello se tendrán las bases para desarrollar mejores métodos de trabajo, reducir movimientos innecesarios y poder realizar las asignaciones tanto de recursos humanos como de equipo.

A continuación se presentan las bases para llevar a cabo una simplificación del trabajo. Posteriormente la forma de representar el flujo de los materiales y por último la forma de llevar a cabo un estudio de tiempos aplicable al manejo de materiales.

En la simplificación del trabajo, primeramente se deben conocer las reglas básicas de los movimientos corporales, para posteriormente desarrollar un método mejor.

En la industria automotriz y en general en toda la industria, el desarrollo de las modernas técnicas de producción constituyen la historia de cómo se han ido eliminando las operaciones improductivas del operario. Tales mejoras han permitido a éste dedicarse a otros trabajos que añadan valor directo al producto, esto es eliminando movimientos innecesarios.

Hay que tener presente que la disminución de los costos de manejo de

materiales se inicia en la misma área de trabajo.

El manejo de materiales dentro de la zona de trabajo no implica grandes recorridos, pero si es un manejo de gran volumen, completamente a mano, y que es altamente repetitivo. Además, a medida que las distancias - a que se han de alcanzar los materiales, pasan de cierto límite, entran en juego otras partes del cuerpo y esto produce un mayor esfuerzo. Las siguientes reglas deben de conocerse para poder llevar a cabo una simplificación del trabajo.

a. Clasificación de los movimientos de la mano. Los movimientos realizados con la mano pueden clasificarse en los tipos siguientes:

1. Movimientos de los dedos.
2. Movimientos en que intervienen los dedos y la muñeca.
3. Movimientos en que intervienen los dedos la muñeca y el antebrazo.
4. Movimientos en que intervienen los dedos, la muñeca, el antebrazo y el brazo.
5. Movimientos en que intrvienen los dedos, la muñeca, el antebrazo, el brazo y el hombro.

El primer movimiento mencionado es el que exige el menor tiempo y el menor esfuerzo y por lo tanto debe ser usado siempre que sea posible.

b. Precolocación. Los materiales que llegan deben dejarse en la posición que haga más rápido y fácil su posicionamiento definitivo en el ---

área de trabajo, lo mismo si se trata de una operación de montaje o de mecanización.

c. Principios de economía de tiempo. En general todos los movimientos en el área de trabajo, se deben llevar a cabo, siempre que sea posible, conforme a los siguientes principios:

1. Ambas manos deben comenzar y terminar sus movimientos al mismo tiempo.
2. No deben estar ociosas ambas manos al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
3. Los movimientos de las manos deben hacerse en direcciones opuestas y simétricas. Además deben ser simultáneas.
4. Deben emplearse los impulsos para ayudar al operario, cuando sea posible, pero éstos deberán reducirse a un mínimo si han de ser vencidos por esfuerzo muscular.
5. Son preferibles los movimientos en curva continua a los movimientos en zig-zag o en línea recta, en los que hay cambio de dirección repentinos y bruscos.
6. Los movimientos libres son más fáciles, más rápidos y más exactos que los restringidos o controlados.
7. El ritmo es esencial para la ejecución suave y automática de una operación y debe disponerse el trabajo para permitir un ritmo fácil y natural, siempre que sea posible.
8. Generalmente resulta más rápido el traslado de pequeños objetos -

por el deslizamiento que por transporte.

Con respecto a la distribución del lugar de trabajo se deben seguir las siguientes reglas:

9. Deben utilizarse depósitos de suministro por gravedad para entregar el material lo más cerca posible del punto de utilización.
10. La iluminación deberá ser adecuada.
11. La altura del lugar de trabajo y la del asiento deberán combinarse en forma que permitan al operario trabajar cómodamente sentado o de pie.

El diseño de herramientas y equipo se deberán de realizar conforme a los siguientes principios:

1. El elemento "sostener" debe eliminarse, siempre que sea posible, mediante el uso de algún artificio mecánico.
2. Siempre que sea posible deben combinarse dos o más herramientas.
3. Deben colocarse las herramientas y los materiales en posición previa.
4. Los mangos y manijas como los utilizados en manivelas y destornilladores grandes, deben diseñarse de manera que la superficie de contacto entre la mano y el mango, sea la mayor parte posible. Esto es de especial importancia cuando hay que ejercer una fuerza considerable al utilizar la herramienta.
5. Las palancas, volantes de mano, pulsadores y mangos deben situar-

se de manera que el operador pueda manejarlos con un mínimo de -- cambios de posición del cuerpo y con las mayores ventajas mecánicas.

Haciendo uso de estas reglas será posible llevar a cabo una simplificación en las áreas de trabajo e implantar un método mejor de manejo.

Para que sea posible lograr los beneficios esperados de la simplificación del trabajo, será necesario antes, implementar un programa de simplificación, donde se involucre a todos los afectados.

El programa de simplificación del trabajo no choca con las funciones del resto de la organización. Ayuda a cada supervisor a hacer mejor su propio trabajo. En el caso de los departamentos de servicio como Inspección, Mantenimiento, Diseño de herramientas, Distribución de planta, Ingeniería Industrial, etc., el programa proporciona más datos en que apoyarse para tomar decisiones.

Por ejemplo, se ayuda al supervisor a hacer un mejor trabajo de entrenamiento. Se ayuda al diseñador de herramientas a ver claramente la relación entre el trabajador y la herramienta. Se ayuda al departamento de distribución de planta a planear un mejor acoplamiento del trabajador con los materiales y el equipo. Al departamento de Ingeniería Industrial se le ayuda con un estudio más detallado del trabajo y mayor normalización que conduce a estándares de trabajo menores. El campo del programa de simplificación del trabajo es de una amplitud tal, que ayuda a cada -

uno de los departamentos de la organización.

Todo programa de simplificación de trabajo deberá llevarse a cabo en forma adecuada y sistemática, teniendo siempre como objetivo lograr una reducción de costos, un incremento de productividad, una mejora de las condiciones de trabajo, etc.

A continuación se presenta una relación de las actividades mínimas necesarias para poder desarrollar dicho programa, mismas que se han dividido en forma de sesiones tratando de cubrir con cada grupo de ellas un objetivo específico.

La ayuda que nos proporcionan estas actividades será mayor en medida de que se ejecuten cumpliendo con los siguientes principios.

1. La participación en el programa, llevada tan lejos como fuese práctico, debe extenderse a todos los niveles de la organización.
2. Los participantes deben ser plenamente informados del gran alcance que el programa tiene, tanto para ellos como para la empresa.
3. Dentro del programa, la instrucción de los participantes solo debe ocupar una mínima parte de su tiempo.
4. El plan de instrucción debe ser tal que pueda interesar hasta a una dependiente de tienda (Esto se logra eliminando textos y exámenes).
5. Cada participantes debe convencerse de que el éxito de la aplicación del programa depende de su capacidad para resolver los problemas.

mas. El programa debe conducir a un plan sistemático para la aplicación de los principios a la resolución de problemas.

#### Sesión 1.

- a. Introducción por el ingeniero de la fábrica.
- b. Importancia del programa, para el participante, y para la compañía.
- c. Fijación del objetivo del programa.
- d. Explicación de las responsabilidades que, por su carácter de jefes, -  
tienen los participantes.
- e. Mostrar un problema de una operación en su estado actual, presentada\_ ya sea en una película o en transparencias.

A los asistentes se les pide que registren los detalles de la operación y que propongan mejoras.

#### Sesión 2.

- a. Informe sobre las diversas soluciones descubiertas en el análisis del problema hecho el día anterior.
- b. Se proyecta una película o bien en transparencias que ilustren sobre\_ cómo se habría resuelto el problema en la práctica.
- c. Se hace una comparación de los dos procedimientos que es posible seguir para resolver el problema presentado: 1) Procedimiento basado en las sugerencias de los asistentes; 2) Procedimiento sistemático explicado en el programa.

### Sesión 3.

- a. Se introduce a los participantes en la aplicación del procedimiento - de análisis de procesos.
- b. Se invita a un grupo a hacer operaciones sencillas, como la de exami- nar un libro, mientras otro grupo establece un diagrama del proceso - de operación.
- c. Se les pide a los asistentes que hicieran, antes de la sesión siguien- te, un análisis de una operación o de un proceso aplicando el procedi- miento explicado en la sesión 2.

### Sesión 4.

- a. Se explican las aplicaciones del análisis de procesos.
- b. Se explica el análisis de la circulación de materiales.
- c. Se discuten las experiencias de los miembros del grupo en la aplica- ción del procedimiento de análisis explicado en estas sesiones.

### Sesión 5

- a. Se enseñan procedimientos para el cálculo del costo de producción y - para obtener mejoras en los métodos.
- b. Se repasa el programa completo y los procedimientos explicados a lo - largo de él.
- c. Se revisan las propuestas sobre mejoras en los costos y en los méto- dos, hechas por los participantes en el programa.

Una vez cubiertas estas cinco sesiones se contará con una forma metódica y confiable que nos presente los elementos necesarios para llevar a cabo un estudio de simplificación del trabajo.

A continuación se presenta la metodología ejemplificada con un estudio realizado dentro de la empresa Vehículos Automotores Mexicanos, con la intención de mostrar su aplicación práctica.

El estudio, muestra paso a paso, cómo se llegó a un nuevo acondicionamiento de los puestos de trabajo.

#### DEFINICION DEL PROBLEMA

Como primer paso se tendrá que definir el problema. Los problemas sometidos al análisis de métodos, son transmitidos o tienen su origen generalmente por parte de la gerencia, la superintendencia de producción, el departamento de métodos o bien por sugerencias del personal.

Los problemas varían desde el simple análisis del montaje de un tornillo, hasta el caso más complejo que supone el análisis de un departamento. En este caso especial trataremos sobre un problema que se observó en el departamento de marcado de cristales, donde el método que se venía utilizando no resultaba práctico.

Primeramente el ingeniero encargado de la simplificación de métodos de trabajo, habla con el supervisor que tiene el problema:

El método que se tiene para el marcado de cristales, consiste en que el operario, primeramente abre la caja donde vienen los cristales, toma uno y lo lleva al equipo de marcado, que consiste en un aparato fijo, -- operador por presión de aire. Hace funcionar el marcador para posteriormente tomar el cristal marcado y regresarlo a su caja. Toma otro cristal y realiza las mismas operaciones, cuando todos los cristales de una caja han sido marcados, se lleva a la estación de la línea donde les corresponde ser montados a la unidad. Todo esto ocasiona frecuentes excesos de material en tránsito, obstrucción de áreas, daños en el material, etc.

#### ANALISIS DEL PROBLEMA

Una vez definido claramente el problema, se hace un diagrama de descomposición en elementos. La información para este diagrama se deberá obtener en la misma área de trabajo mediante visitas programadas por parte del ingeniero encargado. La figura 3.1 muestra el diagrama de descomposición de movimientos, elaborado por observación directa del trabajo. Toda la información relativa a la operación queda registrada en esta hoja. Se anotan en ella las diversas actividades necesarias para completar el ciclo de trabajo: Tomar, sostener, llevar, traer, colocar en posición, depositar, esperar, etc.

La operación es, de este modo, descompuesta en varios elementos que el ingeniero puede después estudiar por separado.

## IDEAR LAS SOLUCIONES POSIBLES

Al idear las soluciones es importante considerar las posibilidades de que haya más de una manera de resolver el problema. Puede ser que se piense tan solo en una solución y que ésta sea la que deba adaptarse; -- sin embargo, deben buscarse todas las soluciones posibles antes de que pueda considerarse completa esta etapa. Para el problema en estudio se encontraron las siguientes alternativas de solución.

- Que el mercado de cristales venga directo del proveedor.
- Hacer una mejor distribución del equipo en el departamento de marcado.
- Realizar el marcado cuando el cristal se encuentre ya instalado en la unidad.

## EVALUAR LAS SOLUCIONES POSIBLES

En la etapa de evaluación se lleva a cabo una apreciación de cada solución. Se hace un análisis de la economía y la factibilidad de cada una de las soluciones sugeridas.

El análisis en cuanto a la economía tiene que incluir un estudio de balance entre la mano de obra, las facilidades, el material y el producto.

Se elige la tercera solución propuesta por las siguientes razones: - Se cuenta con la mano de obra capacitada para realizar dicha operación,

OPERACION <u>Marcado de cristales</u> FECHA: <u>8/11/82</u>	
METODO <u>Presente</u> ANALIZO: <u>A.Cano</u>	
Opera- ción	D E S C R I P C I O N
1	Transporte de cajas de cristales a Depto. de marcado.
2	Colocarla en el pasillo
3	Abrir caja de cristales
4	Tomar una pieza
5	Llevarla al marcador de cristales
6	Colocar en el marcador
7	Hacer funcionar el marcador y presionar
8	Retirar cristal de marcador
9	Llevar cristal a caja
10	Colocarlo en caja
11	Tomar otro cristal
12	Una vez marcados todos los cristales de una caja, esta es llevada a la línea de ensamble donde serán colocados.

FIG. 3.1 Diagrama de descomposición de movimientos.

agiliza el proceso de marcado y el área nueva para marcado, puede considerarse despreciable en comparación con la actual.

#### CONSTRUCCION DEL MODELO

Cuando se adoptó el método de acción, se construyó una modelo a tamaño natural. El cristal es colocado en la línea de ensamble en su estación correspondiente. En la siguiente estación, ya que el cristal ha sido fijado a la unidad, el cristal es marcado con el símbolo de VAM por un equipo manual de marcado, operado por presión de aire. Este equipo es de uso sencillo y solo necesita recargarse en el cristal y hacerlo funcionar para que quede el logotipo marcado en el cristal.

#### EXAMEN PRELIMINAR

Una vez construido el modelo, el ingeniero lo examinó con el jefe de procesos y producción. Determinando qué trabajos adicionales se hacen. Una vez que el personal involucrado ha tenido oportunidad de aportar sus ideas y se han realizado los cambios sugeridos, se invitó al supervisor del área correspondiente a que examine el nuevo método, ya que es él quien ha de llevarlo a la práctica.

#### REVISION FINAL.

En este punto se hizo intervenir al departamento de distribución en planta, para que determine los elementos auxiliares y el equipo adicional que se requiera para llevar a efecto el nuevo método. Decidieron además si los elementos auxiliares necesarios se han de comprar a entidades

fuera o si se han de fabricar en VAM. Se decidió hacer una instalación - aérea de aire a presión en la cual se conectará por medio de una manguera, el nuevo equipo de marcado el cual fue comprado fuera y se le adoptó en el taller herramental la plantilla que lleva el logotipo de VAM.

#### INSTALACION

Ya que se adquirieron los elementos requeridos para el funcionamiento del nuevo método, se pasó a su colocación o instalación, actividad realizada por el departamento de mantenimiento.

#### EJECUCION

Una vez que el operario fue adiestrado en el nuevo método, este ejecutó la operación, siendo observado por el ingeniero para comprobar que todo se hiciera como estaba planeado.

#### ESTUDIOS DE TIEMPOS

Una vez ejecutada la operación, el ingeniero efectuó un estudio sobre el nuevo método, con el fin de realizar los cambios correspondientes en el tiempo normal de ejecución.

Además proporcionó pruebas de los ahorros conseguidos con el nuevo método. El tiempo de marcado con el nuevo método fue de 0.25 minutos, -- ahorrándose un tiempo de 1.10 minutos en el marcado de cada cristal, con respecto al método anterior.

Al analizar un problema de manejo de materiales, existen herramientas que ayudan a interpretar y comprender mas claramente la naturaleza de este. Herramientas que proporcionan los medios para encontrar soluciones. Entre estas herramientas se encuentran los medios gráficos para representar la circulación.

Para representar la circulación de materiales en un proceso de producción, se hace necesario contar con una gran cantidad de datos reales, y para que estos datos sean de utilidad, deben representarse de un modo claro, donde pueda apreciarse cómo circulan los materiales y se vea clara la importancia de esta circulación. Por lo tanto, la forma de representación resulta muy importante para cualquier estudio de movimiento de materiales.

Se utilizan varios métodos para representar esta circulación. Cada uno de los cuales tiene una determinada aplicación y el ingeniero de manejo de materiales debe elegir el método o la técnica apropiada al problema en estudio. Los métodos más utilizados para la representación de la circulación de los materiales son:

1. El diagrama del proceso de operación
2. Diagrama del proceso de flujo
3. Diagrama del proceso de recorrido

El diagrama de proceso es una representación gráfica de los sucesos y constituye una información de lo que ocurre a lo largo de una serie de

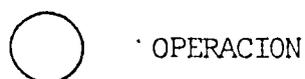
acciones u operaciones. Es un medio eficaz para representar en forma simplificada los factores que afectan al problema. Esto es de gran importancia en el estudio de un problema de producción desde el punto de vista - del manejo de materiales.

Existen dos tipos de diagramas de proceso: diagrama del proceso de la operación y diagrama del proceso de flujo.

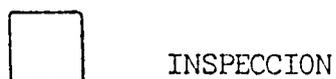
### 1. Diagrama del proceso de operación.

El diagrama del proceso de operación (fig. 3.2) es una representación gráfica de los puntos en que los materiales son introducidos en el proceso y de la sucesión de operaciones e inspecciones. Además contiene información que se considera necesaria para el análisis, tal como el tiempo de ejecución y entronque o ensamble de los componentes secundarios con el componente principal.

Los símbolos que se utilizan en este diagrama son los siguientes:



Se realiza una operación cuando se cambia intencionalmente alguna de las características físicas o químicas de la parte que va a ser estudiada, se monta o desmonta de otro objeto o se prepara para otra operación.



OPERACION <u>Marcado de cristales</u> FECHA: <u>8/11/82</u>		
METODO <u>Presente</u> ANALIZO: <u>A.Cano</u>		
<input checked="" type="radio"/> OPERACION <input type="checkbox"/> INSPECCION		
TIEMPO	SIMB.	DESCRIPCION
	①	Transportar cajas con cristales
	②	Colocar en depto de marcado
0.138	③	Verificar tipo de caja
0.132	④	Abrir caja
0.110	⑤	Tomar una pieza
0.165	⑥	Llevarla a la maquina marcadora
0.145	⑦	Colocarla en el marcador
0.150	⑧	Marcar el cristal
0.115	⑨	Verificar marcado
0.095	⑩	Retirar cristal de marcador
0.165	⑪	Regresar cristal a caja
0.135	⑫	Colocarlo en caja
	⑬	Tomar otro cristal
	⑭	Llevar caja de cristales a linea de ensamble
1.35 min		

Fig. 3.2

Diagrama del proceso de operación correspondiente al problema de marcado de cristales.

Ocurre una inspección cuando se verifica la cantidad, la calidad o ambas. En esta actividad la parte que está siendo estudiada se verifica o examina para ver si está en conformidad con lo planeado.

Cuando se desea indicar actividades realizadas, ya sea simultáneamente o por el mismo operario en el mismo puesto de trabajo, se combinan los símbolos de estas actividades.

Para la elaboración de un diagrama de proceso de operación se sigue una serie de pasos:

- Identificar en la parte superior de la hoja el título del diagrama.
- Indicar si el método es presente o propuesto.
- Identificación del nombre del analista, fecha, planta, área y departamento.
- Se traza una línea horizontal de material y sobre de ella una breve descripción del material.
- A continuación se traza una línea vertical de flujo hacia abajo, a partir del extremo derecho de la línea horizontal de material, y se traza un símbolo para la primera operación o inspección según sea el caso.
- A la derecha del símbolo de cada actividad se indica una descripción breve pero específica del evento.
- A la izquierda del símbolo se anota el tiempo requerido para ejecutar la actividad. Por lo común no se indica tiempo para las inspec

ciones.

- Todas las operaciones e inspecciones se enumeran cronológicamente, por separado, como medio de identificación y referencia.
- Al final del diagrama se puede hacer un resumen de los eventos realizados.

El diagrama del proceso de operación se utiliza principalmente para analizar: Materiales, procesos de fabricación, condiciones de trabajo y diseño de partes.

## 2. Diagrama del proceso de flujo

El diagrama del proceso de flujo (fig.3.3.) es una representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, retrazos o demoras y almacenamientos que tienen lugar durante un proceso, incluyendo toda la información que se considere necesaria para el análisis, tal como el tiempo requerido y la distancia recorrida.

El significado de los nuevos símbolos utilizados es el siguiente:



TRANSPORTE

Indica el movimiento de trabajadores, materiales, maquinaria o equipo de un lugar a otro, excepto cuando tal movimiento se efectúa en el curso normal de una operación o inspección.



DEMORA

Indica un retraso en el desarrollo de los hechos, especialmente cuando el material no puede ser procesado inmediatamente al llegar a la siguiente estación de trabajo.



ALMACENAMIENTO

Un almacenamiento tiene lugar cuando se guarda o protege un objeto contra un traslado no autorizado.

Este diagrama es muy útil para poner de manifiesto costos ocultos, es decir, aquellos que no aparecen a simple vista y que sólo se descubren cuando se hace un análisis detallado, estos costos ocultos involucran distancias recorridas, demoras y almacenamientos.

Incluye, como el diagrama de operaciones, descripción del proceso, método existente o propuesto, fecha, número de estudio, nombre del analista, departamento o sección, etc.

Este diagrama se puede hacer en una forma similar al diagrama de proceso de operación, pero es preferible hacerlo en hojas ya preparadas para este propósito.

El diagrama de flujo tiene tres usos principales:

El operador. Diagrama que representa lo que hace la persona que trabaja.

El material. Diagrama que representa lo que le sucede al material a través de las diferentes etapas de su proceso.

El equipo o maquinaria. Diagrama que muestra cómo se emplea el equipo o maquinaria.

En este diagrama el análisis se deberá concentrar en los recorridos y en los tiempos de demoras y almacenamientos. Es decir, deberá dar especial importancia al manejo de materiales, distribución de planta y equipo, tiempos de demoras y tiempos de almacenamiento.

### 3. Diagrama del proceso de recorrido.

El análisis de actividad, distribución de planta y desplazamientos - considerables, puede resultar incompleto con el diagrama de proceso de flujo, y es por esto que el análisis se complementa con el diagrama de recorrido (fig. 3.4).

El diagrama de recorrido es una representación pictórica de la distribución de un proceso, en donde se muestra la localización de todas las actividades que aparecen en el diagrama de proceso de flujo correspondiente y las distintas trayectorias que se siguen a lo largo del trabajo.

Pasos para la elaboración del diagrama de recorrido:

- Construir un plano a escala en donde se muestre toda el área de circulación.

OPERACION <u>MARCADO DE CRISTALES</u> FECHA <u>25/11/82</u>							
METODO <u>PRESENTE</u> ANALIZO <u>A. CANO</u>							
TIEMPO MIN.	DISTAN- CIA MTS.	OPERA- CION	TRANS- PORTE	INSPEC- CION	DEMORA	ALMACEN- AMIENTO	DESCRIPCION
1.85	55	○	◊	□	◐	▽	Transporte cajas
		○	◊	□	◐	▽	Colocar en Depto. Marc.
0.165	6	○	◊	□	◐	▽	Cajas almacenadoras
0.138		○	◊	□	◐	▽	Dirigirse a cajas
0.132		○	◊	□	◐	▽	Tomar caja, colocar en pasillo
0.110		○	◊	□	◐	▽	Abrir caja
0.165	6	○	◊	□	◐	▽	Tomar un cristal
0.145		○	◊	□	◐	▽	Llevarlo al marcador
0.150		○	◊	□	◐	▽	Colocarlo en marcador
0.115		○	◊	□	◐	▽	Marcador cristal
0.095		○	◊	□	◐	▽	Verificar marcador
0.165	6	○	◊	□	◐	▽	Retirar cristal
0.135		○	◊	□	◐	▽	Llevarlo a caja
0.110		○	◊	□	◐	▽	Colocarlo en caja
	15	○	◊	□	◐	▽	Tomar otro cristal
		○	◊	□	◐	▽	Llevar caja a línea Ensamble

FIG. 3.3 Diagrama del proceso de flujo correspondiente al ejemplo del problema de marcado de cristales.



- Localizar las actividades en los puntos donde se efectúan. Utilizar la simbología correspondiente.
- Trazar por medio de una línea el flujo o la trayectoria que sigue el objeto en estudio, indicando con una flecha el sentido de la trayectoria.
- Medir y anotar las distancias que se tienen que recorrer.

Cuando el tiempo y los factores económicos lo permiten, pueden hacerse diagramas de recorrido más satisfactorios. Dentro de estos se encuentran diagramas de recorrido tridimensionales, maquetas, modelos y plantillas.

A continuación y a manera de mostrar una aplicación más concreta del uso de los diagramas de proceso, se presenta un análisis propuesto del procedimiento y control del manejo de materiales en VAM. Este análisis tiene por objeto formalizar dicho procedimiento, ya que en la actualidad no se cuenta con un correcto control de los materiales, desde su recepción, hasta que son utilizados en la línea de producción.

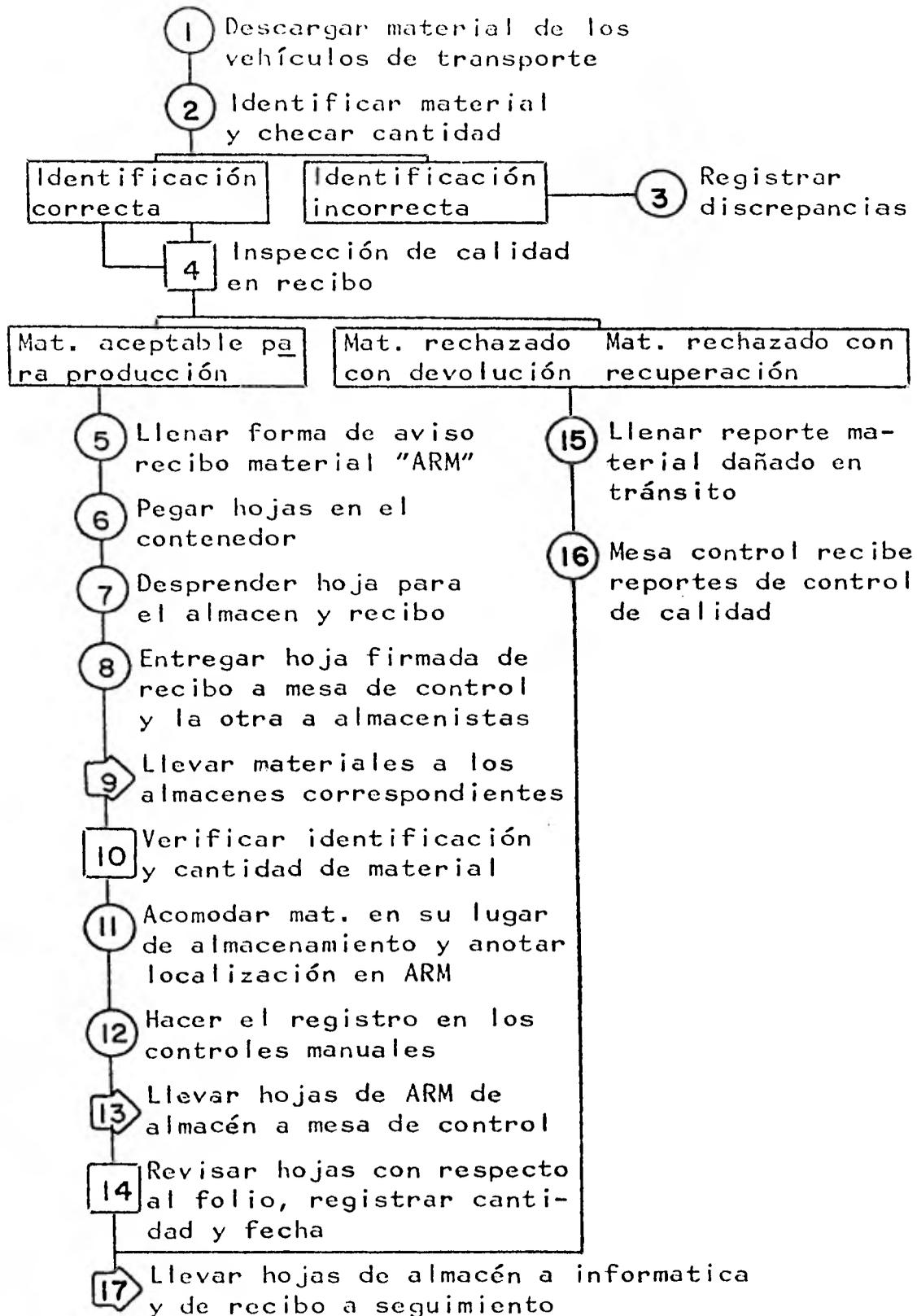
La forma en que se desarrolló este punto fue el siguiente:

- a. Se presenta la secuencia de operaciones en forma de diagrama de proceso.
- b. Se hace una asignación de las operaciones del diagrama al personal que debe ejecutarlas, haciendo referencia al diagrama y definiendo el departamento o sección que tendrá bajo su responsabilidad.

dad la correcta ejecución de cada una de las operaciones.

Estos dos puntos se desarrollan a manera de bloques en cada una de las funciones que se mencionan:

- A. Recibo de materiales
- B. Inspección control de calidad
- C. Surtido de materiales



## ASIGNACION DE OPERACIONES

## PROCESO A: RECIBO DE MATERIALES

ACTIVIDAD	PERSONAL RESPONSABLE	SECCION O DEPTO.
A1	montocarguistas ayudantes	recibo nacional e importación.
A2	checadores	recibo nacional e importación
A3	checaodres	recibo nacional e importación
A4	inspectores	control calidad
A5, 6 y 7	checadores	recibo nacional e importación
A8	supervisor	recibo nacional e importación
A9	montacarguistas ayudantes	recibo nacional e importación
A10	almacenistas	bodegas internas y anexos
A11	montacarguistas ayudan. y almac.	materiales y bo- degas
A12	almacenistas	materiales y bo- degas
A13	supervisor	materiales y bo- degas
A14	controladores	materiales y área administrativa
A15	supervisor	recibo nacional e importación
A16	controladores	materiales, área administrativa
A17	controladores	materiales, área administrativa

1 Inspección de materiales por control de calidad

---

Material fuera de especificaciones. De ese material puede haber recuperación para descarte.

---

2 Elaborar reporte diario de material descartado

3 Materiales recoge los diferentes reportes de control de calidad

4 Llevar la copia de reportes a seguimiento

5 Revisar que todos los reportes lleven localización del material y registrar la cantidad de reportes que serán enviados a informatica

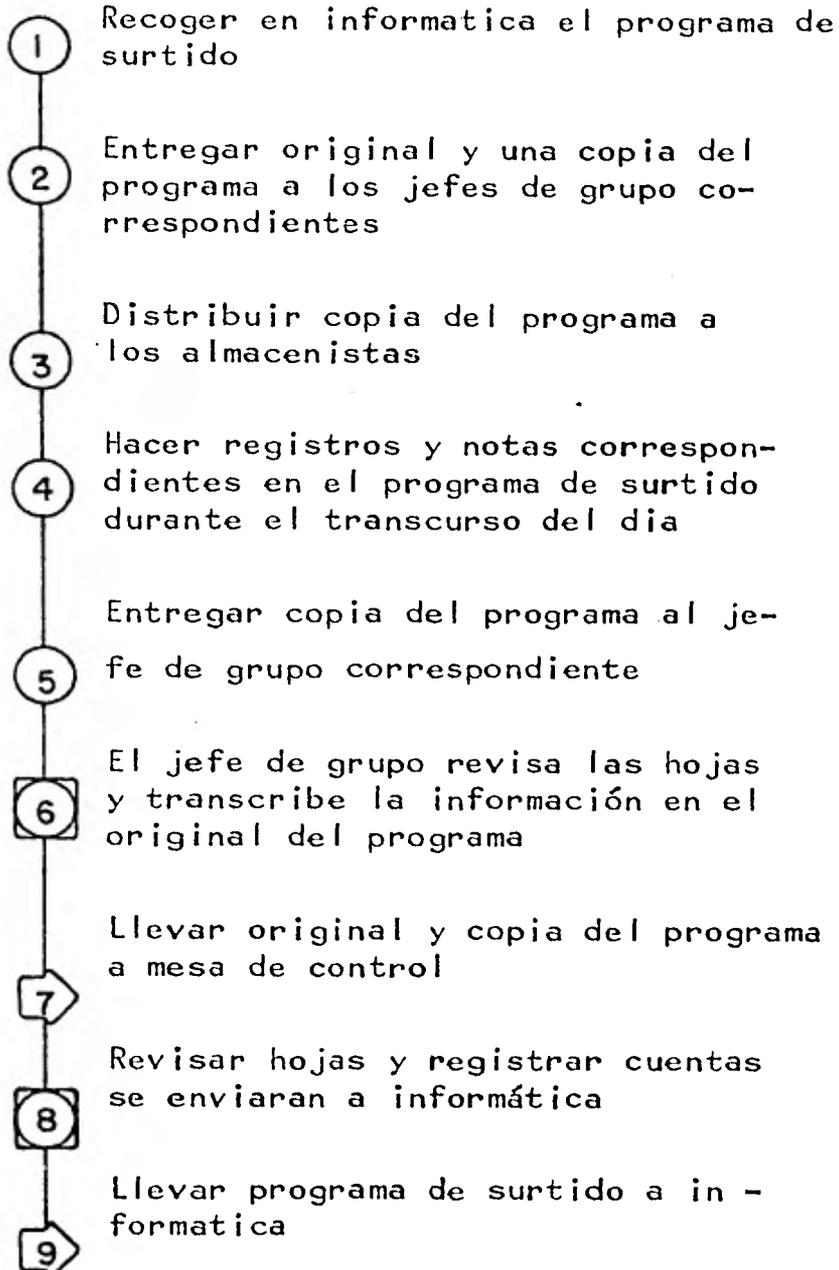
6 Llevar los reportes a informatica

## ASIGNACION DE OPERACIONES

## PROCESO B: INSPECCION CONTROL DE CALIDAD

ACTIVIDAD	PERSONAL RESPONSABLE	SECCION O DEPTO.
B1 y B2	inspectores	control calidad
B3	controladores	materiales, área administrativa.
B4	controladores	materiales, área administrativa
B5 y B6	controladores	materiales, área administrativa

## PROCESO C: SURTIDO DE MATERIALES



ASIGNACION DE OPERACIONES  
PROCESO C: SURTIDO DE MATERIALES

ACTIVIDAD	PERSONAL RESPONSABLE	SECCION O DEPTO.
C1 y C2	controladores	materiales, área administrativa
C3	jefes de grupo	materiales, área operativa
C4 y C5	almacenistas	materiales, área operativa
C6 y C7	jefes de grupo	materiales, área operativa
C8 y C9	controladores	materiales, área administrativa

## ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL MANEJO DE MATERIALES

Realizar estudios sobre manejo de materiales representa algo más que el análisis de la circulación, por muy bien desarrollada que se haga. Lo verdaderamente importante para una empresa es el costo de ese manejo. El costo depende de la cantidad que se invierte en equipo, el costo del espacio requerido y de la cantidad invertida en pagar la mano de obra que hace falta para llevar a cabo un movimiento o transporte de material.

La forma en que es posible determinar en el manejo de materiales, la cantidad de mano de obra requerida, el equipo necesario y por tanto los costos involucrados, es mediante el estudio de tiempos. El tiempo debe ser medido y determinado para poder efectuar sobre bases firmes el estudio económico de cualquier método de manejo. El estudio de tiempos constituye entonces una de las más valiosas herramientas que tiene a su disposición el ingeniero de manejo de materiales.

La medición del tiempo en el manejo de materiales representa dos resultados: primero, sirve para analizar y descomponer los elementos que constituyen una operación. Segundo, proporciona una medida de la importancia de las tareas elementales de manejo, la cual es función del tiempo para la realización de cada una de ellas.

Hay que tener muy presente que cuando se intenta medir el trabajo y controlar la productividad en actividades de manejo de materiales, es común encontrar resistencia de algunos ejecutivos o empleados. Esta resis-

tencia se debe al desconocimiento de lo que significa el estudio de tiempos y de sus efectos sobre la productividad.

Los principales temores y objeciones, serán como los siguientes:

1. "El trabajo de manejo de materiales es muy variable y por ello no se puede medir ni controlar".
2. "Si se controla la eficiencia, se pierde calidad".
3. "Es mejor usar una computadora que tratar de controlar la eficiencia".
4. "Antes de medir el trabajo hay que simplificarlo" (y, naturalmente, ahora tenemos demasiado trabajo para ocuparnos de eso).

Todas estas afirmaciones son comunes, pero todas son falsas. De hecho, todo el personal que realice trabajos repetitivos puede ser sujeto a un estudio que mida el trabajo: Contra la opinión de quienes no conocen el estudio de la medición del trabajo, en el manejo de materiales, al aplicar éste se logrará obtener los siguientes beneficios:

- Simplificar los métodos de manejo.
- Evaluar en tiempo las actividades de manejo.
- Reducción del tiempo invertido.
- Contar con un medio para distribuir la mano de obra de la manera más correcta.
- Organizar las operaciones.
- Control constante, que pone a los jefes en condiciones de aplicar,

en cada momento, las medidas necesarias.

- Distribuir y utilizar en una forma más adecuada el equipo.
- Contar con una herramienta eficaz para medir los costos involucrados en las tareas de manejo de materiales.

#### TECNICAS PARA EL ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL MANEJO DE MATERIALES

Las claves para el establecimiento de un buen sistema de control de la productividad son dos: La racionalización de los sistemas de trabajo y la medición del trabajo.

Las técnicas usuales para medición del trabajo pueden clasificarse - en tres grandes grupos:

##### 1. DE OBSERVACION DIRECTA

- Estudio de tiempos cronometrados.
- Muestreo aleatorio del trabajo
- Muestreo de alta frecuencia
- Estadística de producción

##### 2. DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

- Work Factor o factor de trabajo
- M.T.M. o medida de tiempo de los métodos

- Datos maestros para oficinas
- Estándares universales de mantenimiento.

### 3. DE TIEMPOS ESTIMADOS.

Independientemente de que cualquiera de las técnicas enunciadas puede usarse en algún caso particular, las técnicas más aplicables al manejo de materiales son las de Estudio de tiempos cronometrados, Muestreo - aleatorio del trabajo, Muestreo de alta frecuencia y M.T.M. o medida del tiempo de los movimientos. Estas técnicas se explican a continuación.

#### ESTUDIO DE TIEMPOS CRONOMETRADOS

Estudio de tiempos es la técnica de medición del trabajo, es un proceso de muestreo y medición que incluye la recopilación, investigación y análisis de los hechos para obtener estándares que posteriormente se utilizarán para cálculos de mano de obra, mejoramiento de la actividad de - trabajo y cálculo de costos involucrados en las tareas. El equipo necesario para efectuar el estudio de tiempos es la forma de estudio de tiempos y el cronómetro.

A continuación se presenta una lista de definiciones de los términos empleados en el estudio de tiempos.

## Estándar de trabajo

Es el producto final de las observaciones de un estudio de tiempos e indica el tiempo requerido para realizar una operación, de acuerdo con un método establecido y con cierta calidad de mano de obra a un ritmo normal de trabajo.

### Elemento

Es una subdivisión de una operación, la cual puede ser correctamente reconocida y tiene puntos de inicio y terminación fácilmente observables

### Elemento cíclico

Es una operación del trabajo que ocurre regularmente en el proceso de una pieza o grupo de piezas dentro de un ciclo completo de trabajo.

### Punto de corte

Es la terminación de una operación.

### Tiempo cronometrado.

Es el tiempo real empleado por un operario para efectuar un trabajo y que es registrado por un analista mediante el uso del cronómetro.

### Tiempo normal

Es el tiempo que necesita un operario para realizar un trabajo, haciéndolo a velocidad normal y en condiciones normales. Se obtiene de co-

regir el tiempo cronometrado con el factor velocidad, con que se haya calificado al operario.

### Velocidad

Es la medida en la que el operario por su habilidad y esfuerzo, realiza su trabajo. La velocidad normal en la escala porcental es 100.

### Suplementos

Es la adición al tiempo básico de una operación para cubrir las demoras inevitables, tales como cambios de herramientas, limpieza, tiempo personal, etc.

### Tiempo continuo

Técnica de cronometraje en la cual se permite al reloj correr en forma ininterrumpida a lo largo de toda la observación. Las lecturas son registradas al punto de corte de cada operación.

### Regreso a cero.

Técnica de cronometraje en la cual el reloj es regresado a cero en el punto de corte de cada operación, registrándose el tiempo real en cada operación.

El paso inicial en el estudio de tiempos y establecimiento de estándares de trabajo es una vista general de las operaciones, de manera de familiarizarse con su propósito, secuencia y método.

Una lista de observaciones previas será completada antes de cronometrar la operación, cubriendo básicamente los siguientes puntos.

Familiarizarse con:

- Todas las operaciones y su función
- La secuencia de las operaciones
- Método usado para realizar el trabajo
- Flujo del material
- Equipo utilizado.

Debido a que el supervisor está en contacto directo con el trabajo y con los trabajadores, debe solicitarsele su cooperación.

El supervisor está en posición de ayudar en el establecimiento de estándares. El puede ver, hasta donde sea posible, que las condiciones de trabajo sean adecuadas, puede instruir al trabajador y verificar que se lleven a cabo todos los cambios sugeridos.

La cooperación de la supervisión debe ser solicitada en todos los casos, como ayuda adicional en el establecimiento de estándares de trabajo.

El paso siguiente es hacer una descripción detallada de la operación.

El ciclo de trabajo en una operación debe ser cuidadosamente analizado y dividido en elementos, cada uno de los cuales comprenderá una serie de movimientos necesarios para completar una operación, tal como posición

nar la pieza, descargar, etc.

Cada elemento deberá ser de una longitud tal que permita al observador registrar cuidadosamente el tiempo, evaluar el rendimiento del operario y percibir cualquier desviación del método de trabajo.

En cualquier caso la sub-división del contenido de trabajo deberá -- ser hecha con miras a establecer subdivisiones definidas y fácilmente -- identificables en el ciclo de trabajo, de manera que puedan hacerse registros uniformes y cuidadosos.

Los puntos de inicio y terminación de cada elemento deben ser identificados en la hoja de observación.

La operación debe ser descrita adecuadamente por elementos, de tal manera que cualquier cambio en el método pueda ser fácilmente advertido. Esto significa que todos los factores que tienen efecto significativo en el tiempo deben ser claramente descritos. Esto puede crear la necesidad de identificar la mano de obra usada en el trabajo, las caminatas, distancias involucradas, etc.

Cuando sea necesario establecer la distribución del área y las condiciones de trabajo incluidas en el estándar, deberán realizarse bosquejos de dicha área. Por lo regular existen planos disponibles de la distribución de cada departamento; a tales planos pueden añadirse la localización del operario, los contenedores de material, el flujo de material,

etc.

Los siguientes pasos para el establecimiento de estándares de trabajo, mediante el estudio de tiempos son la selección del operario que será estudiado, el cronometraje de su tiempo de operación y la nivelación de su rendimiento.

Cuando sea posible elegir operadores, debe ser estudiado aquel que trabajó más cerca del ritmo normal.

El cronometrista debe tener la cooperación total del trabajador, para poder asegurarse de un buen estudio de tiempos. El supervisor deberá ser informado de que va a llevarse a cabo el estudio de tiempos y se solicitará su asistencia para notificar al trabajador. Entre ambos deberán instruir al operador, para que realice su operación en forma completamente normal.

La cantidad de ciclos registrados que se requieren para establecer cuidadosamente el tiempo de la operación, variará de acuerdo con la naturaleza de la propia operación.

Las lecturas tomadas se irán anotando en la hoja de observación de estudio de tiempos (fig.3.5)

La descripción más detallada y más cuidadosa de las operaciones registradas no tendrá valor si el rendimiento del operario no es evaluado correctamente. Antes de comenzar a registrar operaciones, el cronometrista

DEFTO: \_\_\_\_\_ SECC. \_\_\_\_\_  
 OBSERVO \_\_\_\_\_ ANALIZO \_\_\_\_\_  
 APROBO \_\_\_\_\_  
 OPERARIO \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_  
 SUPERVISOR \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

PLANTA DE \_\_\_\_\_  
 INGENIERIA DE  
 MANEJO DE MATERIALES

MAQ(S), \_\_\_\_\_ OPER. \_\_\_\_\_  
 DESCRIPCION DE OPERAC. \_\_\_\_\_  
 FECHA DE ELAB. \_\_\_\_\_  
 ELIMINA AL DE \_\_\_\_\_

ELC N°	DESCRIPCION DE ELEMENTOS DE TRABAJO	N° DE CICLOS, MINS. OBS., EVALUACION Y MINS. NOR										PROM.	% SUPL	MINS. STD.
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
OBSERVACIONES:														
														STD. TOT.

FIG. 3.5

ta deberá ser capaz de reconocer y visualizar el rendimiento normal del trabajo.

El concepto de tiempo normal está basado en el rendimiento de un trabajador calificado y con experiencia cuando desarrolle su trabajo de acuerdo con el método y la calidad establecidas y trabajando a un ritmo normal, que pueda sostenerse sin fatiga excesiva. Con el objeto de establecer el trabajo normal para cada operación deberán considerarse los siguientes factores:

- a. Peso, tamaño y manueabilidad del material de trabajo.
- b. Equipo utilizado.
- c. Movimientos y esfuerzos requeridos para el trabajo.
- d. Ritmo al cual deberá hacerse el trabajo de acuerdo con los primeros tres factores.
- e. Entrenamiento necesario para lograr una eficiencia razonable.

Con el concepto del ritmo normal para la operación bien fijo en la mente, la evaluación y el rendimiento del operario es hecha mientras se registran las lecturas del cronómetro.

Inmediatamente después de terminar la observación, la nivelación de cada elemento debe ser anotada en la hoja de observación. Estas nivelaciones son hechas en grados de 5 en 5 por arriba o abajo del rendimiento normal de 100%, y deben representar el promedio de rendimiento del trabajador para cada uno de los elementos a través del estudio.

Antes de dejar el tiempo, la hoja de observación debe ser verificada con la siguiente información:

- Operación y título
- Departamento
- Nombre del ó de los operarios
- Fecha y hora de observación
- Lista de equipo utilizado
- Firma del cronometrista
- Factor de nivelación.

Después de haber determinado los tiempos necesarios para las operaciones, es necesario establecer y agregar el tiempo requerido por demoras individuales, tales como cambios de herramienta, limpieza, tiempo personal, etc., los cuales son necesarios para sostener la producción. Todos los suplementos deberán ser estudiados con la misma consideración y cuidado con que se haga el análisis de los elementos del trabajo, ya que forman parte del estándar de trabajo.

Deberá hacerse un cuidadoso análisis de cada operación para determinar que elementos interrumpirán la continuidad del periodo de trabajo. La práctica ha establecido que el suplemento por tiempos personales es del 5% del turno de trabajo. Este suplemento da al trabajador el tiempo necesario para la satisfacción de sus necesidades personales tales como: tomar agua, ir al baño y atender otros detalles personales menores mientras trabaja.

Cuando se requiera un tiempo adicional para hacer ajustes a máquinas, para cambiar las herramientas, etc. y cuando la naturaleza de este trabajo sea tal que éste pueda no ocurrir durante el curso del estudio de tiempos, se dará este suplemento.

Por último, si la investigación indica que es necesario un suplemento por reparaciones, es importante que las causas de tales reparaciones sean analizadas para distinguir aquellas que sean, para fines prácticos, imposibles de controlar, de aquellas que pueden ser controladas o eliminadas.

El último paso en el estudio de tiempos, es el cálculo del estándar el cual se puede representar en unidades de minutos, segundos y horas.

Primeramente se obtiene el promedio para cada elemento medido, este resulta de la suma de cada elemento observado entre el total de observaciones. A continuación cada promedio se afecta por su suplemento, dándonos directamente el tiempo estandar para cada operación.

La utilización que se le puede dar al estudio de tiempos es muy variada, una de sus aplicaciones más comunes, es su uso para la determinación del requerimiento de mano de obra y de equipo para el surtido de materiales en una línea de producción.

Para apreciar mejor la aplicación de esta técnica, se presenta el siguiente procedimiento para el cálculo y determinación de mano de obra pa

ra varios casos específicos de surtido de materiales.

Para el cálculo de mano de obra y de equipo requerido es necesario, primeramente, contar con una serie de tiempos estándar que permitirán -- llegar a los resultados satisfactorios.

A continuación se presenta una lista con dichos tiempos estándar que se han obtenido, mediante la técnica de estudio de tiempos cronometrados durante la ejecución normal de operaciones.

#### TAMAÑO DE LA PIEZA Y TIEMPO DE TRASPALEO

Sea X = Dimensión máxima de la pieza

<u>Tamaño</u>	<u>Dimensión max. (mm)</u>	<u>Tiempo de traspaleo min/pieza</u>
1	$X < 300$	0.03
2	$300 < X < 600$	0.09
3	$X > 600$	0.19

Los tiempos de traspaleo deberán estar afectados por un factor de -- nivelación que comprenderá el nivel de estiba a que se encuentren los ma-  
teriales.

<u>Nivel de estiba</u>	<u>factor de nivelación</u>
1	1.00

2	1.08
3	1.17
4	1.28

Los niveles de estiba se referirán a los metros por encima del nivel del suelo. Por ejemplo el nivel 1 representa materiales que se encuentran como máximo a un metro de altura.

TRANSPORTE DE UNIDAD DE CARGA, CON MONTACARGAS.

<u>Actividad</u>	<u>Tiempo (min)</u>
tomar y dejar carga	1.25 min/movimiento
arranque y parada	0.10 min/movimiento
viaje con carga	0.0418 min/m X (mts. recorridos)
regreso sin carga	0.0160 min/m X (mts. recorridos)
estiba en bodega	1.85 min/movimiento.

TRANSPORTE DE UNIDAD DE CARGA, MANUALMENTE

<u>Actividad</u>	<u>Tiempo (min)</u>
tomar unidad de - carga	0.12 min/u.c.
viaje con carga	0.073 min/m X(mts. recorridos)
dejar unidad de - carga	0.13 min/u.c.

regreso sin carga      0.033 min/m X (mts. recorridos)  
 estiba en bodega de  
 una unidad de carga    1.01 min/estiba.

#### ESTANDARES PARA CONTROL

<u>Actividad</u>	<u>Tiempo (min)</u>
localización en con- troles y registro	0.70 min/No. de parte
localización física del material en bode ga	0.63 min/No. de parte
registro de cantida- des en controles	0.01 min/No. de parte

Para poder hacer el cálculo de requerimientos será necesario conocer qué tipo de movimientos está asociado a cada material.

Cuando el transporte es manual, involucra normalmente:

- Localización del material en controles de bodega
- Localización física del material en la bodega.
- Traspaleo de material al vehículo de transporte.
- Transporte de material.
- Localización física del punto de surtido.
- Traspaleo del material al contenedor de surtido en línea de producción.

- Registro en controles de la cantidad surtida.
- Regresar al punto de partida para ejecutar otra orden de surtido.

Al realizar transporte de materiales con montacarga se llevan a cabo las siguientes actividades:

- Hacer conocer al montacarguista la localización física del material en bodega.
- Dirigirse con el montacarga a buscar el material.
- Hacer movimientos de estiba con el montacarga para seleccionar el material que debe llevarse a la línea de producción.
- Transportar material a la línea de producción.
- Hacer movimientos de estiba para retirar contenedores vacíos y colocar los que sí tienen material.
- Tomar con el montacarga los contenedores vacíos.
- Transportar contenedores vacíos.
- Estibarlos en su lugar de almacenaje.
- Regresar al punto de partida para ejecutar otra orden de surtido.

Para llevar a cabo el transporte con remolque hay que realizar los siguientes movimientos:

- Proporcionar la ubicación de los materiales a los montacargas en la bodega
- ir con el montacarga a buscar los materiales.
- Hacer movimientos de estiba para seleccionar los materiales.

- Llevarlos hacia el remolque
- Acomodarlos en el remolque con el montacarga
- Enganchar el remolque al tractor
- Transportar materiales a estación de descarga en la planta.
- Descargar materiales con montacarga
- Llevarlos a los puntos de surtido.
- Hacer movimientos de estiba para retirar contenedores vacíos y colocar los que sí tienen material.
- Tomar con el montacarga contenedores vacíos.
- Llevarlos a la estación de descarga.
- Colocarlos en el remolque
- Enganchar remolque.
- Llevarlos a los sitios de almacenaje de equipo vacío.
- Descargar el equipo vacío.
- Hacer movimientos de estiba para acomodar los contenedores.
- Dirigirse al punto de partida para ejecutar otras órdenes de surtido.

Ahora bien, con la utilización de los estándares ya vistos, aplicados a los programas de surtido y teniendo presente las actividades que son necesarias para el surtido de materiales, se obtendrán las cantidades de mano de obra y equipo requerido. Para obtenerlos bastará dividir las horas a utilizar en cada uno de los diferentes movimientos, entre la cantidad de horas por turno o por día de trabajo.

Considérense los ejemplos siguientes para la ilustración sobre la manera de cálculo.

a. Se debe de surtir el número de parte 2021343, soporte de gato, -- del cual se utilizan diariamente 100 piezas realizándose el transporte - manualmente. El requerimiento queda en la forma siguiente:

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CALCULO</u>	<u>TIEMPO (min)</u>
localización del material		
en control de bodega.	070 min/No. parte	0.70
localización física en		
bodega	0.63 min/No. parte	0.63
traspaleo a vehículo de	100 pzas X 0.09 min/	
transporte	pzas X 5 X 1.17	52.65
transporte de material.	0.07 min/mX2.65 m	18.55
localización física del		
punto de surtido.	0.63min/No. parte	0.63
colocar material en		
punto de surtido.	1.01 min/estiba	1.01
registro en controles	0.01 min/No. parte	0.1
regresar al punto de		
partida	0.033 min/mX2 65 m	8.74
	TOTAL	82.92

Lo anterior indica que diariamente se requerirán:

$$82.9\text{min} \times 1 \text{ hora-hombre}/60 = 1.38 \text{ hora-hombre}$$

para el surtido de los soportes de gato, número 2021343.

b. Se requiere surtir el número de parte 6306588, poste de cuarterón derecho. Diariamente se utilizan 200 piezas y el movimiento debe ser efectuado con montacarga. El requerimiento será el siguiente:

ACTIVIDAD	CALCULO	TIEMPO (min)
localización en controles del material a surtir.	0.70 min/No. parte	0.70
dirigirse con montacarga.	0.041 min/mX60m.	2.46
tomar material	1.25min/mov.	1.25
transportar material.	0.041min/mX265m.	10.86
colocar material y retirar contenedor vacío.	1.85min/mov.	1.85
transportar contenedor vacío	0.041min/mX265m	10.86
estibarlos en almacén.	1.85min/mov.	1.85
regresar al punto de partida	0.016min/mX60m	0.96
	TOTAL -----	30.79

Lo anterior indica que diariamente se requerirán:

$30.79\text{min} \times 1 \text{ hora-hombre} / 60 = 0.51 \text{ hora-hombre montacarguista}$ . Para el surtido de postes de cuarterón, número 6306588.

c. Como último ejemplo de cálculo, se requiere surtir el número de parte 2021841 que corresponde a una tapa cuadrada. El requerimiento por día es de 50 piezas y el movimiento debe hacerse con remolque.

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CALCULO</u>	<u>TIEMPO (min).</u>
localizar el material en registros.	0.70min/No.parte.	0.70
localización física en bodega	0.41min/mX60m	2.46
seleccionar material	1.25 min/mov.	1.25
llevar mat. a remolque	0.041 min/mX60m	2.46
acomodarlo en remolque	1.25 min/mov.	1.25
enganchar remolque	0.16 min/mov.	0.16
transportar material.	0.041 min/mX462m	18.94
descarga de material	1.25 min/mov.	1.25
transportar a su punto de surtido	0.041 min/mX60m	2.46
movimiento de estiba	1.85 min/mov	1.85

llevar contenedor vacío.	0.041 min/mX60m	2.46
colocar contenedor en		
remolque	1.25 min/mov.	1.25
enganahcar remolque	0.16 min/mov.	0.16
llevar equipo vacío	0.41 min/mX462m	18.94
descargar equipo vacío.	1.25 min/mov.	1.25
estibar equipo vacío.	1.85 min/mov.	1.85
regresar al punto		
de partida	0.016 min/mX60	0.96
	TOTAL-----	59.65

Lo anterior indica que diariamente será necesario utilizar:

$$59.65 \text{ min} \times 1 \text{ hora-hombre}/60 = 0.99 \text{ hora-hombre}$$

para los movimientos mecanizados y que implican utilizar un remolque.

De esta forma se ha pretendido mostrar como las actividades llevadas a cabo en el manejo de materiales, pueden ser evaluadas mediante el estudio de tiempos, lo cual permite lograr una correcta asignación de mano de obra y de equipo.

Establecer estándares para el manejo de materiales, resulta en ocasiones difícil por medio del estudio de tiempos cronometrados. Sin embargo existen otras técnicas para medir y organizar el trabajo. Una de estas técnicas es el muestreo aleatorio del trabajo.

Esta técnica de medición del trabajo se utiliza para medir la relación trabajo-demonas y está basada en la ley de probabilidades, según la cual se puede determinar con bastante exactitud la composición total de algo (un universo, tomando al azar muestras de él).

La técnica de muestreo resulta particularmente adecuada en el estudio de actividades de manejo de materiales, sus ventajas más importantes son:

- No transtorna la rutina de trabajo
- No requiere personal especializado
- Arroja resultados confiables
- Es rápida y de bajo costo
- Se pueden muestrear varias personas a la vez

Para poder interpretar un muestreo de trabajo, consideremos el siguiente ejemplo:

Suponiendo que se desea determinar que parte de la jornada de trabajo es utilizada por el trabajador para atender sus funciones asignadas. Se observó 40 veces escogidas al azar y se encontraron los resultados -- que aparecen en la siguiente tabla:

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>OBSERVACIONES</u>	<u>SUMAS</u>
trabajando	1111 1111 1111	
	1111 1111 1111	

	1111 1111	32
descansando	1111 1111	8

De las 40 observaciones 8 nos indican, que el trabajador estaba ocioso. Esto quiere decir que estaba ocioso el 20% del tiempo que fue observado y el 80% estaba atendiendo sus funciones. Para que estos valores obtenidos hayan podido ser confiables fue necesario establecer:

- La clasificación en forma adecuada de las actividades a observar.
- Determinación de la tolerancia que se desea tengan los valores obtenidos.
- Determinación de la exactitud que se requiere en los valores.
- Cálculo del número de observaciones que deberán realizarse.
- Llevar a cabo las observaciones.

Clasificar las actividades, consiste en elaborar una lista de las actividades a estudiar, por ejemplo si se trata de calcular una carga de trabajo, se hará una lista de las funciones asignadas al puesto objeto del estudio.

El determinar los límites aceptables de tolerancia (T), consiste en decidir que aproximación se desea que tengan los resultados obtenidos en relación con los valores. Una tolerancia aceptable es 5%, pero en cada caso particular se decidirá la que se desea, teniendo presente que al disminuir este valor, se aumenta el número necesario de observaciones.

La exactitud es el número de veces que se tendrá la seguridad de que

el resultado obtenido está dentro de los límites de tolerancia fijados. Mientras mayor sea la exactitud requerida, mayor será el número de observaciones a realizar. A cada exactitud corresponde un nivel de confianza, siendo los más usuales:

exactitud	Nivel de confianza (Nc)
68.27%	1
95.45%	2
99.73%	3

El nivel de confianza 2 es aceptable en la mayoría de los casos, sin embargo dependiendo del estudio se deberá escoger el nivel de confianza más conveniente.

El cálculo del número de observaciones consiste en determinar la cantidad de observaciones que tienen que tomarse del universo con el fin de conocer los valores de presencia de cada actividad. Para el cálculo se utilizan las siguientes formulas:

$$(1) \quad p = T/Nc$$

$$(2) \quad N = \frac{P(1-P)}{(p)}$$

donde:  $p$  = Error estándar (%)

$T$  = Tolerancia aceptable, expresada en decimal.

$Nc$  = Nivel de confianza

$P$  = Probabilidad del evento esperado, expresado como deci--

mal.

N = Número de observaciones requeridas para que los resultados queden dentro de los límites de tolerancia.

En este punto se deben diseñar las rutas y horarios de muestreo, considerando que la hora de cada observación debe ser fijada al azar.

Finalmente se diseñan los formatos que se utilizarán para el muestreo y establecer su clave para registrar las observaciones que se haga, por ejemplo:

I = Improductividad

P = Productividad

FI = Fuera de lugar de trabajo.

Estas claves pueden ser tan simples o tan complejas como lo requiera la cantidad de diferentes actividades a registrar. Cuidandose de no diseñar un código difícil de memorizar.

Otra de las técnicas que es aplicable a la medición del trabajo en el manejo de materiales, es el muestreo de alta frecuencia o técnica del cronometraje de grupos.

Esta técnica está fundamentada sobre las mismas bases estadísticas del muestreo de trabajo, sin embargo, la diferencia es de que la hora de las observaciones no se determina al azar, sino que el observador trabaja continuamente en el área y analiza a un grupo entre 2 y 15 hombres, -

haciendo sus observaciones en periodos fijos y pre-determinados de tiempo sobre una hoja donde se hayan anotados todos los elementos de trabajo de los operarios.

El muestreo de alta frecuencia presenta las siguientes ventajas sobre el estudio de tiempos convencional:

- Un observador puede cronometrar a todos los operarios que se encuentren al alcance de su vista, mientras que en el estudio de tiempos se necesita utilizar un observador por cada operario.
- El cronometraje de grupos requiere menos tiempo de observación para dar más resultados.
- Un estudio realizado con esta técnica, puede dar no solo tiempos estándar, demoras inevitables, tiempo personal, demoras de métodos, etc. ya que el observador toma nota de todo lo que ocurre a lo largo de todo el tiempo que dura el estudio.
- La especialización de los observadores no necesita ser mucha. Lo único necesario es que sepan nivelar bien (valorar la actuación).

Cabe señalar que para el uso de esta técnica, los intervalos entre observaciones deben ser adecuados. En la práctica, los intervalos menores a un minuto han demostrado ser poco adecuados para la lectura del reloj. En terminos generales, la frecuencia mínima de las observaciones deben ser como sigue:

<u>cantidad de operarios del grupo</u>	<u>intervalo medido con el cronómetro</u>
1	0.5 minutos
2	1.0 "
3 - 6	2.0 "
7 - 10	2.0 "
11 - 15	3.0 "
más de 15	u se más de un observador

Para llevar a cabo un estudio de este tipo, que tiene mucho en común, tanto en el muestreo aleatorio como con el estudio de tiempos, lo primero es definir el objetivo, el cual puede ser alguno de los siguientes:

- Proporcionar información rápida sobre tiempos inactivos.
- Definir el tamaño adecuado del grupo de obreros.
- Medir porcentajes de retraso.
- Medir porcentajes de fatiga.
- Determinar estándares de trabajo.

Para el uso correcto de estas técnicas (muestreo aleatorio y muestreo de alta frecuencia), es conveniente seguir un procedimiento adecuado para su aplicación. Tal procedimiento se muestra a continuación:

- Primeramente definir claramente el objetivo del estudio.
- Elegir el grupo de operarios que habrán de estudiarse.

- Decidir si deben separarse los elementos y los tiempos de cada operativo o si se debe manejar el trabajo como un total.
- Hacer observaciones preliminares para familiarizarse con los operarios y su operación. Decidir que tan detallado deben ser el estudio.
- Diseñar un formato adecuado para el muestreo usando todos los elementos a considerar, los intervalos de tiempo, la nivelación, etc.
- Dejar en el formato suficiente espacio para notas adicionales y para elementos nuevos que pudieran resultar.
- Informar al supervisor y a los operarios de que va a practicarse el estudio y convencerles de que ellos serán los beneficiados con una adecuada medición y distribución del trabajo.
- Aplicar el muestreo dejando correr ininterrumpidamente el reloj.
- Identificar cada hoja de muestreo anotando fecha y hora.
- Anotar ausencias, justificadas o injustificadas, y tratar de descubrir la causa de cualquier irregularidad.
- Anotar retrasos al iniciar el turno, demoras antes o después de la hora de comida o salida, interrupciones para comer, reuniones, --- etc.
- Registrar la producción realizada durante el tiempo de observación cuando se trate de establecer estándares.
- Desarrollar la información y obtener resultados para el análisis.
- Diseñar métodos alternativos y presentarlos para su estudio e im--

plementación.

La ayuda que brindan estas técnicas de muestreo de trabajo son de -- gran beneficio para el manejo de materiales, pudiendo obtenerse aplica-- ciones tales como:

- Determinación de las horas efectivas de trabajo.
- Cuantificar el rendimiento técnico del equipo.
- Estructuración de los tiempos perdidos.
- Empleo del personal y carga de trabajo.
- Utilización de medios de transporte.
- Empleo de espacio.
- Verificación de métodos de trabajo.
- Justificación de una organización en lo que respecta a personal y\_ equipo.

El M.T.M. (Medida de Tiempo de los Métodos) es una técnica desarro-- llada para obtener los tiempos de trabajo sin necesidad de realizar estu-- dios con cronómetro.

Es un procedimiento que analiza cualquier operación descomponiéndola en los movimientos elementales que se han de realizar para llevarla a ca-- bo y asigna previamente a cada uno de ellos un tiempo de ejecución que -- se determina de acuerdo a su naturaleza y a las condiciones en que se lle-- va a cabo.

Para aplicar esta técnica se han construido tablas de tiempos correspondientes a los distintos tipos de movimientos elementales: Alcanzar, - mover, girar, tomar, posicionar, desmontar y soltar.

La duración de cada uno de los movimientos se mide en fracción decimal de hora. Se ha elegido una unidad arbitraria de medida para evitar - la dificultad de manejar una gran cantidad de cifras decimales, esta medida es la 0.00001 de hora, a la que se ha denominado "unidad de medida\_ de tiempo" y abreviadamente UMT.

$$1 \text{ UMT} = 0.00001 \text{ horas} = 0.0006 \text{ minutos}$$

Los tiempos expresados en las tablas son tiempos medios, pero no están incluidos en ellos suplementos por fatiga, necesidades personales o demoras inevitables.

La ventaja de esta técnica es que permite establecer el tiempo normal de una operación antes de que ésta tenga lugar. El hecho de que el - M.T.M. sea más rápido que el método de estudio de cronómetros hace mayor su campo de aplicación. Esto es particularmente cierto en lo que se refiere a las operaciones de manejo de materiales que sean de carácter intermitente.

CAPITULO IV

EQUIPO PARA EL MANEJO DE MATERIALES

## EQUIPO PARA EL MANEJO DE MATERIALES

Al analizar un problema de manejo de materiales su resultado es, por lo general, la determinación de la clase de equipo de trabajo que ha de emplearse. En dicho análisis se deben fijar: los recorridos que han de tener los materiales, el método a emplear en el manejo y el equipo que ha de ser utilizado.

Antes de seleccionar el equipo para el manejo de materiales, debe de estudiarse una serie de factores que condicionan tal elección. Estos factores se exponen a continuación.

### a. MATERIAL QUE HA DE SER MOVIDO

Debe de empezarse por examinar las diversas características del producto o materiales que hay que mover, sus propiedades físicas y su posibilidades de reacciones químicas.

Desde el punto de vista de su manejo, los materiales se clasifican, primeramente, en materiales a granel y materiales empaquetados. Los materiales a granel se clasifican por el tamaño de sus partículas y por su fluidez. Los materiales empaquetados se clasifican de acuerdo a su peso o a su forma.

El considerar las propiedades físicas del material, es de gran importancia para la elección del equipo, por ejemplo, en los productos a granel debe considerarse la forma del material, su dureza, la influencia --

del polvo, los efectos de la humedad y las variaciones de la temperatura, así como la necesidad de protegerlo.

Existe una gran variedad de reacciones químicas que pueden producirse, desde la corrosión, hasta el peligro de incendio cuando no se está debidamente acondicionado. También se deben considerar los efectos de los cambios de temperatura y humedad cuando pueden causar o iniciar una reacción química.

#### b. NATURALEZA DE LA OPERACION

Cuando han sido estudiadas las características del material, el siguiente factor a considerar es la naturaleza de la operación, tal como, su permanencia, el orden de sucesión, el volumen a producir, la circulación y el tipo de movimientos que tendrían los materiales.

En un problema temporal de manejo de materiales, solo se justificará una inversión para la adquisición de aparatos, a menos que éstos sean fácilmente adaptables a otras situaciones. Una situación estable justificará una mayor inversión en equipo de manejo.

El orden de las operaciones debe ser estudiado con gran cuidado, ya que esto nos puede determinar que se adquiriera equipo fijo o móvil. Como por ejemplo, si se ha de mover el material a un ritmo conocido, a lo largo de una serie de operaciones que se realicen siempre en el mismo orden, cabrá la posibilidad de utilizar un equipo de recorrido fijo, con el cual será posible regular con mayor exactitud el ritmo de producción.

Cuanto más costoso es un equipo de manejo, más interés se tiene en que trabaje a su plena capacidad. Si el nivel de producción es muy variable, puede ser necesario un equipo diferente del que se requiera en los casos en que dicho nivel es constante.

La rapidez con que se pueda transportar una cierta cantidad de materiales depende de la capacidad del equipo y de la velocidad a la cual debe trabajar éste. Por lo general, la velocidad varía de modo inversamente proporcional al peso de los materiales. Los materiales delicados y los ligeros pueden plantear otros problemas diferentes, por lo que será necesario tomarlos en consideración en el estudio.

Al ser estudiada la circulación que tendrán los materiales, se puede presentar que esta sea continua o discontinua. El funcionamiento del equipo de manejo también puede ser continuo o discontinuo. El equipo continuo, como son los transportadores de cinta, entregan el producto en forma contante. Los equipos intermitentes (gruas) manejan una sola carga a la vez, pero se trata de una unidad de tamaño mayor. Con el equipo continuo resulta fácil el control de los programas de producción. El discontinuo proporciona más flexibilidad y con él es posible intercalar unidades adicionales en caso de avería.

Al analizar la naturaleza de la operación, un factor de gran importancia es el movimiento que tendrá el material. El movimiento podrá ser horizontal, vertical o una combinación de ambos. Para tal estudio deberá

tomarse en consideración que el movimiento vertical tiene un mayor consumo de energía y es, por lo general un movimiento intermitente, por lo que deberá evitarse siempre que sea posible.

Por último deberá estudiarse la distancia a recorrer, que también influirá en la elección de equipo. Por ejemplo, los equipos de montacarga tienen, dentro de un plano horizontal, determinados límites de utilización económica fuera de los cuales resulta más eficiente el uso del equipo tractor-remolque.

#### c. EDIFICIO E INSTALACIONES EXISTENTES

La selección del equipo está, muchas veces, condicionada por las características de las instalaciones industriales y del equipo de manejo existente, que el ingeniero de manejo de materiales tiene que aceptar como parte del problema.

Las limitaciones con que más comúnmente se tropieza son la insuficiencia de la carga que admiten los suelos y la falta de altura libre de los edificios. Esto puede restringir el uso de determinado equipo de manejo.

Donde ya están en uso determinados tipos de contenedores se plantea la cuestión de cómo adaptar éstos a los nuevos equipos de manejo. La inversión que supone el cambiar el tipo de contenedor puede hacer prohibitiva la adopción de equipo diferente.

#### d. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y FUNCIONALIDAD

Por último, para seleccionar adecuadamente el equipo a utilizar deben de considerarse los aspectos de seguridad, ruidos, contaminación y flexibilidad del equipo.

En la elección del equipo, la seguridad debe ser considerada desde el punto de vista del equipo en sí, de los operarios que la manejan y del contacto que con él tengan en la ejecución de sus actividades.

Existen lugares en los que el ruido es demasiado molesto y debe evitarse. En las carretillas manuales se puede reducir el ruido poniéndoles llantas de goma. Con esta misma finalidad pueden utilizarse unidades accionadas eléctricamente o por medio de gas, en lugar de las movidas con gasolina. En los locales cerrados, los humos del equipo movido con gasolina pueden causar una concentración peligrosa y molestias a los trabajadores.

Siempre que sea posible, el equipo debe escogerse buscando que, además de realizar sus tareas básicas, pueda ejecutar diversas tareas de manejo que surjan en sus posibilidades de adaptabilidad.

La consideración de todos los factores anteriores reducirá, en muchos casos, los tipos de aparatos que pueden resolver el problema de manejo de materiales. Pero, aún con esto, se encontrará que hay varios tipos que cumplen la tarea satisfactoriamente y que responden a todas las exigencias formuladas. Es por esto que se debe hacer una comparación en-

tre los costos de los diversos métodos y tipos de aparatos que satisfacen las condiciones requeridas, para elegir el más adecuado en todos los aspectos. Dicho balance de costos debe incluir; Gastos iniciales, como son, precio de compra, gastos de instalación, costo del acondicionamiento del edificio para la instalación del equipo, etc., Costos de la depreciación del equipo y; Gastos de Funcionamiento, que comprenden; el costo de la energía consumida, que puede ser gasolina, gas o energía eléctrica, costo de la mano de obra para el funcionamiento del equipo, gastos de mantenimiento y reparación, que incluye piezas de recambio repuestos y mano de obra para mantenimiento y reparaciones.

Independientemente de su posición en el mercado, hoy día ninguna empresa puede descuidar la selección del equipo de manejo y la implantación de métodos mejores y más eficientes para el movimiento de los materiales a través de la fábrica. Aunque la selección de métodos y de tipos de aparatos es una cuestión técnica, la determinación de una política de mejoras en el manejo es un deber cuya responsabilidad recae sobre la dirección.

Existen diversas clases de equipos disponibles para el manejo de materiales. Una de las formas para clasificar dicho equipo se efectúa mediante la naturaleza de los elementos técnicos de su diseño. Así, el equipo se divide en transportadores, grúas y vehículos industriales.

El equipo de transportadores, generalmente, se utiliza cuando; las

unidades de carga son uniformes, los materiales se mueven o pueden moverse continuamente y cuando las cantidades, las cargas y las rutas no varían. Entre los principales tipos de transportadores se encuentran los siguientes:

#### 1. TRANSPORTADOR DE CADENA

Se emplean transportadores cuando se requiere tirar de remolques.

La unidad de transporte es un remolque que lleva cuatro ruedas, y mediante un dispositivo de acoplamiento es fácil engancharlo a un transportador elevado que arrastrará la carga a lo largo del circuito correspondiente. Este método de transporte tiene especial aplicación en almacenes, distribución de paquetes en estaciones de mercancía y en las líneas de ensamble de la industria automotriz.

Hay muchos materiales, como son los productos a granel y objetos delicados o de tamaño pequeño, para cuyo movimiento se necesita una superficie de apoyo continua y resistente. Algunas clases de aparatos de transporte que poseen esta característica son:

#### 2. TRANSPORTADOR DE CINTA

Con los diversos tipos de transportadores de cinta se tiene una superficie de apoyo continua, utilizable para extensa gama de materiales. El tipo de cinta más utilizada es la que consta de varias capas de tejido de algodón pegadas a otras o vulcanizadas con goma. Las superficies infe

rior y superior van también protegidas por un recubrimiento de caucho. La cinta se apoya a intervalos regulares sobre poleas y rodillos dispuestos de modo que se forme una superficie plana o acanalada. De la separación, tamaño y características superficiales del material de que están hechas estas poleas o rodillos dependen la capacidad de carga de la cinta puede deslizarse sobre una superficie lisa de madera o de acero. El movimiento de la cinta, es producido por un motor aplicado al tambor de uno de los extremos del circuito.

### 3. TRANSPORTADOR DE CINTA ARTICULADA

Este transportador está formado por una serie de tablitas metálicas o de maderas sujetas a dos cadenas sin fin, y se utilizan para cargas pesadas que se depositan fuertemente. Se utilizan además como superficie continua de apoyo para operaciones de montaje.

### 4. TRANSPORTADOR DE TABLEROS ARTICULADOS

El transportador de tableros es similar al de cinta articulada, excepto que las tablillas se solapan una sobre otra para formar una superficie continua. Si las tablillas son metálicas puede transportar materiales abrasivos o calientes y ofrece mucha resistencia al desgaste.

### 5. TRANSPORTADOR DE TEJIDO DE ALAMBRE

Con un trenzado de alambre se puede obtener una superficie de apoyo continua que sirve para transportar piezas que hayan de ser sometidas a

un tratamiento térmico o a operaciones de separación.

Existen ciertos tipos de materiales que tienen una superficie de --- asiento suficientemente lisa y pueden transportarse sobre rodillos o ruedas. Algunos tipos de transportadores de rodillos son los siguientes:

#### 6. TRANSPORTADOR POR GRAVEDAD CON RODILLOS

Este tipo de equipo transporta materiales a gran distancia horizon-- tal sin ningún gasto de energía. Dicha distancia solamente está limitada por el desnivel necesario para utilizar la fuerza de gravedad, pero tal limitación puede eliminarse intercalando, unidades elevadores que son -- tramos cortos de cinta transportadora con motor, que eleva de nuevo los materiales hasta un nivel más alto. El transportador de rodillos por -- gravedad tiene su uso, en el movimiento horizontal de materiales, para -- obtener un almacenamiento y unas reservas móviles entre operación y ope-- ración.

#### 7. TRANSPORTADOR POR GRAVEDAD CON RUEDAS

Cuando no se necesita una superficie ancha de apoyo, los rodillos se reemplazan por ruedas que puedan ir montadas en las barras laterales de \_ apoyo. Se emplea para mover cajas u otros objetos que tengan una base an cha y funciona con pendiente ligeramente menor a la necesaria para el -- transportador de rodillos, es apropiado para manejos ligeros y medianos.

## 8. TRANSPORTADOR DE RODILLOS ACTIVADOS

Cuando se necesita regular el movimiento de los materiales, puede -- aplicarse movimiento a los rodillos, por medio de un motor, con una co-- rrea en la superficie inferior de los mismos o mediante una cadena que -- engrane con un piñon dispuesto en el extremo de éstos.

Para ciertos materiales es preciso mantenerlos libres de contamina-- ción o de contacto con lubricantes, para tal propósito, se transportan -- por conductos cerrados, para tal propósito, se transportan por conductos cerrados. Entre algunos transportadores utilizados para este fin se en-- cuentran:

## 9. TRANSPORTADORES DE TORNILLO SINFIN

Utilizando transportadores de tornillo sinfin pueden trasladarse ma-- teriales con buen rendimiento, a distancias cortas. Los cuales por estar cerrados garantizan la protección de estos. Los materiales pueden ser -- productos alimenticios, cenizas o polvo de carbón.

## 10. TRANSPORTADOR DE TUBO NEUMATICO

Aunque este equipo se usa más para transporte vertical, también se -- emplea para transporte horizontal de materiales pequeños, tales como gra-- nos, harina y piezas mecánicas.

## 11. TRANSPORTADOR EN MASA

Es un tipo de transportador cerrado, con un esqueleto interno consis

tente en una cadena y unas paletas unidas a esta. Con el pueden transportarse los materiales en partículas pequeñas y por la cohesión de la masa, forman, dentro del tubo una columna compacta, obteniéndose así un movimiento sin desprendimiento de polvo, pudiendo admitir cualquier ángulo o curva.

Cuando se han de transportar materiales a granel, primero horizontalmente hasta una cierta distancia, para subir o bajar después en vertical o por una pendiente, se pueden utilizar diversos tipos de transportadores de cangilones, los cuales se alimentan por medio de canales inclinados y se descarga a través de aberturas en la caja o por medio de dispositivos que hacen volcar a los cangilones en el punto adecuado. Algunos de los transportadores de cangilones más comúnmente utilizados son los siguientes.

## 12. TRANSPORTADOR DE PALETAS

Los materiales a granel pueden ser elevados por pendientes fuertes, arrastrándolos a lo largo de una canal con paletas unidas a una cadena o a un cable.

## 13. TRANSPORTADORES DE BARRAS DE EMPUJE

Con este transportador, se efectúa una acción de arrastre por medio de barras transversales que empujan al material elevándolo por una pendiente. La superficie de arrastre debe ser lisa y los objetos manejados

deben ser de tamaño uniforme y carecer de salientes y de superficies rugosas, por lo menos por su parte inferior. Las barras van sujetas a dos cadenas que reciben el movimiento de dos ruedas dentadas dispuestas sobre el eje de la polea motora.

El adquirir transportadores fijos resulta bastante costoso y requiere una gran inversión. Cuando no se justifica una instalación permanente o no la exige la naturaleza del problema, es posible emplear aparatos móviles, de la capacidad y tipo deseados.

Estos equipos constan de un transportador y un carro o soporte, por medio del cual se lleva de un lado a otro. El motor que puede accionar al transportador, va montado sobre el carro y puede tratarse de un motor eléctrico o bien de un motor de combustión interna.

Los diversos tipos de transportadores portátiles, se utilizan lo mismo para la elevación de paquetería que para la de los materiales a granel, encuentran mucha aplicación para la carga de vehículos y para el apilado en altura de sacos, cajas, etc. Para pendientes fuertes, se les puede adaptar listones. También se utilizan, a modo de elevador, para recuperar altura en un sistema de transportadores de rodillos o de discos por gravedad.

#### 14. TRANSPORTADOR PORTATIL DE RODILLOS O DE DISCOS

En este equipo, los tramos portátiles se montan sobre soportes móvi-

les y así se instalan para una operación. Los tramos cortos, se colocan con frecuencia, en la caja de los camiones para facilitar su carga y descarga. Existen también equipos plegables que proporcionan una mayor flexibilidad.

#### 15. TRANSPORTADOR PORTATIL DE CINTA

Es una unidad accionada por motor, la cual puede utilizarse para movimientos, tanto de materiales a granel como de mercancías en unidades sueltas.

#### 16. TRANSPORTADORES PORTATILES DE CANGILONES

Estos transportadores, utilizados principalmente para la carga de materiales a granel en camiones y vagones, admiten una pendiente muy pronunciada y tienen una gran capacidad. Van montados sobre ruedas y es empujado a mano o movido por su propio motor.

La utilización del espacio elevado para manejo y almacenamiento, ha permitido conseguir una mayor producción dentro del mismo espacio evitando la adquisición de nuevos terrenos.

Algunos de los equipos para manejo elevado realizan, además del trabajo de elevación, un movimiento horizontal, por lo que son de gran utilidad para atender necesidades de manejo en talleres y zonas de montaje.

El uso de este equipo tiene sus principales aplicaciones en movimien

tos intermitentes dentro de un área fija, cuando los materiales son de peso o tamaño variable y para movimiento de materiales, sin tener que preocuparse por el cruce de tráfico en el suelo, ni por la variación de la carga. Los principales equipos de este tipo son los siguientes:

#### 1. GRUAS DE PESCANTE O MONOCARRIL

Estas grúas son las más sencillas; consiste en una barra recta o de una viga horizontal en forma de "I", sobre la cual pueden deslizarse un trole con un polípasto. El monocarril constituye un equipo eficaz cuando las zonas donde se han de recoger y depositan los materiales, están claramente marcadas y no varían muy seguido. Con sus dispositivos de enganche y de control constituye un sistema de manejo aplicable a una gran variedad de uso.

#### 2. GRUAS DE BRAZO HORIZONTAL

Las grúas de brazo horizontal tienen ventajas importantes cuando la función del equipo de manejo es mover materiales dentro de los límites de una determinada zona de trabajo. El área cubierta por estas grúas es la zona descrita por la longitud de su brazo. Algunos tipos de grúas de brazo son las de columna, con dispositivo de enclavamiento, las de pescante de brazo giratorio, de pescante brazo fijo, y las montadas sobre carro móvil. Disponiendo varias grúas de modo que se unan sus áreas de barrido, es posible prestar servicio de manejo en una extensa zona de trabajo.

### 3. GRUAS DE PLUMA

Para el manejo elevado de materiales al aire libre, dentro de una zona limitada, hay diversos tipos de grúas de pluma. Este tipo barre una área determinada por el ángulo de giro y el alcance de la pluma o brazo. Su movilidad las hace muy útiles para trabajos de construcción y otras tareas de carácter temporal.

Con los equipos que se acaban de describir, se obtiene un movimiento elevado e intermitente, pero en un solo plano. Este manejo de materiales tiene grandes ventajas, pero no es suficiente cuando se necesita un trabajo de elevación y de desplazamiento horizontal sobre toda la zona de trabajo. Para cubrir ésta por completo, hace falta un movimiento lateral, además del movimiento de avance, lo cual es posible lograrlo con los siguientes medios:

### 4. GRUA PUENTE

El movimiento elevado en dos planos, dentro del área de trabajo, se obtiene utilizando grúas puente. La grúa puente más sencilla consiste en vigas paralelas suspendidas, sobre las cuales se mueve, de uno a otro extremo, un polipasto, el cual es accionado a mano, por aire comprimido o electricamente. El puente puede ser desplazado a mano o por un motor eléctrico. La construcción de cada tipo de grúa puente depende de la carga a mover y de la frecuencia de uso.

## 5. GRUA PORTICO

Cuando se requiere manejar material al aire libre, la grúa pórtico - realiza la misma función que la grúa puente. Las bases de la grúa pórtico descansan sobre ruedas que corren por carriles de acero. Para el movimiento de materiales a lo largo de la fachada de un edificio se utiliza una grúa semipórtico, la cual tiene solo una base y el otro extremo del puente descansa sobre un camino de rodadura elevado que corre a lo largo del edificio.

Cuando se requieren movimientos de materiales, tanto, verticales, horizontales y de giro, se utilizan los equipos de grúas móviles. Las cuales constituyen el principal equipo para el manejo con desplazamiento -- vertical, horizontal combinado y sin recorridos fijos. Las grúas móviles constan, generalmente de; una unidad motriz desplazable, un brazo y un polipasto. Las características de estas grúas dependerá de la carga - de trabajo y su naturaleza.

Un tipo especial para manejo de materiales a un nivel elevado lo --- constituyen las diversas clases de teleféricos. El transporte de materiales de un establecimiento industrial a otro se hace frecuentemente con - este tipo de instalaciones. Cuando ha de atravesarse una superficie accidentada, éste es, en ocasiones, el único medio de transporte posible de utilizar.

Los teleféricos se utilizan para el transporte de materiales cuando \_

se trata de grandes distancias. Un teleférico consta de vagonetas, plata\_ formas y ganchos, que se mueven colgados de cables, los que a su vez se\_ apoyan por medio de poleas sobre pilares, situados a intervalos regula-- res. La carga y descarga pueden ser manuales o automáticas y la forma de hacerlo varía dependiendo de los materiales y de la clase de operación - a realizar. De una manera general, los teleféricos se clasifican en los\_ tipos siguientes:

#### 6. TELEFERICO MONOCABLE

Consiste en un cable que soporta la carga y tira de ella. A causa de su doble trabajo, las instalaciones de este tipo sólo funcionan satisfac\_ toriamente con cargas ligeras y pequeñas frecuencias de uso.

#### 7. TELEFERICO BICABLE

En este sistema hay un cable motor que tira de la carga y un cable\_ carril sobre el cual corren las vagonetas. Se utiliza en instalaciones - de mucha capacidad y gran recorrido y funciona con fuertes pendientes.

#### 8. TELEFERICO DE DOBLE RODADURA

En este sistema, los carros son de cuatro ruedas y se mueven sobre - los cables que forman la vía, arrastrados por un tercer cable que tira - de ellos. Las vías de ida y vuelta están colocadas una encima de otra o\_ una al lado de otra.

## 9. TELEFERICO DE LANZADERA

En él, las vagonetas van hasta el punto de descarga y vuelven por su mismo cable.

## 10. TELEFERICO DE DESCARGA AUTOMATICA

Con este tipo de instalación se produce la descarga automática de la vagoneta cuando se invierte el sentido de la marcha. Su utilización es solo aplicable para cubrir distancias cortas.

En una gran parte de las actividades industriales y comerciales se necesita, para mover materiales, equipos que tengan más flexibilidad y mayor movilidad. Lo cual no se consigue con equipo de recorrido fijo. -- Los sistemas de transporte no fijos, comunmente denominados, vehículos industriales, tienen un campo de aplicación muy extenso. Entre los principales equipos de manejo de este tipo se encuentran los siguientes:

### APARATOS DE UNA, DOS Y TRES RUEDAS

#### 1. CARRETILLA DE UNA RUEDA

Cuando han de transportarse materiales a granel, en una distancia -- corta, hasta puntos de descarga, que varían constantemente, se utiliza -- mucho la carretilla de mano de una rueda. Su empleo es principalmente en la industria de la construcción.

## 2. CARRETILLA DE DOS RUEDAS

Este aparato de manejo es ligero de peso, barato y utilizable en sitios estrechos, y es muy útil cuando se han de transportar objetos empaquetados, en distancias cortas y en pequeñas cantidades. Su ventaja principal es la flexibilidad, que lo hace aplicable a cualquier instalación o negocio pequeño.

## 3. APARATOS DE TRES RUEDAS

Existen muchos tipos de aparatos industriales con tres ruedas. Entre ellos figuran tractores, carretillas elevadoras de accionamiento a mano, por palanca o presión hidráulica, carretillas automotoras con conductor a pie, e incluso carretillas elevadoras de horquilla con conductor montado. Su principal ventaja de este equipo de tres ruedas es su gran agilidad para maniobras. La tercera rueda, colocada en el extremo opuesto al extremo elevador, es utilizada en ocasiones, como rueda guía. Sin embargo en algunos modelos es una rueda motora, en cuyo caso es más ancha o bien puede estar formada por dos ruedas, situadas una a cada lado de la columna de apoyo, pero que giran como si fuese una sola.

## APARATOS DE CUATRO RUEDAS SIN MOTOR

### 1. CARRETILLA DE MANO

Este aparato está diseñado para empujar o tirar de ella, a mano, cuando se manejan cargas ligeras y la distancia es reducida. La diferencia -

entre unas y otras es la forma de la caja y la disposición de las ruedas, el empleo del soprote fijo o giratorio y el sistema de conducción.

## 2. REMOLQUES

El remolque industrial, es una reformación de la carretilla de cuatro ruedas. Cuando las unidades de arrastre empleadas son con motor, podrán transportarse cargas más pesadas, y por tanto el remolque deberá ser de construcción más robusta. El empleo cada vez mayor de remolques tirados con tractor para el transporte de materiales a distancias mayores, ha impulsado, la construcción de remolques de diversos tipos.

## 3. BASTIDORES Y RECIPIENTES CON RUEDAS

Los bastidores o soportes con rueda se utilizan para poner piezas pequeñas o de forma irregular, al alcance del operario que ha de ejecutar una operación con ellas.

Los recipientes con ruedas varían desde sacos de lona sujetos a un bastidor metálico y que sirve para el manejo de telas, hasta cajas de madera o metal en las que se puede llevar cualquier cosa.

## 4. MONTACARGA DE PEQUEÑA ELEVACION

Es un tipo de carretilla que se utiliza para el transporte horizontal de cargas y plataformas. Se caracterizan porque las ruedas van dispuestas bajo la carga que ha de transportarse.

La carga se levanta del suelo para que quede margen mientras la carretilla está en marcha. Esta elevación se efectúa mecánicamente, o bien hidráulicamente.

## 5. MONTACARGA DE GRAN ELEVACION

Este equipo también se caracteriza por la colocación de las ruedas de apoyo bajo la carga que ha de transportarse, y es una respuesta a la demanda de unidades sencillas de elevación a mano, donde se requiera una altura de elevación mayor. La elevación se hace hidráulicamente o mediante un torno de cable o cadena.

### APARATOS DE CUATRO RUEDAS CON MOTOR Y SIN ELEVACION.

#### 1. CARRETILLAS PARA TRANSPORTE DE CARGA

Son carretillas de plataforma fija accionadas por motor eléctrico o de gasolina. Se pueden cargar a mano, con grúas o con otros aparatos de elevación. Existen tipos donde el conductor va a pie guiándola y otros en que el conductor va montado sobre la carretilla.

#### 2. TRACTORES INDUSTRIALES

El tractor es equipo que se utiliza principalmente para arrastrar cargas por medio de remolques. Las características de este equipo varían de acuerdo a la naturaleza y condiciones de trabajo.

### APARATOS DE CUATRO RUEDAS CON MOTOR Y POCA ELEVACION

La principal característica de estos aparatos consiste en que pueden

recoger una carga del suelo o depositarla en él sin necesidad de otros medios de manejo.

### 1. CARRETILLA ELEVADORA DE HORQUILLA O DE PLATAFORMA

En ambos tipos las ruedas de apoyo están debajo de la carga que ha de transportarse. Estas unidades están diseñadas para ser conducidas por un conductor que va a pie y controla su movimiento por medio de mandos colocados en el timón. La altura de elevación de los aparatos es sólo la indispensable para permitir la carga automática de la unidad a mover. Son accionadas por motor de gasolina o eléctrico. La elevación se hace por presión hidráulica o mediante una toma de fuerza del mecanismo de tractor.

### 2. CARRETILLA DE CARGA LATERAL

Con esta unidad se pueden manejar materiales de mucha longitud cargándolos por un costado en lugar de hacerlo de frente. El dispositivo de carga, además de recoger el material del suelo, lateralmente, lo desplaza en sentido transversal, depositándolo en la plataforma de carga, donde permanece mientras es transportado.

### 3. CARRETILLA TIPO PORTICO

Este es otro tipo de aparato que maneja objetos de gran longitud. Tiene una estructura adecuada para quedar sobre la carga, agarrarla, levantarla del suelo y llevarla hasta el punto de destino, donde la deposi

ta en el suelo, retirándose la carretilla y abandonando la carga tras de sí.

Su principal limitación está en que los materiales sólo pueden estibarse hasta una cierta altura. Su aplicación principal es en la industria maderera y el manejo de tubos, jaulas grandes, perfiles laminados, chapas de acero y chasises de automóviles.

#### 4. CARRETILLAS GRUA

Constituye un medio de transportar materiales sobre recorridos libres sin ayuda de otros aparatos, aunque los materiales que han de manejarse sean de tamaño y peso considerables. Existen dos tipos principales de grúas. El primero, en forma de plataforma no elevable, con el brazo de elevación de la grúa fijo en un extremo, así puede cargar y descargar fuertes pesos y llevarlos a una distancia grande. Su accionamiento es eléctrico. El segundo modelo es una grúa móvil que arrastra a varios remolques, y se utiliza mucho para los movimientos al aire libre. Sus aplicaciones son muy variadas, aunque se les utiliza mucho en la industria metalúrgica.

#### VEHICULOS AUTOMOTORES DE GRAN ELEVACION

Los aparatos de este grupo no solamente pueden cargarse y descargarse por sí mismos, sino que además son capaces de elevar su carga y descargarla o recogerla a un nivel elevado. Con la importancia cada vez mayor que se da al estibado en altura y el aprovechamiento de la tercera -

dimensión, este equipo se ha convertido en uno de los más importantes para el manejo de materiales a través de recorridos no fijos. Pertenecen a este grupo las carretillas o montacargas de horquilla y de plataforma.

Tanto las carretillas elevadoras de horquilla como las de plataforma, son accionadas por motores de gasolina o eléctricos. La carretilla de gran elevación, diseñada para ser utilizada con plataformas, lleva las ruedas apoyadas bajo la carga que ha de transportar. La carretilla equipada con horquilla se construye de tal forma que su propio peso equilibre el peso de la carga que se eleva. La capacidad de carga está en función de su peso y de la distancia existente entre la proyección de su centro de gravedad y el punto medio del eje delantero.

Aunque para ciertos fines concretos se pueden emplear tipos especiales de montacargas de horquilla, en la mayoría de los casos estas necesidades quedan cubiertas utilizando unidades normales con la adición posterior de accesorios adecuados. Estos accesorios son muy prácticos porque amplían el campo de utilización de la carretilla y hacen que tenga más valor de uso. Es posible utilizar los siguientes suplementos: Un soporte con vástago, que, acoplado a la carretilla, facilita el manejo de rollos de alambre y aros metálicos. Un empujador hidráulico para sacar de los dientes de la horquilla la carga que transporta. Un dispositivo que agarrara la plancha de cartón, cuando se utiliza ésta en vez de la paleta. -- Alargaderas que se pueden acoplar a la horquilla para manejar cargas muy grandes. Un dispositivo de cabeza rotativa con el que se pueda agarrar --

un recipiente, hacerlo dar una vuelta para volcarlo y de volverlo vacío. Palas especiales para el manejo de grandes cargas. Pinzas de distintos tipos, que facilitan el manejo de cajas.

Finalmente para utilizar la carretilla como grúa hay una gran variedad de accesorios, incluidas plumas fijas y plumas móviles. Además, con la grúa adicional pueden combinarse diferentes clases de pinzas para la elevación de objetos difíciles de tomar.

C A P I T U L O    V

METODOS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO

## METODOS Y EQUIPO DE ALMACENAMIENTO

En los problemas de manejo de materiales, cuando es analizado el recorrido que estos tienen en cualquier sistema de producción, es común encontrar ciertas áreas determinadas para el material en espera, las cuales son designadas como áreas de almacenamiento. Estas están dispuestas aparte del proceso productivo y destinadas a contener dichos materiales.

La razón por la que se justifica la existencia de materiales en espera, es porque permite ahorros en alguna parte del proceso de fabricación. Por ejemplo; la materia prima almacenada permite aprovechar las condiciones del mercado y la compra en cantidad, ayudando a proteger la producción contra retrasos inesperados; Los inventarios de productos terminados permiten atender mayor cantidad de pedidos, ofreciendo un servicio mejor a los clientes; etc. Por tanto el considerar en los estudios de manejo de materiales, los aspectos relativos al almacenamiento de los materiales, puede resultar de gran beneficio económico y de servicio.

Antes de que la materia prima sea integrada al proceso de transformación, o bien, el producto terminado sea entregado al cliente, ocurren tres operaciones importantes: La operación de recepción, la de almacenamiento y la operación de salida.

### OPERACION DE RECEPCION.

Existen diversos métodos de recepción de materiales en un almacén. -

El material, procedente de fuera, llega generalmente en vagón de ferrocarril o en camión, o bien se puede disponer de instalaciones para la carga y descarga en barcos. Los materiales procedentes del interior de la fábrica llegan al almacén por transportadores, carretillas de horquilla, remolques, grúas puente, o bien, a mano.

Cuando el material se recibe en vagón o camión, los andenes deben estar bajo techo para poder realizar la descarga cualquiera que sea el estado del tiempo. Debe disponerse de bastantes puestos de descarga, para que sea posible descargar varios vagones o camiones al mismo tiempo, evitando así, demoras en las unidades de transporte. La altura del andén debe corresponder a la altura de la puerta del vagón o camión. Las variaciones de la altura de carga del camión pueden compensarse por medio de plataformas hidráulicas graduables que se suben o bajan hasta la altura de la caja.

Los materiales se retiran por medio de transportadores, carretillas de horquilla o manualmente.

Las instalaciones de los locales de recepción deben reunir como mínimo las siguientes condiciones:

- Disponer de un escritorio y demás elementos de oficinas para el trabajo administrativo.
- Ser lo bastante grandes para que puedan acomodarse los materiales de la carga de un camión o furgón, sin que se produzca una congestión.

ción excesiva.

- Estar separados y a distancia de la zona de envío, para evitar confusiones y congestiones.
- Si el edificio es de un solo piso, estar en la situación más conveniente con respecto al lugar de almacenamiento, a fin de reducir - el movimiento.
- Si el edificio es de varios pisos, la recepción del material debe debe situarse cerca del equipo o instalación que hayan de elevarlo hasta su lugar de almacenamiento.

#### ALMACENAMIENTO

Para el almacenamiento de materiales es preciso disponer primeramente de edificios, instalaciones y de equipo de manejo. Los cuales estarán condicionados al método de almacenamiento. Antes de determinar dicho método, construir los edificios y colocar las instalaciones, es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Aprovechar las tres dimensiones, recurriendo al estibado, solapa--do, uso de altillos, de transportadores elevados, etc.
- Considerar el espacio de almacenamiento exterior, proporcionando - algún medio de protección al material.
- Hacer que las dimensiones de las áreas de almacenamiento sean múltiplos de las dimensiones del producto a almacenar.
- Colocar la dimensión longitudinal del material, estanterías, conte

nedores, de forma que quede perpendicular a los pasillos de servicio principales.

- Usar la anchura apropiada de los pasillos. Constituyen las vías de acceso para los materiales que se han de almacenar y su importancia es grande, sobre todo, cuando se trata de una gran variedad de artículos.
- Almacenar hasta el límite máximo de altura, dejando espacio suficiente para la circulación del aire y reparación o servicio del techo, cables y tubería.
- Diseñar el área para un momento de máxima actividad con un máximo de carga.
- Colocar los artículos que se hayan de medir, pesar o controlar, cercanos al equipo de medición, pesaje o control.
- Clasificar los materiales por su tamaño, peso o frecuencia de movimientos, para su almacenamiento en secuencia.

Existen cuatro métodos principales de almacenamiento, los cuales podrán ser aplicados a cualquier tipo de almacén.

- Almacenamiento por ordenación alfabético-numérica.
- Almacenamiento por ordenación alfabético-numérica modificada.
- Almacenamiento por espacio.
- Almacenamiento por espacio, con sistema de localización.

Cada uno de estos métodos de almacenamiento posee sus ventajas definidas.

## ALMACENAMIENTO POR ORDENACION ALFABETICO-NUMERICA

Este método de almacenamiento requiere un catálogo de enumeración y una situación definida del espacio de almacenaje. Por ejemplo, en el caso de un almacén de ferrería los artículos estarán agrupados alfabéticamente, por ejemplo: boquillas, cañería, casquillos, codos, juntas, etc. Los tamaños estarán almacenados por secuencia; codos de 1 pulgada de 2, de 3, etc. Quedando así un almacenamiento de catálogo.

El método es adecuado para el almacenamiento de materiales estándar con salida hacia mostrador, en el que los materiales y su nivel de estiba están predeterminados y el nivel máximo siempre se mantiene constante. En la figura, representativa de esta forma de almacenamiento, se muestra lo fácil que es encontrar o localizar cualquier material que se desee.

Una desventaja de la ordenación alfabético-numérica, es su gran desperdicio de espacio, ya que cuando una cierta área ha sido destinada a un determinado material, no se le puede utilizar para el almacenamiento de algún otro material. Por ejemplo, si se han destinado 20 lugares para el almacenamiento de un solo artículo y si solo ha llegado material para ocupar 10 lugares, el espacio sobrante no se podrá utilizar con otro tipo de material, quedando el espacio inútil durante algún tiempo.

Otra desventaja de este método de almacenamiento, es que los materia

les nuevos añadidos al almacén pueden causar confusión al ser colocados por orden numérico, ya que no se contaba con un espacio determinado para dicho material. Si se coloca en cualquier otro lugar, solo el que lo hace, sabrá encontrarlo y conocer su localización.

#### ALMACENAMIENTO POR ORDENACION ALFABETICO-NUMERICA MODIFICADA

Con el propósito de evitar el desaprovechamiento de espacio en el método de almacenamiento por ordenación alfabético-numérica, se estableció el mismo método pero modificado, donde la numeración ordenada se realiza solo en una parte de los materiales almacenados, dejando espacios de reserva para materiales nuevos.

Este método, posee todas las ventajas de la ordenación alfabético-numérica, a causa del poco espacio que se desperdicia. Pero también existen posibilidades de que en determinado momento se lleguen a perder los materiales en la zona de reserva, perdiéndose su control.

47	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59																				
<table border="1"> <tr><td>46</td><td>45</td><td>44</td><td>43</td><td>42</td><td>41</td></tr> <tr><td>31</td><td>31</td><td>31</td><td>31</td><td>32</td><td>33</td></tr> </table>						46	45	44	43	42	41	31	31	31	31	32	33	<table border="1"> <tr><td>41</td><td>40</td><td>39</td><td>38</td><td>37</td></tr> <tr><td>34</td><td>34</td><td>35</td><td>36</td><td>37</td></tr> </table>						41	40	39	38	37	34	34	35	36	37
46	45	44	43	42	41																												
31	31	31	31	32	33																												
41	40	39	38	37																													
34	34	35	36	37																													
<table border="1"> <tr><td>30</td><td>29</td><td>28</td><td>27</td><td>26</td><td>25</td></tr> <tr><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td><td>17</td></tr> </table>						30	29	28	27	26	25	12	13	14	15	16	17	<table border="1"> <tr><td>24</td><td>23</td><td>22</td><td>21</td><td>20</td></tr> <tr><td>17</td><td>17</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td></tr> </table>						24	23	22	21	20	17	17	17	18	19
30	29	28	27	26	25																												
12	13	14	15	16	17																												
24	23	22	21	20																													
17	17	17	18	19																													
11	10	9	8	8	8	7	6	5	4	3	3	2	1																				

Almacenamiento por ordenación alfabético-numérica

35	36	37	38	39	40	41	42	43	RESE	RVA																	
<table border="1"> <tr><td>34</td><td>34</td><td>33</td><td>32</td><td>31</td><td>30</td><td>29</td><td>28</td></tr> <tr><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>26</td><td>27</td><td>27</td><td>28</td></tr> </table>									34	34	33	32	31	30	29	28	23	24	25	26	26	27	27	28	RESE		RVA
34	34	33	32	31	30	29	28																				
23	24	25	26	26	27	27	28																				
<table border="1"> <tr><td>22</td><td>21</td><td>21</td><td>21</td><td>20</td><td>19</td><td>18</td><td>17</td></tr> <tr><td>10</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td><td>16</td></tr> </table>									22	21	21	21	20	19	18	17	10	10	11	12	13	14	15	16	RESE		RVA
22	21	21	21	20	19	18	17																				
10	10	11	12	13	14	15	16																				
9	8	7	6	5	4	3	2	1	RESE	RVA																	

Almacenamiento por ordenación alfabético-numérica modificada

## ALMACENAMIENTO POR ESPACIO

Los métodos anteriores de almacenamiento, siguen teniendo la gran -- desventaja de no lograr una utilización completa del espacio, y es difícil mantener el orden estrictamente numérico que se desea, a causa, principalmente, de los materiales nuevos que llegan a ser almacenados. Con el fin de aprovechar la completa utilización del espacio, se utiliza el almacenamiento por espacio. Este tipo de almacenamiento se prescinde de toda ordenación sistemática de los materiales. La forma en que se lleva a cabo este método de almacenamiento, es el de que los materiales se almacenan sin clasificación, y son colocados en el espacio disponible en el momento que llegan al almacén. Con este método es posible encontrar materiales del mismo tipo en diferentes áreas. Una forma en que se podría evitar esto, es que los materiales se almacenen por grupos dentro de un área establecida, que aunque no elimina por completo el problema por lo menos lo disminuye.

Aunque se logra utilizar al máximo la capacidad de almacenamiento -- con este método, se fracasa en proporcionar un buen control sobre los materiales, a menudo hasta los almacenistas encuentran dificultades en localizarlos.

## ALMACENAMIENTO POR ESPACIO, CON SISTEMA LOCALIZADOR

Cuando se agrega al método de almacenamiento por espacio un sistema localizador, se consigue una completa utilización del espacio y, al mis-

22	14	58	5	31	19	10	47	53	28	13	35	4	21																																																																				
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr><td>6</td><td>27</td><td>57</td><td>1</td><td>41</td><td>48</td></tr> <tr><td>34</td><td>43</td><td>38</td><td>49</td><td>52</td><td>72</td></tr> </table> </td> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr><td>40</td><td>64</td><td>11</td><td>63</td><td>18</td></tr> <tr><td>54</td><td>23</td><td>68</td><td>71</td><td>37</td></tr> </table> </td> </tr> <tr> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr><td>12</td><td>67</td><td>7</td><td>70</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>44</td><td>30</td><td>62</td><td>24</td><td>65</td><td>50</td></tr> </table> </td> <td colspan="6"> <table border="1"> <tr><td>69</td><td>8</td><td>2</td><td>56</td><td>33</td></tr> <tr><td>66</td><td>29</td><td>46</td><td>25</td><td>59</td></tr> </table> </td> </tr> </table>														<table border="1"> <tr><td>6</td><td>27</td><td>57</td><td>1</td><td>41</td><td>48</td></tr> <tr><td>34</td><td>43</td><td>38</td><td>49</td><td>52</td><td>72</td></tr> </table>						6	27	57	1	41	48	34	43	38	49	52	72	<table border="1"> <tr><td>40</td><td>64</td><td>11</td><td>63</td><td>18</td></tr> <tr><td>54</td><td>23</td><td>68</td><td>71</td><td>37</td></tr> </table>						40	64	11	63	18	54	23	68	71	37	<table border="1"> <tr><td>12</td><td>67</td><td>7</td><td>70</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>44</td><td>30</td><td>62</td><td>24</td><td>65</td><td>50</td></tr> </table>						12	67	7	70	15	16	44	30	62	24	65	50	<table border="1"> <tr><td>69</td><td>8</td><td>2</td><td>56</td><td>33</td></tr> <tr><td>66</td><td>29</td><td>46</td><td>25</td><td>59</td></tr> </table>						69	8	2	56	33	66	29	46	25	59
<table border="1"> <tr><td>6</td><td>27</td><td>57</td><td>1</td><td>41</td><td>48</td></tr> <tr><td>34</td><td>43</td><td>38</td><td>49</td><td>52</td><td>72</td></tr> </table>						6	27	57	1	41	48	34	43	38	49	52	72	<table border="1"> <tr><td>40</td><td>64</td><td>11</td><td>63</td><td>18</td></tr> <tr><td>54</td><td>23</td><td>68</td><td>71</td><td>37</td></tr> </table>						40	64	11	63	18	54	23	68	71	37																																																
6	27	57	1	41	48																																																																												
34	43	38	49	52	72																																																																												
40	64	11	63	18																																																																													
54	23	68	71	37																																																																													
<table border="1"> <tr><td>12</td><td>67</td><td>7</td><td>70</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>44</td><td>30</td><td>62</td><td>24</td><td>65</td><td>50</td></tr> </table>						12	67	7	70	15	16	44	30	62	24	65	50	<table border="1"> <tr><td>69</td><td>8</td><td>2</td><td>56</td><td>33</td></tr> <tr><td>66</td><td>29</td><td>46</td><td>25</td><td>59</td></tr> </table>						69	8	2	56	33	66	29	46	25	59																																																
12	67	7	70	15	16																																																																												
44	30	62	24	65	50																																																																												
69	8	2	56	33																																																																													
66	29	46	25	59																																																																													
45	36	42	3	17	55	26	60	39	32	51	9	61	20																																																																				

Almacenamiento por espacio

ARCHIVO

	58	5	31	19	10	47	53	28	13	35	4	21																			
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7	<table border="1" style="text-align: center;"> <tr><td>57</td><td>1</td><td>41</td><td>48</td></tr> <tr><td>38</td><td>49</td><td>52</td><td>72</td></tr> </table>						57	1	41	48	38	49	52	72	<table border="1" style="text-align: center;"> <tr><td>40</td><td>64</td><td>11</td><td>63</td><td>18</td></tr> <tr><td>54</td><td>23</td><td>68</td><td>71</td><td>37</td></tr> </table>							40	64	11	63	18	54	23	68	71	37
57	1	41	48																												
38	49	52	72																												
40	64	11	63	18																											
54	23	68	71	37																											
8																															
9																															
10																															
62	<table border="1" style="text-align: center;"> <tr><td>7</td><td>70</td><td>15</td><td>16</td></tr> <tr><td>62</td><td>24</td><td>65</td><td>50</td></tr> </table>						7	70	15	16	62	24	65	50	<table border="1" style="text-align: center;"> <tr><td>69</td><td>8</td><td>2</td><td>56</td><td>33</td></tr> <tr><td>66</td><td>29</td><td>46</td><td>25</td><td>59</td></tr> </table>							69	8	2	56	33	66	29	46	25	59
7	70	15	16																												
62	24	65	50																												
69	8	2	56	33																											
66	29	46	25	59																											
63																															
64																															
65																															
66																															
67																															
68																															
69																															
70																															
71	42	3	17	55	26	60	39	32	51	9	61	20																			
72																															

Almacenamiento por espacio, con sistema localizador

mo tiempo, un control sobre los materiales. Dicho sistema localizador -- consiste en un archivo colocado en el almacén y, que está constituido -- por fichas o tarjetas, cada una de las cuales corresponderá a un tipo de material, a un contenedor o a una carga de material. El sistema de localización contiene únicamente la información necesaria, tal como, número\_ de parte, descripción, cantidad y fecha de llegada al almacén. Se harán\_ dos tarjetas iguales, una de las cuales se quedará en el archivo y la -- otra se colocará en el material. Así cuando se requiera un tipo de material, primeramente, se hará la localización en el archivo y posteriormente la localización física en el almacén.

La localización se hace, tomando como referencia la numeración de -- las columnas o bien, secciones numeradas del almacén.

Estrechamente unido al método y espacio de almacenamiento del mate-- rial, está el equipo usado para ese fin. La elección de tal equipo dependerá de que satisfaga los objetivos de almacenamiento y de que reúna las siguientes características.

- Que se manejen mecanizadamente.
- Tener capacidad suficiente.
- Ser fuertes y seguros.
- Proporcionar protección al contenido contra daños.
- Ser de identificación rápida y segura.
- Hacer fácil y rápido el contaje del contenido

- Que sean estándar.
- Que sean móviles y estibables.
- Su costo de adquisición debe ser el mínimo posible.

Existe una gran variedad de equipo para el manejo y almacenamiento de los materiales. La siguiente clasificación ayudará a elegir el más adecuado:

#### ARMARIOS, ESTANTERIA Y ARMAZONES.

Cuando se necesita almacenar piezas pequeñas en varios compartimientos se requiere de estanterías y armazones que hagan posible una utilización económica del espacio disponible. La estantería y armarios se hacen de madera y de metal. Si son metálicos, por lo general, se componen de elementos normalizados que pueden desmontarse y combinarse de varias maneras.

Para el almacenamiento de objetos de formas irregulares, se utilizan soportes auxiliares, que están constituidos por armaduras de piezas normalizadas, lo que hace fácil el montarlos y desmontarlos cuando se requiere hacer cambios en la distribución. Cuando las armazones se utilizan para almacenar objetos de tamaño inferior al de una paleta, se dispone en ellos una superficie continua de metal o de madera y, cuando los objetos a almacenar vienen en paletas o plataformas de tamaño normalizado, las estanterías están constituidas por armazones tubulares en las cuales se colocan las cargas sobre sus propias paletas o plataformas.

## PLATAFORMAS

Este equipo es a base de recipientes o contenedores, construídos de diversos materiales, tales como; madera, metal, plástico, etc. Su diseño varía según el tipo de material a contener y de la forma en la cual serán manejados.

Un tipo de plataforma movible muy utilizada para operaciones de manejo y almacenamiento es la paleta, que consiste en una estructura, generalmente de madera, en la cual se apoyan los materiales, lográndose con esto, un manejo con cargas unitarias. Por tanto encuentran una aplica---ción muy eficaz en cualquier sistema de manejo en el que convenga operar con cargas unitarias. Si se llegan a usar, debe estudiarse la forma de acoplarlas con el sistema de manejo que se esté utilizando.

Los aparatos para manejos de cargas unitarias (contenedores, paletas, etc) normalmente son las carretillas de horquilla o la carretilla de plataforma. Estas pueden ser por accionamiento manual, o de elevación con motor eléctrico o de gasolina. A causa de las ventajas que se obtienen empleando cargas unitarias del mayor tamaño que se puedan manejar, han ido apareciendo aparatos de manejo de tipos especiales. Así las carretillas de horquilla se construyen de mayor capacidad de carga y de mayor elevación. Las carretillas tipo pórtico, se han adaptado para retirar en una sola vez, toda la carga de un remolque, el manejo a nivel elevado, de cargas unitarias grandes se hace por medio de grúas puente y monocarriles. También se emplean, para el manejo de cargas unitarias, diversos ti

pos de grúas móviles.

### EQUIPO MOVIL

Con el equipo anterior para almacenamiento, se necesita de mucha manipulación, tanto para colocar los materiales en su sitio como para sacarlos. Es por esto que se ha optado por aparatos que mantengan al material en movimiento o que el mismo equipo sirva como medio de almacenamiento. Por lo tanto se han ideado varios métodos y aparatos para conseguir el almacenamiento móvil de materiales.

El sistema de transportador de cadena, fue el primero que se empleó para eliminar las operaciones manuales de almacenamiento. Es posible adaptarlo para conseguir una reserva de materiales entre dos operaciones de un proceso. Este tipo de equipo, permite un almacenamiento elevado, donde no se estorba al proceso de producción.

Otro aparato que se utiliza para contener y manejar materiales en zonas de almacenes, es el transportador de rodillos. Con el cual se puede mandar el material desde el área de descarga, hasta su lugar de almacenamiento, igual que el transportador de cadena. Cuando es pequeña la reserva de materiales que se necesitan entre operación y operación, puede obtenerse el almacenamiento móvil utilizando transportadores por gravedad y para recorridos más largos, se combinan con tramos de rodillos accionados por motor o con transportador de cinta.

El mismo equipo de rodillos pueden instalarse en zonas del piso, en el área de almacenamiento, consiguiéndose así un pasillo transportador, el cual puede estar conectado desde la zona de descarga, hasta la zona de salida, o bien, hasta la zona de almacenamiento.

#### OPERACION DE SALIDA

Las operaciones de salida de los materiales de almacén comprenden la selección y clasificación de las mercancías, su preparación para envío y el transporte a partir de la zona de expediciones. Esto es si se trata de productos terminados, cuando se requieran salidas de materias primas para el área de producción, estas se hacen directamente del almacén al punto requerido, para esto se utilizan, desde, carretillas manuales hasta equipo mecanizado, tales como; transportadores de rodillo, de cadena, de banda, etc., grúas pórtico, puente y monocarriles, etc.

Tanto en las pequeñas fábricas, como en los grandes almacenes, la preparación del producto para el envío requiere un empaquetado. En las fábricas pequeñas se puede contar con un simple banco donde los materiales se preparan para su envío. En los grandes almacenes, el empaquetado de piezas tendrá una línea en la que se efectúe esta operación con el mejor rendimiento posible.

El andén o zona de envío, al contrario del de recepción, suele estar situado en el extremo opuesto del edificio para evitar confusiones y aglomeraciones. Al igual que en la recepción, se debe disponer de sufi--

ciente espacio, y tenerlo cubierto si las inclemencias del tiempo pueden ocasionar interrupciones.

Un dispositivo especial para envío de materiales, adaptado a las cajas de los camiones, es un transportador de cadena. Las cajas llevan --- unos largueros salientes sobre los cuales se apoyan dos filas de paletas, una al lado de la otra. El larguero central de cada lado lleva una cadena sinfin que sirve para introducir o sacar del camión las paletas cargadas. La cadena es accionada por un motor alimentado por la batería del vehículo. Como los pedidos se colocan con arreglo al orden en que ha de dárseles salida, el conductor no tiene que subir nunca a la caja del camión.

En resumen para llegar a mover de un modo económico una gran variedad de materiales a lo largo de las operaciones de recepción, almacenamiento y salida, hace falta buena organización, a fin de establecer una sucesión de operaciones que ofrezcan el mayor rendimiento con el mínimo de movimientos y recorridos.

C A P I T U L O VI

ASPECTOS DE SEGURIDAD

## ASPECTOS DE SEGURIDAD

Cuando se ha llevado a cabo un estudio sobre actividades de manejo de materiales, el resultado de su análisis consiste, por lo regular, en escoger el método más práctico, así como el más seguro.

Si se toma en consideración, que el manejo de materiales es responsable de aproximadamente un 90% de los accidentes industriales y de una cuarta parte de lesiones que requieren incapacidad, se podrá apreciar la gran importancia que tiene, el considerar los aspectos relativos a la seguridad en todo estudio de manejo de materiales.

Para trabajar en condiciones de seguridad, deben aplicarse las mismas reglas y principios que figuran en cualquier programa de seguridad de carácter general. Debe comenzarse por establecer un programa, en el que se planee el modo de eliminar las causas de accidentes y de instruir a los trabajadores sobre la forma de evitarlo.

Para iniciar un programa de seguridad debe contarse con el apoyo de la Dirección de la empresa y ser dirigida por alguien que tenga la capacidad y responsabilidad para su aplicación. Para comenzar los trabajadores deben recibir instrucciones apropiadas, que les hagan conocer el peligro que encierran ciertas operaciones y ciertas situaciones y posteriormente, darles a conocer ciertas consideraciones e instrucciones sobre métodos de manejo, almacenamiento y estibado de material. Dichas instrucciones se pueden presentar en forma de reglas y principios agrupadas

en la forma siguiente:

#### CONSIDERACIONES SOBRE LAS PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

Es necesario considerar en primer lugar las propiedades de los materiales que van a ser manejados. Algunas consideraciones de importancia son: si el material es sólido, líquido o gaseoso; si vienen a granel o envasado (botellas, botes, tambores o cilindros de presión) y el tamaño, forma y peso del envase o artículo. Si el material se maneja en frío o en caliente o si lo afectan las temperaturas extremas, deben tomarse precauciones para proteger a los empleados.

Si los materiales están envasados, deben establecerse métodos y procedimientos seguros, para el manejo y almacenamiento, cualquiera que sea el envase que se utilice. Los encargados del manejo, deben conocer todos los factores de importancia, con respecto a la unidad y la carga para asegurarse de que las cargas son estables, que el equipo no está sobrecargado, que no se rebasa la capacidad de carga del piso y que hay el espacio adecuado para pasillos y lugar de almacenamiento.

Cuando el manejo de materiales es a granel, se deben tener presentes los siguientes riesgos: polvos y vapores flamables, o gases que pueden estallar o arder; contaminantes tóxicos del aire; polvo tan espeso que limite gravemente la visibilidad; fallas en botes, silos o depósitos, debidas a sobrecargas; materiales que tienden a terronarse formando salientes voladizos que pueden caer sobre los operarios, etc.

Deben conocerse los riesgos que presentan las propiedades químicas - del material a manejar y tratarlos con las precauciones adecuadas. Estas propiedades químicas incluyen si el material es flamable, corrosivo, tóxico, explosivo o estable bajo choques, sus reacciones con otras sustancias y los efectos que tienen los incrementos de temperatura o de ambas cosas en su corrosividad, estabilidad y reacciones químicas. Si el material es flamable, deben conocerse: su temperatura de ignición, su punto de auto-ignición y su rango de flamabilidad.

Finalmente, si los materiales son radiactivos, deben existir precauciones, tales como: blindaje, distancia y tiempo de exposición, para --- fuentes totalmente selladas, es necesario observar cuando son manejadas cargas radioactivas. Si estas fuentes presentan fugas, se necesitan medios especiales para mantener el material aislado, y que no cause daños.

#### CONSIDERACIONES SOBRE EL MOVIMIENTO QUE TIENEN LOS MATERIALES

Las rutas para los desplazamientos, así como la frecuencia, la cantidad y la distancia, son factores muy importantes para la planeación del manejo seguro y eficiente de materiales.

La velocidad adecuada del recorrido de materiales, inclusive la de - desechos, recortes y desperdicios es vital para las operaciones seguras, la máxima utilización del espacio y para el buen orden y cuidado del local. El recorrido de materiales de un departamento tiene que estar equilibrado con el de los demás. Dentro de las instalaciones el recorrido de

berá ser de un solo sentido y en línea recta, con lo que se facilita la corriente uniforme e ininterrumpida. Los aspectos importantes de las rutas de recorrido son: piso o resistencia del mismo, adecuado; pasillos suficientemente anchos, pisos y rampas lisos; ventilación adecuada para la aspiración de gases de motores y operaciones polvorientas; buen alumbrado y controles adecuados de tránsito.

La disminución del número de veces que vaya a manejarse un mismo material es siempre deseable, ya que reduce tanto la exposición a posibles lesiones como el esfuerzo físico innecesario. El desplazamiento frecuente de un mismo tipo de material, siguiendo las mismas rutas, hará posible la mecanización. Si se observa que hay manejo manual de objetos pesados o voluminosos, debe analizarse la operación con la idea de sustituirla con equipo mecánico o mecanizado.

El tamaño, peso, densidad, resistencia y propiedades químicas de los materiales, así como la capacidad del equipo de manejo, capacidad de las zonas de almacenamiento y las resistencias máximas de carga del piso, son factores que determinan las cantidades óptimas de material a manejar.

Demasiado material puede ser causa de objetos que caen, de orden y cuidado deficiente de los locales, de pesos que rebasan la resistencia del piso del equipo de manejo, demasiado o poco material pueden ser causa de viajes excesivos, velocidades excesivas o tiempo perdido. Además la carga del equipo debe mantenerse en un nivel que permita al operario tener completa y clara visibilidad.

## CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO.

El espacio de almacenamiento debe ser proyectado teniendo en cuenta las diferentes clases de materiales que hay que acomodar en él, y a cada artículo debe asignársele un lugar determinado. Muchos accidentes son debidos a que no se dispone de los elementos adecuados a los tipos de materiales que han de almacenarse. Los artículos de forma irregular, como -- son los de mucha longitud, las chapas de acero, etc., ofrecen dificultades a menos que se adopten disposiciones especiales.

Los pasillos deben estar claramente señalados y no se debe permitir que se coloque o almacene cosa alguna entre las líneas que los delimitan. La anchura del pasillo debe ser suficiente desde el punto de vista de seguridad. Cuando se permite el tráfico en ambos sentidos, la anchura debe sobrepasar a la suma de anchuras de los dos vehículos más anchos -- que se utilicen. Los pasillos deben estar bien iluminados a todas horas; además, deben colocarse espejos y señales de aviso en las esquinas y cruces. Todas las zonas de almacenamiento han de estar claramente señaladas y dedicadas a su finalidad específica. En el área de almacenamiento debe destinarse un espacio bastante extenso a estacionamiento de vehículos, -- a fin de que éstos no obstruyan los pasillos cuando estén parados.

En las zonas de recepción, elaboración y embarque, debe dejarse espacio suficiente para almacenamiento. Estos lugares deben estar dispuestos de modo que faciliten la colocación, localización y retiro de materiales.

Puesto que cada material tiene ciertas propiedades y característi---cas, necesitará ser protegido en mayor o en menor grado mientras esté al macenado. El almacén debe contar con: protección contra el fuego, para -ello debe preverse; ventilación que prevenga la combustión espontánea, -separación de los materiales explosivos, un adecuado equipo de incen----dios, pasillos de acceso despejados y bien definidos, fácil acceso a las capas inferiores por parte de los extintores. Protección contra daños, -es decir contra; caídas y deslizamientos, desplome de los soportes, ----aplastamientos, rasgaduras y golpes, insectos, roedores, etc. Protección contra la humedad y corrosión causada por; tuberías que goteen, ventanas y suelos húmedos, áreas inundadas y escape de vapores, para proteger el material contra estas causas puede recurrirse al empapado en aceite, recubrimientos con grasa, uso de papel encerado o impermeable, absorbentes químicos de la humedad y a muros impermeables. Protección contra polvo y suciedad, puede recurrirse a encerado en cajas, filtrado del aire o some--timiento del mismo a sobrepresión, portezuelas en los recipientes y a cu--brirlos con tela o paños. Protección contra el frío o el calor por medio de, calefacción o habitaciones de aire acondicionado, áreas de temperatu--ra constante, calentadores portátiles para puntos fríos, distanciació--n de puertas y ventanas y alejamientos de radiadores y tuberías de vapor. Protección contra el robo, mediante; existencias guardadas en habitacio--nes cerradas o en muebles cerrados con llave. Protección contra el enco--gimiento, deterioro o desuso; contra la evaporación o secado, se recurre a recipientes sellados, para evitar que se estropeen, pudran o envejez--

can los materiales, emplear los siguientes métodos: salida preferente a los que han entrado antes al almacén, dispositivo de salida automática - en el mismo orden de entrada, almacenamiento móvil y doble área de almacenamiento.

Para que exista un estibado seguro de materiales en el almacén, este debe hacerse tomando en consideración las siguientes reglas: debe tenerse en cuenta la resistencia del material, la resistencia del envase, su estabilidad, la capacidad de carga del piso, la proximidad de los conductores de ventilación y fuentes de calor, tales como tuberías de vapor, calentadores, etc.

#### CONSIDERACIONES PARA LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS

Casi todo trabajador tiene que desplazar objetos de peso y tamaño -- considerable, ya sea alguna que otra vez o como parte rutinaria de su -- trabajo. Con demasiada frecuencia esta tarea tiene como resultado accidentes que podrían prevenirse, siguiendo procedimientos seguros. Sin embargo, no existe un método exacto para todo levantamiento de cargas, pero sí, algunas recomendaciones que deben ser pasadas a los trabajadores -- cuando tengan que levantar manualmente una carga.

- Si la carga es demasiado pesada o voluminosa, debe conseguirse --- ayuda. Es conveniente revisarla por si tiene clavos salientes, estillas, extremos sueltos de flejes o alambres. Corregir cualquier condición insegura que se observe. Hay que cerciorarse de que se puede sujetar bien la

carga.

- Si el objeto a mover ha de acarreararse a determinada distancia, decidir el camino que sea seguro y el lugar donde deberá colocarse. Tomar en cuenta las puertas que tienen que abrirse, las escaleras por las que se tenga que subir o bajar. Evitar entrar cargando en un almacén oscuro con las manos ocupadas y hacer el intento de encender las luces o de pasar cargando por una puerta o por una escalera un objeto demasiado grande en relación al claro.

- Afirmar bien los pies sobre un piso sólido y seguro, separándolos suficientemente, para que aseguren un buen equilibrio, y situados cerca de la carga, de modo que no sea la espalda la que reciba todo el peso.

- Doblar las rodillas y mantener la espalda lo más recta posible.

- Hacer que las manos sujeten bien la carga y comenzar a tirar de ella hacia arriba, ejerciendo la fuerza con las piernas y manteniéndola lo más cerca posible del cuerpo.

- Ya en posición de pie, se debe llevar el cuerpo erguido, cargando el objeto. Hay que cercionarse de que es posible ver hacia donde se camina.

- Si hay que colocar la carga encima de una mesa situada a un lado, o en la parte posterior, cambiar la posición de las partes para colocarse en la mejor dirección, manteniendo el cuerpo erguido, jamás se hace -

girar la espalda.

- Si el objeto se va a depositar en el suelo, bajarlo doblando las rodillas, poniendo cuidado en no lastimarse los dedos.

- Usar calzado de seguridad, en especial si el manejo de materiales es parte regular de las labores. En algunas de éstas, puede necesitarse guantes o alguna protección especial para las manos, así como otro equipo o ropas de protección personal, según sean las propiedades físicas y químicas del material.

## CONSIDERACIONES SOBRE EL EQUIPO MANUAL Y MECANIZADO

Antes de presentar ciertas instrucciones aplicables en particular a cada tipo de aparato, hay unas consideraciones que se aplican al equipo de manejo en general, y que deben tenerse muy presente.

- El valor de un determinado equipo de manejo de materiales viene dado por su capacidad para llevar a cabo ciertas tareas. Por tanto, es necesario conocer las posibilidades y limitaciones de cada equipo existente y elegir el que sea más apropiado al trabajo en cuestión. El no hacerlo así se puede dar lugar a que se adquiriera un equipo mayor de lo que en realidad se necesita. O, si dicho equipo es insuficiente para realizar la tarea que se le exige, su resultado puede ser un accidente grave, del que es víctima el maquinista u otros obreros que se encuentran cerca.

- Para lograr que el equipo trabaje con seguridad, es necesario que se fije un plan definido de mantenimiento preventivo con el cual se garantice que las unidades están en todo momento en condiciones mecánicas seguras. Cada operador debe tener una lista de los elementos que ha de revisar a diario antes de poner en marcha el aparato. Pero además de este reconocimiento diario, debe establecerse un programa de revisión y reparación, de cuya aplicación se ocupará el departamento de mantenimiento. Los reportes de las partes en revisión y reparación realizados en cada unidad deben conservarse, para tener la seguridad de que nada se ha pasado por alto.

- Las unidades del equipo de manejo de materiales deben ser sometidas periódicamente a un examen completo en el que se revisen todos sus elementos. Esto es especialmente importante para grúas, carretillas de elevación y otros aparatos que se utilizan para el manejo de materiales pesados. Esta actividad debe efectuarse dentro de un cierto programa.

El programa de mantenimiento preventivo no solamente garantiza el servicio y el trabajo de los aparatos en todo momento, sino que contribuye mucho a reducir los accidentes. La mayoría de los accidentes causados por fallas de las máquinas podrían evitarse si éstas se someten a una revisión periódica.

- Las instrucciones de seguridad para el equipo manual de manejo, comprende principalmente a los diversos tipos de carretillas operadas manualmente. Tales como las de una, dos y tres y más ruedas.

Prácticamente, en todas las industrias se emplean carretillas de mano de diversos tipos. Muchos accidentes ocurren porque, para el manejo de ciertos materiales, se emplea un tipo inapropiado. Otros provienen de que la unidad es de construcción débil o se encuentra en mal estado, o bien a las malas condiciones del pavimento o de pasillos muy estrechos. También son debidos a que la carga y descarga se realiza descuidadamente. Las siguientes son algunas reglas generales de seguridad para el manejo de materiales con carretillas manuales:

- . Las carretillas están diseñadas para transportar materiales y no - personas, por lo cual no deben permitirse que lleven pasajeros.
- . Siempre cargar la carretilla de tal forma que el material no se -- deslice ni ruede hacia afuera.
- . Cuando la carga es demasiado pesada para moverla o si la carreti-- lla es de tamaño grande y difícil de manejar, es preferible pedir\_ ayuda y no hacer un esfuerzo excesivo.
- . Es peligroso utilizar una carretilla vacía, de cualquier clase, co\_ mo si fuera un patín, dándole impulso y montándose.
- . Utilizar zapatos de seguridad.
- . Cuando una carretilla no está trabajando, colocarla lo bastante -- apartada del pasillo para evitar tropiezos y estorbo.
- . No utilizar carretillas que tengan las ruedas rotas o los brazos - averiados.
- . Mantener los ejes engrasados.
- . No remplazar nunca la chaveta de un eje por un clavo. Puede ser -- uno mismo el que se golpee con él.
- . Cuando dos o más carretillas van muy cerca, cuidarse, para evitar\_ que los nudillos sufran lesiones.
- . No debe ser sobrecargada la carretilla. El peso de los materiales\_ transportados no debe ser mayor que la carga de seguridad de la ca\_ rretilla. Utilizar para cada trabajo el tipo adecuado de carreti--

lla.

- . La carga debe estar equilibrada en la carretilla, si no se hace esto, lo más seguro es que se tendrá que forzar los músculos.
- . No colocar carretillas en plataformas inclinadas.
- . No llevar nunca la carretilla con los brazos en posición vertical, y no correr con ella.
- . Cuando se transporten cargas pesadas, mantener la espalda en posición vertical y levantarla con los brazos para evitar esfuerzos - en los músculos dorsales.
- . Cuando se maneje una carga pesada, ponerla lo más lejos posible de los brazos.
- . Mantener los pies fuera del área que determinan las ruedas, mientras se carga la carretilla o se hacen maniobras con ella.

El equipo mecánico para el manejo de materiales, elimina una gran -- cantidad de manejo manual, y los riesgos a el asociados, pero presenta - riesgos nuevos que son mucho más graves, debido a que intervienen fuerzas mayores.

Para su manejo seguro, este equipo debe estar debidamente proyecta-- do, instalado y provisto de protección, debe revisársele a diario y ha-- cerlo funcionar debidamente. Algunas reglas de seguridad para el equipo\_ mecánico de manejo, son las siguientes.

- Todos los tipos de transportadores mecánicos deben estar protegidos con cercas o barandillas, para impedir que los trabajadores queden atrapados por las piezas en movimiento o resulten accidentados por materiales que caen.

Estos transportadores deben estar provistos de controles de mando para detenerlos en caso de emergencia. Deben contar con accesos y espacio libre suficiente, para que permitan los trabajos de reparación y mantenimiento seguros, deben además, prohibirse totalmente los desplazamientos de operarios, por medio de los transportadores destinados al transporte de materiales.

- Las diversas clases de aparatos mecánicos de movimiento tanto, horizontal como vertical, tales como, las carretillas elevadoras o montacargas y los diversos tipos de grúas móviles, circulan por pasillos donde los operarios están ocupados en sus labores de trabajo. Esto hace que el conductor del vehículo tenga una gran responsabilidad y se tenga que exigir de él un gran conocimiento de las reglas de seguridad.

Cada tipo de aparato requiere ciertas instrucciones particulares de seguridad, pero en la mayoría son aplicables las siguientes reglas para el equipo mecanizado de elevación y de avance horizontal:

- Mover las palancas de mando de una velocidad a otra decididamente y sin vacilaciones.
- Conservar la carga lo más bajo posible durante el movimiento.

- Colocarse en el aparato detrás de la carga.
- Evitar hacer paradas bruscas y rápidas.
- Utilizar el dispositivo de inclinación, si lo tiene.
- Desplazarse despacio al aproximarse a puntos peligrosos tales como; puertas, puentes, pendientes, tuneles, vías, etc.
- No llevar pasajeros.
- Reparar inmediatamente cualquier falla en el aparato.
- Tener presentes las reglas de tráfico.
- No conducir con las manos húmedas o grasientas.
- Respetar las señales de limitación de altura.
- Localizar el equipo de prevención de incendios.
- No arrancar ni hacer cambios de dirección bruscos, especialmente - cuando se transporta material a granel y en forma líquida.
- Utilizar la bocina solo cuando sea necesario.
- Observar el camino antes de arrancar.
- Evitar bromas con los aparatos.
- Manejar con cuidado los mecanismos de elevación.
- No conducir a oscuras.
- Utilizar ropa de seguridad,

Los pasillos interiores de la fábrica, por donde han de circular los vehículos, deben estar diseñados de tal forma que exista un mínimo de -- cruces y se eviten los rincones y vueltas que no tengan visión clara. -- Asimismo se deben indicar los lugares por donde deben cruzar los peato-

nes. Los pasillos deben estar marcados con un color llamativo.

Los programas de mantenimiento preventivo y correctivo deben ser establecidos y practicados, teniendo especial atención en las luces, bocinas, neumáticos, controles, batería, frenos, mecanismos de dirección y sistemas de elevación.

C A P I T U L O   V I I

ANALISIS DEL PROBLEMA DE MANEJO DE MATERIALES

## ANALISIS DEL PROBLEMA DE MANEJO DE MATERIALES

Entre los problemas de manejo de materiales, los podemos enmarcar en dos grandes tipos. El primero son problemas muy limitados de movimiento de materiales entre dos puntos. Un ejemplo sería el movimiento de un producto sobre una cadena de montaje. Los del segundo tipo son problemas de carácter más general, que para resolverlos es preciso realizar un análisis extenso y estudiarlos con una visión más amplia.

En los capítulos anteriores se han presentado los principios fundamentales del movimiento de materiales y las características de los métodos, tiempos, equipo y aspectos de seguridad aplicables a la solución de problemas específicos.

Como resultado de lo anterior, se presenta a continuación un procedimiento que puede ser aplicado al analizar cualquier problema o proyecto de carácter general o particular de manejo de materiales, que cumple con los principios manejados y basado también en el método científico, mismo que cubrirá; el planteamiento del problema, implementación y evaluación de los resultados.

Posteriormente y para demostrar su aplicación práctica, se analizará un problema real de manejo de materiales que consistirá en el proyecto de una nueva planta de producción de la empresa Vehículos Automotores Mexicanos, S.A. de C.V.

Este procedimiento será una técnica igualmente aplicable a oficinas, áreas de servicio, laboratorios, almacenes o a cualquier operación de manufactura. Será también aplicable a pequeñas o grandes redistribuciones de facilidades existentes o la planeación de un proyecto nuevo de manejo de materiales.

El procedimiento mencionado está estructurado en cuatro fases de ejecución y un patrón de procedimientos. Las cuatro fases son: 1) INTEGRACION EXTERNA, 2) PLAN GENERAL DE MANEJO, 3) PLANES DETALLADOS DE MANEJO y 4) INSTALACION.

INTEGRACION EXTERNA. Aquí se valoran los movimientos a y desde el área total, o áreas que serán estudiadas. Primero se deben considerar los movimientos de material externo al área del problema. En otras palabras se interrelaciona el problema específico de manejo con las situaciones o condiciones externas, sobre las cuales se puede o no tener control. Se identifica y posiblemente se modifique el acceso de vehículos, vías o muelles para los barcos de carga, de manera que el manejo de materiales hacia la planta o almacén esté integrado con estos importantes transportes externos.

PLAN GENERAL DEL MANEJO DE MATERIALES. Aquí se establecen los métodos de movimiento de materiales entre las áreas principales. Las decisiones generales serán tomadas considerando el sistema básico de movimientos, los tipos generales de equipo y las unidades de transporte o contenedores a ser usados.

PLANES DETALLADOS DE MANEJO DE MATERIALES. Esta fase trata lo referente al movimiento de materiales entre varios puntos dentro de cada área principal. Es aquí donde se decide sobre los métodos detallados de manejo tales como el sistema específico de movimientos, equipo y contenedores que serán usados entre los lugares individuales de trabajo. Podemos observar que mientras en la fase II se refiere a los movimientos entre departamentos o edificios, la fase III se refiere a los movimientos desde un lugar específico de trabajo o piezas de equipo a otro.

INSTALACION. Es en esta fase donde se planean los últimos detalles, compra del equipo, entrenamiento del personal y se programa e implementa la instalación de las facilidades físicas de manejo. Después de esto, se realizan pruebas de los métodos de manejo planeados, se entrega información al personal de operaciones y se verifica la completa instalación hasta asegurarse de su correcta operación.

Es prudente mencionar que no por estar divididas en etapas, estas son independientes. Se requiere interrelacionar todas ellas, ya que el resultado de una será el punto de retroalimentación para otra.

Las fases I y IV no son frecuentemente parte del trabajo específico del ingeniero de manejo de materiales aunque el proyecto deberá pasar en cada caso a través de ellas. En cierta forma, el trabajo fundamental será en las fases II y III.

Es por esto que concentraremos nuestra atención a las fases II y III,

plan general y planes detallados de manejo de materiales.

#### PATRON DE PROCEDIMIENTOS

El manejo de materiales no sólo se refiere a los materiales sino a - productos, artículos o cosas las cuales deben ser movidas, transportadas o relocalizadas.

Estos movimientos involucran un objeto y/o alguna persona que físicamente hace el movimiento. Esta actividad generalmente requiere equipo, - contenedores y sistemas de trabajo, que involucran; personal, procedimientos y facilidades físicas de la distribución de planta. Al equipo, contenedores y sistemas de movimiento se les denomina los métodos de manejo.

El manejo de materiales está basado en tres elementos fundamentales: Materiales, Movimientos y Métodos. El análisis de los materiales a mover, los movimientos que deberán hacerse y establecer los métodos práctico-económicos que acompañan al movimiento de materiales. El patrón de procedimientos descansa principalmente sobre estos tres fundamentos, los cuales se indican en el diagrama del patrón de procedimientos.

La parte analítica de la elaboración de un plan de manejo de materiales, se inicia con el estudio de los datos de entrada necesarios. Esta información preliminar necesaria para analizar un problema de manejo de materiales incluye:

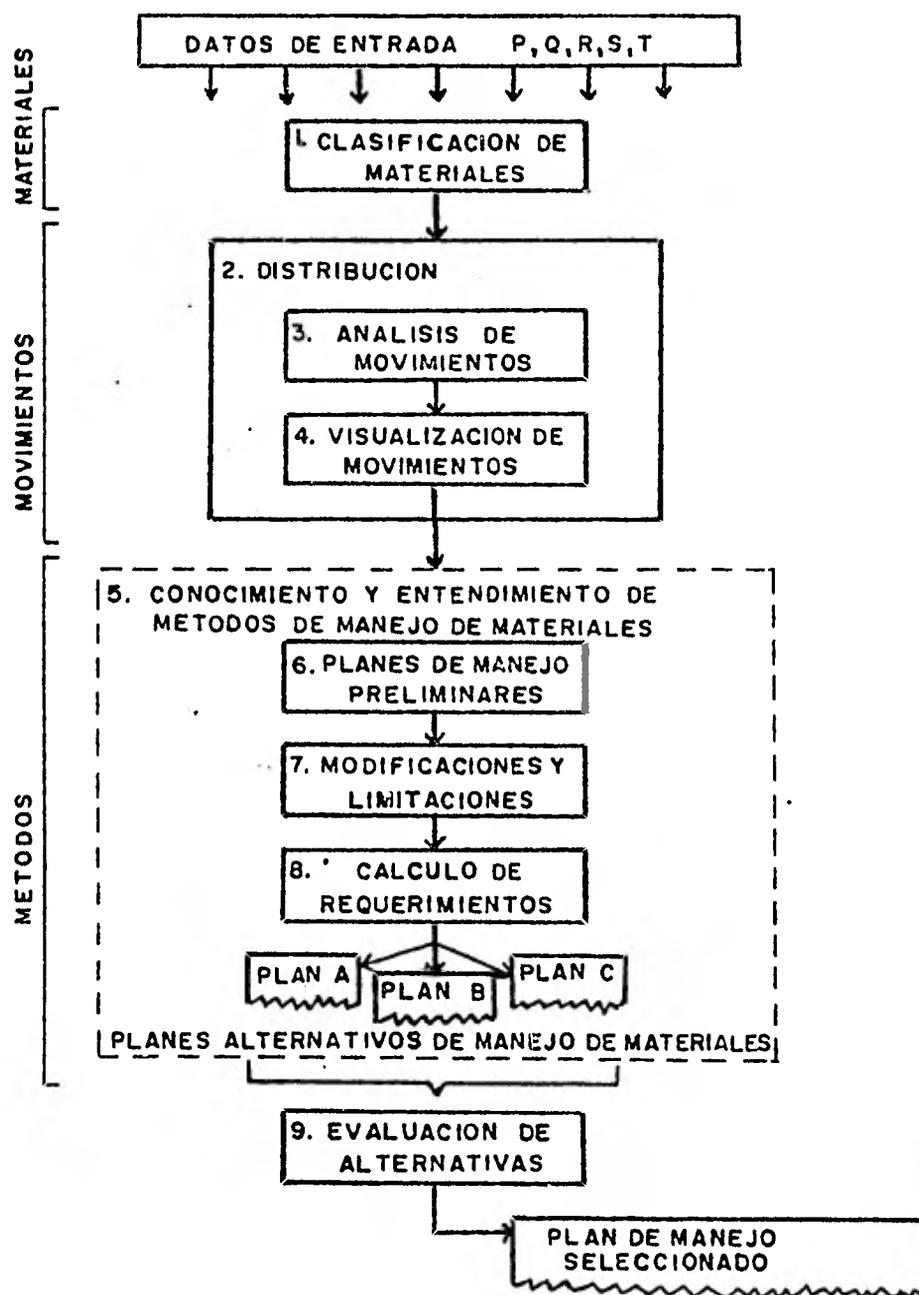
- P - Productos o materiales incluyendo variedad y características.
- Q - Cantidad o volumen de cada material o artículo.
- R - Ruta o proceso de las operaciones, su secuencia y proceso de fabricación.
- S - Servicios o actividades auxiliares que apoyan las operaciones de producción tales como, control de inventarios, mantenimiento, -- comedor, casa de máquinas, etc.
- T - Tiempo o consideraciones del tiempo que influyen sobre los otros cuatro elementos, tales como horas trabajadas, eficiencias, --- etc.

En la investigación de los productos o materiales deben reunirse datos de sus características físicas o químicas.

Cada producto, pieza o material, tiene ciertas características que pueden afectar el manejo y almacenamiento de los materiales. Deben considerarse el tamaño, forma y volumen, peso y características especiales.

TAMAÑO.- Un producto o material grande puede afectar el sistema de manejo, otras piezas por ser muy pequeñas resultan difíciles de ver y -- pueden perderse sino se toman precauciones especiales.

FORMA Y VOLUMEN.- Los materiales alargados presentan problemas de manejo y almacenamiento, completamente diferentes a los que presentarán -- los bultos o material compacto. En los materiales voluminosos se tendrán que prever métodos especiales de manejo.



PATRON DE PROCEDIMIENTOS

PESO.- Este factor afectará al equipo de manejo, carga de piso, métodos de almacenamiento, etc.

CARACTERISTICAS ESPECIALES.- Ciertos materiales son muy delicados, - quebradizos, frágiles, volátiles, inflamables o explosivos, por lo que tendrán que preverse su forma de manejo y aspectos de seguridad. Las características especiales incluyen el calor, frío, humedad, vapores y humos, vibraciones, choques, cambios de temperatura, luz, polvo, suciedad, etc.

Además deberán obtenerse datos de la variedad de productos o materiales, con el fin de planear tanto los métodos de almacenamiento, como la cantidad y tipo de equipo o ser utilizado para su transporte.

Los datos de cantidad o volumen se obtienen principalmente de los programas de producción, pronósticos de ventas, o de las listas de materiales. Las cantidades de materiales o productos que hay que manejar figuran en los programas, tanto actuales como futuros, y serán los que en gran parte determinen el tipo de análisis a seguir. Por tanto las listas de materiales son necesarias para dar a conocer los elementos componentes del producto que han de manejarse en los departamentos de producción o en las operaciones de recepción y almacenamiento.

Cuando se han reunido los datos de materiales o productos y sus cantidades respectivas. El análisis de los distintos productos (o materiales o piezas) por comparación con las cantidades de cada producto consti

tuye una parte muy importante de la mayoría de los proyectos que se refieren a la producción, el almacenamiento y el manejo de materiales.

Este análisis toma la forma de:

1. Una clasificación de los distintos productos, materiales o artículos en estudio.
2. Una cuenta de las cantidades producidas de cada clase o cada variedad o producto más importante dentro de una misma clase.

Con el fin de facilitar la lectura, la cuenta se dispone en orden de creciente y los resultados llevados a un gráfico. El resultado es el gráfico P - Q, denominando así debido a las iniciales de las palabras Producto y Cantidad (Fig. 7.1). La curva de esta figura es decreciente, indicándose en primer lugar los artículos producidos en gran cantidad.

El proceso a seguir para el análisis P - Q, es el siguiente:

1. Clasificar todos los productos (piezas, materiales u otros según los casos) en grupos de características semejantes.
2. Hallar las tendencias de las principales características de los grupos de productos y proyectarlas hacia el futuro.
3. Definir una cantidad anual (o mensual) prevista para la producción de cada artículo y ordenar los grupos, en orden decreciente de cantidades.

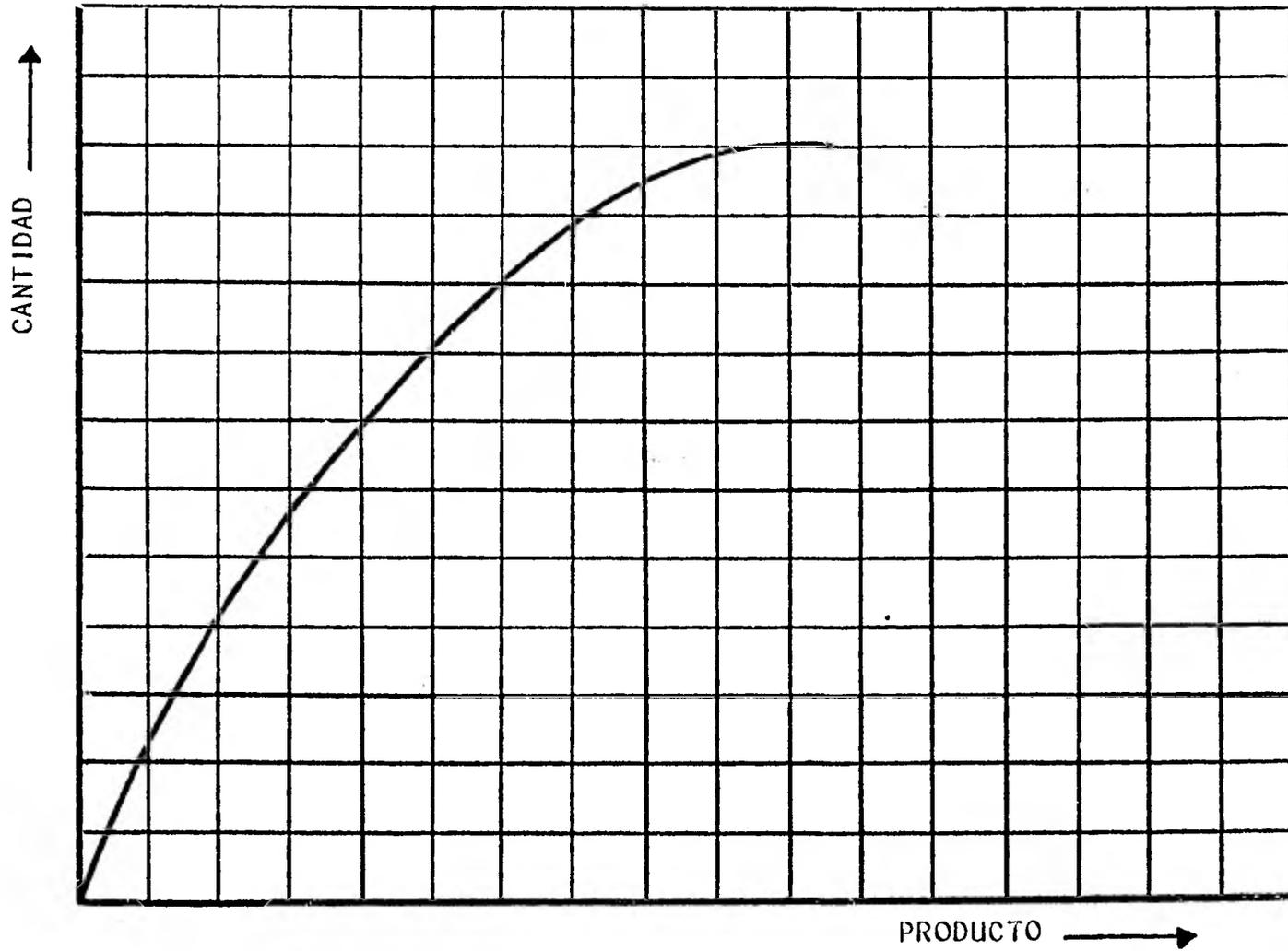


Fig. 7.1 grafoco P - Q

4. Trazar un gráfico a escala conveniente, con las P en abscisas y las Q en ordenadas, indicando verticalmente las cantidades correspondientes a los artículos o grupos de productos respectivos.
5. Unir los puntos para obtener el gráfico.

Una vez que se cuenta con la información necesaria sobre el producto y el volumen de fabricación, deberán planearse las operaciones y su secuencia. Será necesario además determinar el equipo que se utilizará y el tiempo que requerirá cada operación. Esta secuencia puede dictar la ordenación de las áreas de trabajo y equipo, la relación entre departamentos, los métodos de manejo y la localización de las áreas de almacenamiento.

Deberá establecerse, en este punto, el proceso de fabricación a que será sometido el material. El cual puede ser de elaboración, fabricación, tratamiento o de montaje.

En este caso la secuencia de operaciones y el método de manejo puede quedar supeditado al proceso de fabricación.

Como ayuda para visualizar la secuencia de operaciones, podemos disponer de los diagramas de proceso, diagramas de proceso de flujo y diagramas de proceso de circulación, los cuales ya fueron estudiados.

Para determinar la ruta o camino que seguirán los materiales en una planta, deberá determinarse el sistema de manejo de materiales. Este sis

tema podrá ser directo, por canal o central.

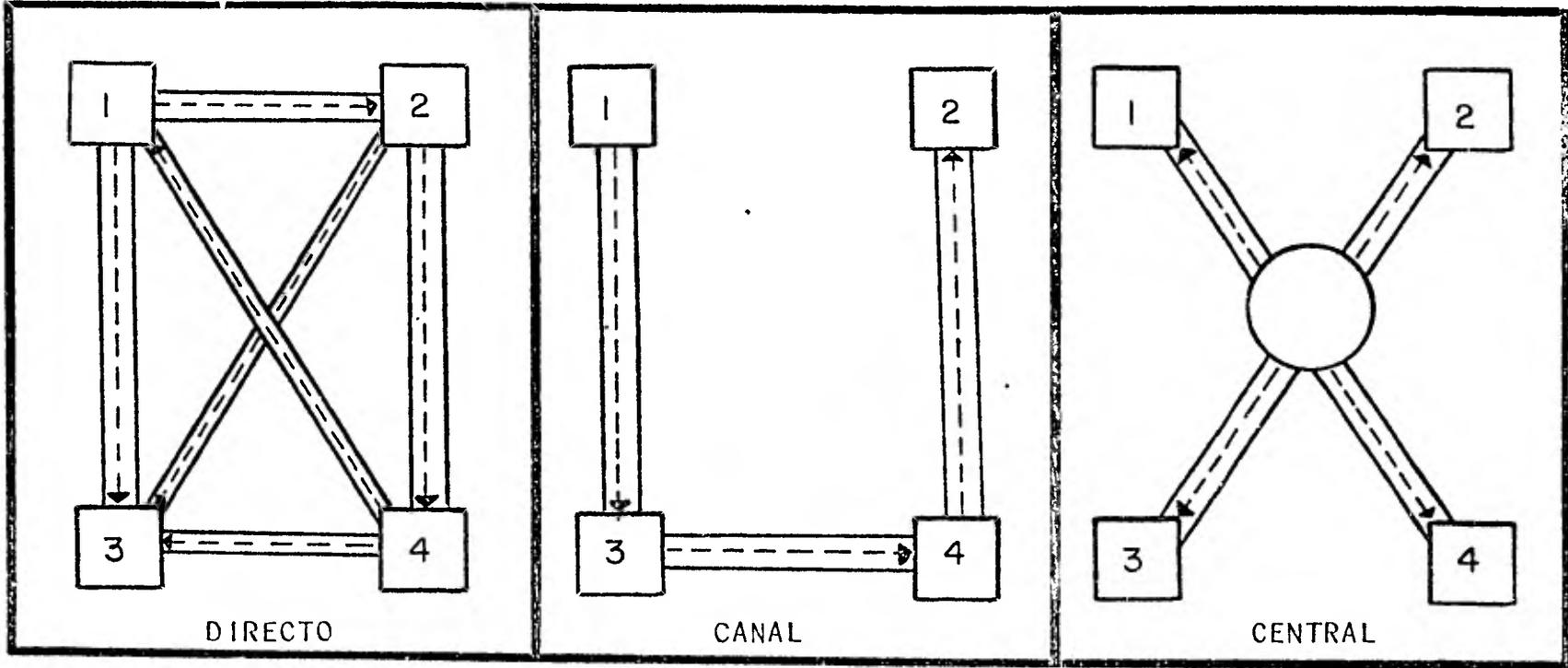
SISTEMA DIRECTO.- En este sistema los materiales se mueven desde su origen a su destino sobre la trayectoria práctica más corta. Cuando la intensidad del flujo es alta y la distancia corta, este sistema es el más práctico y económico a utilizar particularmente si los materiales son especiales en alguna forma.

SISTEMA CANAL.- En él, los materiales se mueven en una ruta pre-establecida, fluyen a su destino junto con otros materiales que se mueven hacia o desde otras áreas.

Cuando la intensidad de flujo es baja y la distancia corta o grande, este sistema es práctico y económico especialmente si la distribución es irregular o desordenada.

SISTEMA CENTRAL.- En este sistema de materiales se mueven del origen a una área de despacho o almacenamiento centralizada, para posteriormente enviarse a su destino. Cuando la intensidad de flujo es baja y la distancia mediana este sistema es recomendado especialmente si el control es importante.

Los servicios de una planta son las actividades, elementos y personal que sirven y auxilian a la producción. Estos servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y equipo. En la investigación de los datos de servicio, se deben determinar principalmente los siguientes: Servicios relativos al personal, tales como vías de acce



Sistemas de flujo de materiales

so , instalaciones para uso personal, protección contra incendios, iluminación, calefacción y ventilación, oficinas, etc. Servicios relativos al material; control de calidad, control de producción, control de rechazos y desperdicios, etc. Servicios relativos al equipo, tales como el mantenimiento, servicios auxiliares en toda la planta, etc.

La determinación de los tiempos involucrados en los problemas de manejo de materiales ayudan a calcular la mano de obra requerida, la cantidad y tipo de equipo, así como el mejor método de manejo. Cuando se trata de problemas de redistribuciones de manejo de materiales, por lo regular, se utilizan las técnicas de estudio de tiempos cronometrados, muestrcos aleatorios y muestreos de alta frecuencia.

Para esto, se lleva a cabo el estudio de tiempos en la distribución existente de manejo y se transfiere la información al problema en estudio. Para distribuciones nuevas de manejo de materiales se recomienda -- preferentemente la técnica de tiempos predeterminados.

Cuando se han analizado los datos de entrada, estos nos llevarán a -- una clasificación de materiales (cuadro 1 del diagrama). La cual nos resumirá los datos de interés para el estudio. Una buena forma de presentar esta información se muestra en la figura 7.2.

Antes de analizar y visualizar los movimientos, se necesita una distribución de planta (cuadro 2) dentro de esta se pueden trabajar los mé-

todos de manejo de materiales. El plan de distribución de planta real o en papel, existente o proyectada formará un cuadro dentro del cual se efectuará el análisis y visualización de los movimientos.

Existen básicamente tres tipos clásicos de distribución de planta: El primero es la distribución por posición fija, se trata de una distribución en la que el material o el componente principal permanecen en un lugar fijo, todas las herramientas, hombres y equipo concurren a ella. El segundo tipo es la distribución por proceso. En ella todas las operaciones del mismo proceso están agrupadas. El tercero es la distribución por producto, en cadena o en línea, al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. En esta distribución se dispone cada operación inmediatamente de la siguiente, o sea, que cualquier equipo utilizado para conseguir el producto, sea cual sea el proceso que se lleve a cabo, está ordenado de acuerdo con la secuencia de las operaciones.

En la práctica es difícil encontrar un tipo de distribución en su forma pura, por lo general, en todas las plantas se utilizan combinaciones, consiguiéndose con esto una mejor distribución y aprovechamiento de los recursos.

Una vez obtenida la información referente a la distribución de planta viene en seguida el análisis de movimiento de materiales (cuadro 3), que implica la determinación de la secuencia de los movimientos a lo largo de diversas etapas del proceso, a la vez que la intensidad o la ampli-



tud de estos desplazamientos.

El análisis de movimientos es la base en que se funda la preparación del planteamiento, cuando los movimientos de los materiales representan una parte importante del proceso, o cuando los volúmenes, los materiales y los costos son considerables.

Existen diversos métodos de análisis. Una parte del problema consiste en conocer el método a utilizar en un proyecto dado. Para guiarse, se volverá al gráfico P - Q, puesto que el método de análisis de movimientos depende del volumen y de la variedad de productos:

1. Si se trata de uno solo, o de algunos productos o artículos, debe utilizarse el diagrama de movimientos sencillos.
2. Si se trata de varios productos o artículos, debe utilizarse el diagrama de movimientos multi-productos.

Como paso siguiente está el visualizar los movimientos (cuadro 4). Aquí el análisis es transferido a una figura visual por medio de diagrama de recorrido.

Antes de desarrollar una solución, se necesita un entendimiento de los métodos de manejo de materiales (cuadro 5). Esto está indicado por un cuadro con líneas interrumpidas.

Los métodos de manejo consisten en la determinación de la forma en

que se hacen los movimientos, los requerimientos de mano de obra y equipo necesario, y en general todas las actividades para llevar a cabo en la forma más eficiente el manejo de materiales. Todo esto determinará un método especial para cada caso.

Una vez considerados los métodos de manejo, se establecen los planes preliminares (cuadro 6). Esto es, se elabora un encadenamiento del sistema de movimiento, el equipo de manejo, y la unidad de transporte o contenedores. Aquí se reúne toda la información y se transforma en métodos físicos.

A continuación es necesario ajustar los planes preliminares, considerando todas las modificaciones y limitaciones, convirtiendo todo lo que es posible en lo que es práctico (cuadro 7).

El propósito de ajustar los planes preliminares es eliminar todas las ideas que no son factibles.

Antes de poder efectuar una selección real de los métodos más eficientes, es necesario calcular el número de piezas de equipo o unidades de transporte, los costos involucrados y los tiempos de operación. A lo cual se le denomina cálculo de requerimientos (cuadro 8).

Dentro del proceso de análisis de problemas de manejo de materiales se llega al punto en que se cuenta con varias alternativas y hay que elegir la que cumpla en mayor grado con los objetivos planeados (cuadro 9).

Bajo este razonamiento es lógico entonces que se cuente con objetivos que sirvan como medida o factor de valoración para el proyecto.

Son 6 los pasos principales que se deben seguir para evaluar las alternativas.

1. Definir los objetivos principales, los que son forzosos de cumplir, y estos dirán que proyecto se descarta y cuales siguen adelante.
2. Definir objetivos secundarios dándoles un valor de prioridad (del más alto al menos importante).
3. Comparar las diversas alternativas con los objetivos primarios y descartar la que no cumpla.
4. Comparar las alternativas restantes contra los objetivos secundarios.
5. Obtener un total de calificaciones por prioridad de objetivos para cada alternativa.
6. Analizar las desventajas de las alternativas de mayor total y tomar una decisión.

Mediante la evaluación, se selecciona uno de los planes alternativos, el cual será el plan seleccionado de manejo de materiales.

El patrón de procedimientos se podrá aplicar tanto en la fase II plan General de manejo y fase III planes detallados de manejo, aunque el grado de aplicación será más detallado en la fase III.

Los métodos de manejo para las áreas detalladas tendrán que integrarse, además, con la distribución de planta, equipo de comunicaciones, servicios y con los edificios.

La ejemplificación práctica de todo lo antes mencionado se hará tomando como base la necesidad de la empresa Vehículos Automotores Mexicanos S.A. de C.V. de construir una nueva planta de armado de unidades jeep, debido a la creciente demanda que han tenido estos modelos y a la falta de capacidad en sus instalaciones. Para lo cual cuenta con un terreno de su propiedad que anteriormente utilizaba como almacén y que ahora requiere acondicionarlo para cubrir sus necesidades de producción. Por lo tanto se deberán hacer arreglos para la distribución de planta y manejo de materiales en todas sus áreas de ensamble. El presente estudio se enfocará exclusivamente al análisis del problema de manejo de materiales mediante el procedimiento sistemático anteriormente descrito. Tocando únicamente en lo necesario a la distribución de planta.

## PLAN GENERAL DE MANEJO DE MATERIALES

## OBTENCION DE DATOS

En el programa de producción (Fig. 7.3), correspondiente a la producción anual de unidades para el año modelo 8200, se integran los modelos que serán ensamblados en la nueva planta.

Las claves utilizadas en los modelos tienen el siguiente significado:

Modelo	Descripción
05 S	American 4 puertas estandar
05 A	American 4 puertas automático
05 E2	American 4 puertas lujo
06 S	American 2 puertas estandar
06 A	American 2 puertas automático
06 62	American 2 puertas lujo
08 S	Camioneta american estandar
08 A	Camioneta american automática
08 DL2	Camioneta american lujo
43 XS1	Rally estandar
43 XS2	Rally Automático
46 S	Gremlin estandar
46 A	Gremlin automático

MODELO	05 S	05 A	05 E2	06 S	06 A	06 G2	08 S	08 A	08 DL2	43 XS1	43 X42	46 S	46 A	46 XA1
PRODUC. ANUAL	660	880	1360	600	580	1190	670	1480	2310	340	610	900	580	1245

95 2	96 2	CJ L	CJ P	CJ R	CJ M	J164 S	J164 A	J4X4 S	J364 CC	J364 PU	J3M M
580	470	1604	3166	2427	1028	2070	3430	680	60	1450	132

Fig. 7.3

Programa de producción año modelo 8200

46 XA1	Gremlín lujo
95 A	Lerma automático
96 A2	Lerma lujo
CJ L	Jeep caseta de lona
CJ P	Jeep caseta de plástico
CJ R	Jee renegado
CJ M	Jeep militar
J164 S	Wagoneer estándar
J164 A	Wagoneer automática
J4X4 S	Pic-up 4x4
J364 CC	Pic-up caja larga
J364 PU	pic-up caja corta
J3M M	Pic-up militar.

El total de unidades programadas es de 30,520, de las cuales 8225 serán las producidas en la nueva planta y corresponderán a los cuatro modelos CJ.

Para visualizar en forma más concreta lo que representa la producción de la nueva planta, el análisis de los distintos modelos en comparación con las cantidades de cada uno, se presenta en el gráfico P - Q (fig. 7.4).

Del gráfico se desprende que el volumen programado para la nueva planta, representa el 29.94% de la producción total y muestra además que

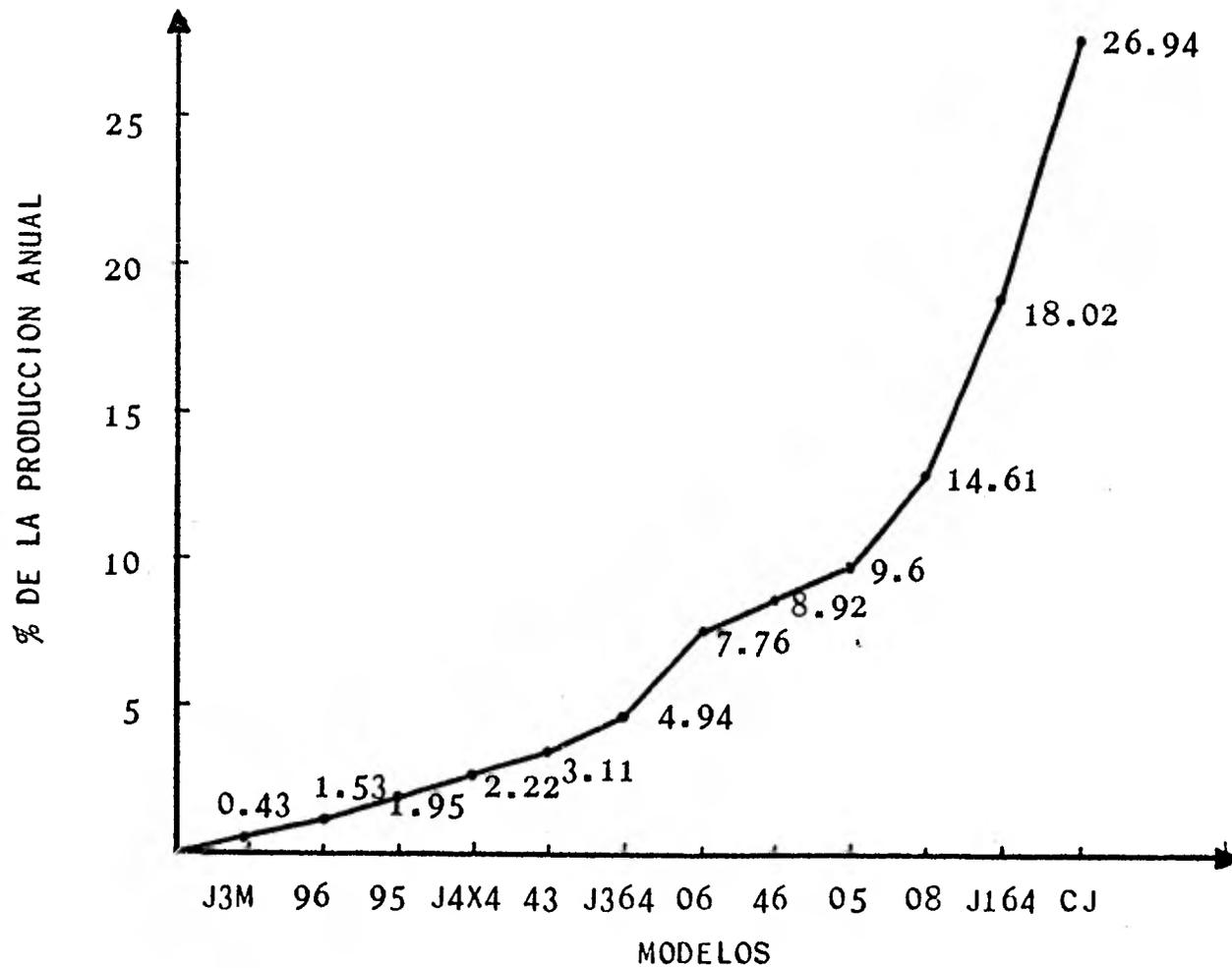


Fig. 7.4  
Grafico P - Q

los modelos CJ serán los que se producirán en mayor cantidad .

El tiempo durante el cual se producirán las unidades planeadas de -- 235 días durante el año, para lo cual se laborará en un turno con 45 horas semanales.

El proceso de ensamblado de la unidad jeep pasará a través de cuatro departamentos; Departamento de carrocerías, de pintura, de vestidura y - de línea final. A continuación se presenta la secuencia de operaciones - generales de cada departamento con el fin de determinar el sistema básico de movimientos:

DEPTO.

OPERACIONES GENERALES

CARROCERIAS

Subensamble materiales miscelaneos y barrenado.  
 Aplicar soldadura eléctrica a pisos y en parte inferior de unidades.  
 Ensamble unión de pisos y ensamble de laterales.  
 Soldadura y ajuste.  
 Acabado metálico.

PINTURA

Predesengrase y enjuague.  
 Fosfatizado de unidades.  
 Secado de unidades.  
 Aplicación de asfalto y sellado.  
 Detallado de hojalatería

Limpieza con thinner y sopleteo.

Aplicación de primer y esmalte.

Transferencia y tonos negros.

Detallado de pintura.

Lijado de rechazos y movimiento de unidades a vestidura.

VESTIDURA Las operaciones en este departamento se distribuirán en estaciones de trabajo cuyo número dependerá del volumen a producir y de la cantidad de operarios.

Las operaciones involucran instalación de molduras, gomas, arneses, mangueras, sistema eléctrico, cristales, tableros, etc.

LINEA FINAL Subensamble eje delantero.

Instalación de tacón suspensión, tubería de frenos y ga solina.

Instalación eje delantero y caja dirección.

Subensamble e instalación eje trasero.

Montaje de llantas a rhin.

Subensamble e instalación tanque de gasolina, escape, - cardan, llantas y motor.

Subensamble e instalación maroma de clutch,

Vestido de motor.

Montaje de carrocerías a chásis.

Instalación extensión columna dirección.

Conectar arnes y mangueras calefacción,

batería, pedal de acelerador, tolva, llanta auxiliar y defensas.

Purgado de frenos.

Instalación de molduras de estribo y asiento.

Afinado de unidad.

Alineación de luces y ruedas.

Los servicios relativos al personal, materiales y equipo que deberán considerarse para la nueva planta son: comedor, vestidores, baños, accesos, enfermería, oficinas, mantenimiento y zonas de carga y descarga.

Estos servicios serán integrados y presentados en la distribución de la planta.

#### CLASIFICACION DE LOS MATERIALES

Para llegar a determinar en forma general el tipo y características del equipo de manejo y las unidades de transporte, fue preciso clasificar los materiales de acuerdo a una serie de factores (fig. 7.5).

En base a dicha clasificación se pudieron tomar decisiones en cuanto a las características del equipo de manejo de materiales.

FACTOR	CARROCERIAS	PINTURA	VESTIDURA	LINEA FINAL
TAMAÑO	de 0.05 a 3.40 m.	altura 90 cm diam. 60 cm	de 0.01 a 2.25 m	de 0.02 a 2.80 m
PESO	15 a 0.1 Kg.	200 Lts.	10 a 0.02 Kg.	500 a 0.01 Kg
FORMA	variada	cilindrica	variada	variada
RIESGO	oxidación y aboyaduras	inflamable	raspaduras	-----
CONDICION	superficie cubierta de aceite	-----	-----	sup. cubierta de aceite

Fig. 7.5

Clasificación de materiales por sus características

## DISTRIBUCION DE PLANTA

Una vez que se determina la secuencia de operaciones para cada departamento de producción, se obtuvo la distribución de planta correspondiente al ensamblado de unidades jeep (fig. 7.6). En dicha distribución se localizan los servicios relativos al personal, equipo y materiales. Sobre esta distribución se planearon los métodos de manejo de materiales.

## ANALISIS DE MOVIMIENTOS

Para el análisis de movimientos se presentaron dos alternativas, en las cuales se hizo uso del diagrama de flujo para representar la circulación. En cada alternativa se determina la secuencia de operaciones, la descripción de la operación, la distancia recorrida, el tiempo implicado en cada operación, la frecuencia de movimiento y el equipo utilizado --- (fig. 7.7 y 7.8).

Las operaciones de los diagramas de flujo corresponden a los movimientos generales de manejo de materiales. Las distancias fueron tomadas de la distribución de planta y los tiempos son de acuerdo a los estándares presentados en el capítulo de estudio de tiempos.

## VISUALIZACION DE MOVIMIENTOS Y PLANES PRELIMINARES

Las diversas operaciones implicada en las dos alternativas anteriormente presentadas, se visualizan en el plano de distribución de planta,

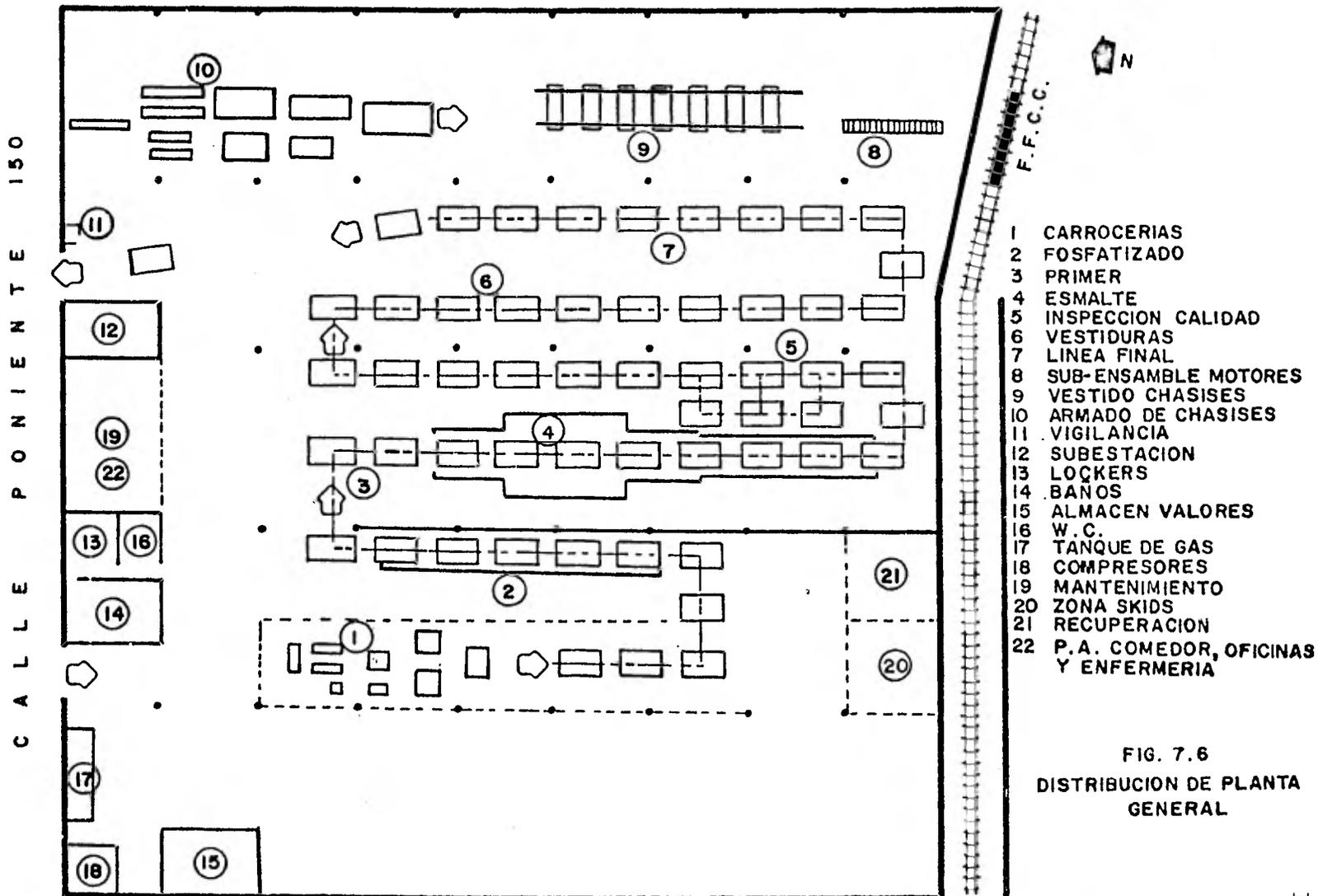


DIAGRAMA		<input type="checkbox"/> HOMBRE	<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL	FECHA: Agosto/82							
No. DE UNIDADES PRODUCIDAS/UNIDAD DE TIEMPO		35 unidades/dia									
SIMB.	DESCRIPCION	DIST. M.	TIEM. HRS.	FRECUENCIA/DIA						EQUIPO % DE UTILIZACION	
				A	C	P	V	LF	CH		
1	Llevar material de planta principal a nueva	650	0.45	15							Remolque-100
2	Colocarlo en almacen		0.02	120							Montacarga-100
3	Tomar mat. y acomodarlo		0.03	120							Montacarga-100
4	Traspaleo										
5	Registro en controles										
6	Material almacenado										
7	Tomar material		0.03		45	5	35	35	52		Equipo manual-20-10 Montacarga-70
8	Surtir material a linea	206	0.14		45	5	35	35	52		Equipo manual-20-10 Montacarga-70
9	Colocar mat. en linea		0.03		45	5	35	35	52		Equipo manual-20-10 Montacarga-70
10	Traspaleo										
11	Regresar por otro viaje	206	0.05		45	5	35	35	52		Equipo manual-20-10 Montacarga-70

Fig. 7.7

Diagrama de flujo. Correspondiente a la alternativa "A"

A-Almacen

C-Carrocerias

P-Pintura

V-Vestidura

LF-Linea Final

CH-Chasises

DIAGRAMA		<input type="checkbox"/> HOMBRE	<input checked="" type="checkbox"/> MATERIAL	FECHA: <u>Agosto/82</u>						
No. DE UNIDADES PRODUCIDAS/UNIDAD DE TIEMPO		35 unidades/dia								
SIMB.	DESCRIPCION	DIST. M.	TIEM. HRS.	FRECUENCIA/DIA						EQUIPO % DE UTILIZACION
				A	C	P	V	LF	CH	
1	Llevar mat. de anden ó planta principal a nueva	350	0.28	36						Remolque-40 Montacarga-60
2	Colocarlo en almacen		0.02	120						Montacarga-100
3	Tomar mat. y acomodarlo		0.03	120						Montacarga-100
4	Traspaleo									
5	Registro en controles									
6	Material almacenado									
7	Tomar mat. de almacen		0.03		45	5	35	35	52	Equipo manual-20-10 Montacarga-70
8	Surtir material a linea	165	0.11		45	5	35	35	52	Equipo manual-20-10 Montacarga-70
9	Colocar mat. en linea		0.03		45	5	35	35	52	Equipo manual-20-10 Montacarga-70
10	Traspaleo									
11	Regresar por otro viaje	165	0.04		45	5	35	35	52	Equipo manual-20-10 Montacarga-70

Fig. 7.8

Diagrama de flujo. Correspondiente a la alternativa "B"

donde se integran con sus respectivas instalaciones (fig. 7.9 y 7.10).

En comparación con la alternativa "B" la alternativa "A" ofrece mayor área de almacenamiento, parte de sus movimientos de surtido deben hacerse por la calle, no aprovecha la proximidad del servicio de ferrocarril para descargar material importado y su área de mantenimiento se encuentra cerca de la subestación y del horno de pintura, lo cual es peligroso.

Debido a que la intensidad de flujo de materiales será baja y la distancia median, se utilizará el sistema central para el movimiento de los materiales. Estos se moverán desde la planta principal hacia la nueva planta, o bien, del andén de descarga de furgones de la nueva planta hacia su área de almacenamiento, para posteriormente ser enviados a sus respectivos puntos de surtido en la línea de producción. Este sistema permitirá llevar un correcto control de los materiales.

Para seleccionar las unidades de transporte o contenedores, se tomó principalmente en cuenta su normalización con las unidades manejadas en la planta principal, ya que el equipo a utilizar en la planta nueva será mínimo en comparación con el utilizado en la planta principal y resultaría muy costoso e ineficiente adoptar una unidad de transporte diferente a la existente. Es por esto que el manejo de los materiales se efectuará en los siguientes contenedores:

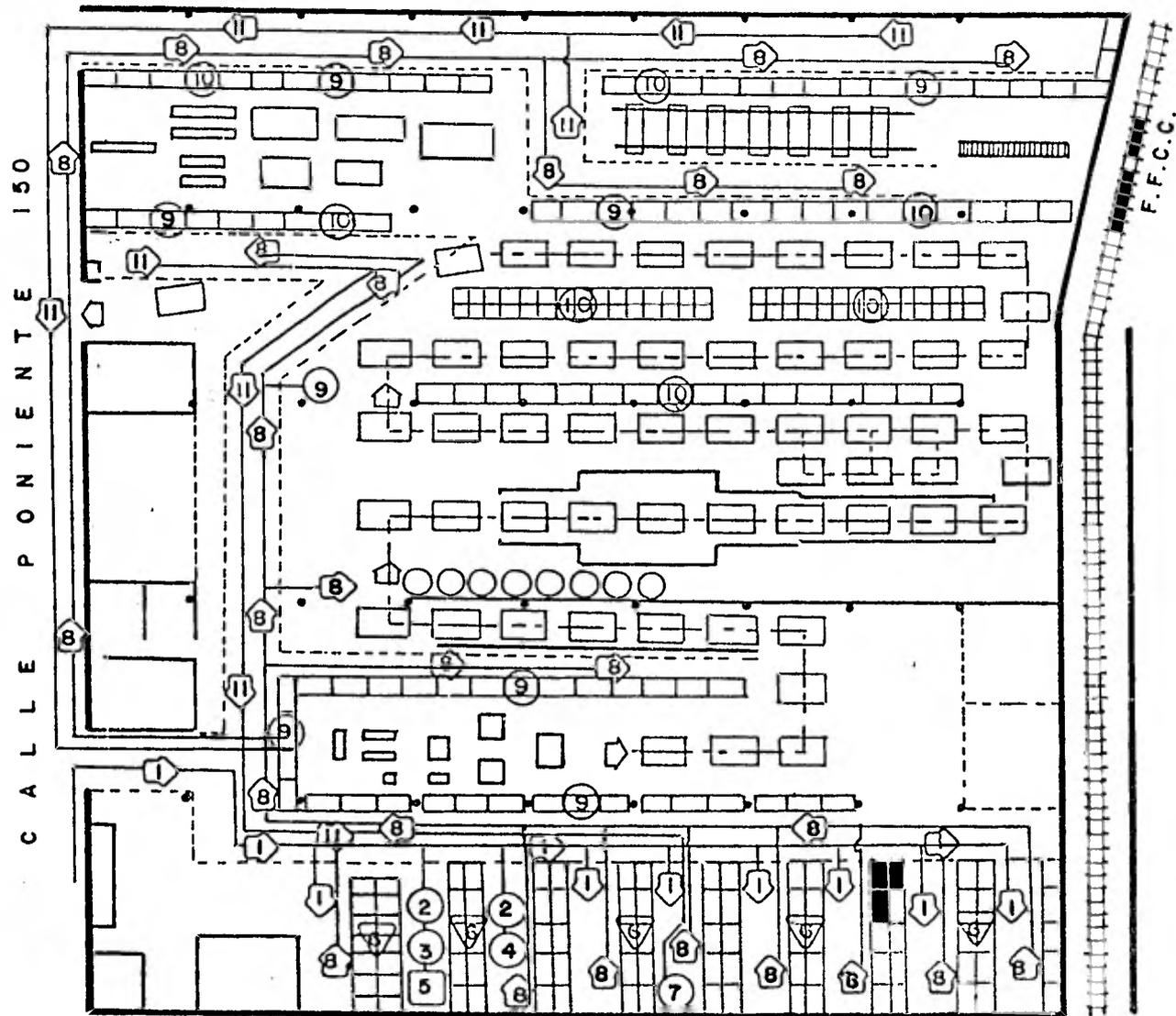


FIG. 7. 9  
ALTERNATIVA "A"

VISUALIZACION DE  
MOVIMIENTOS

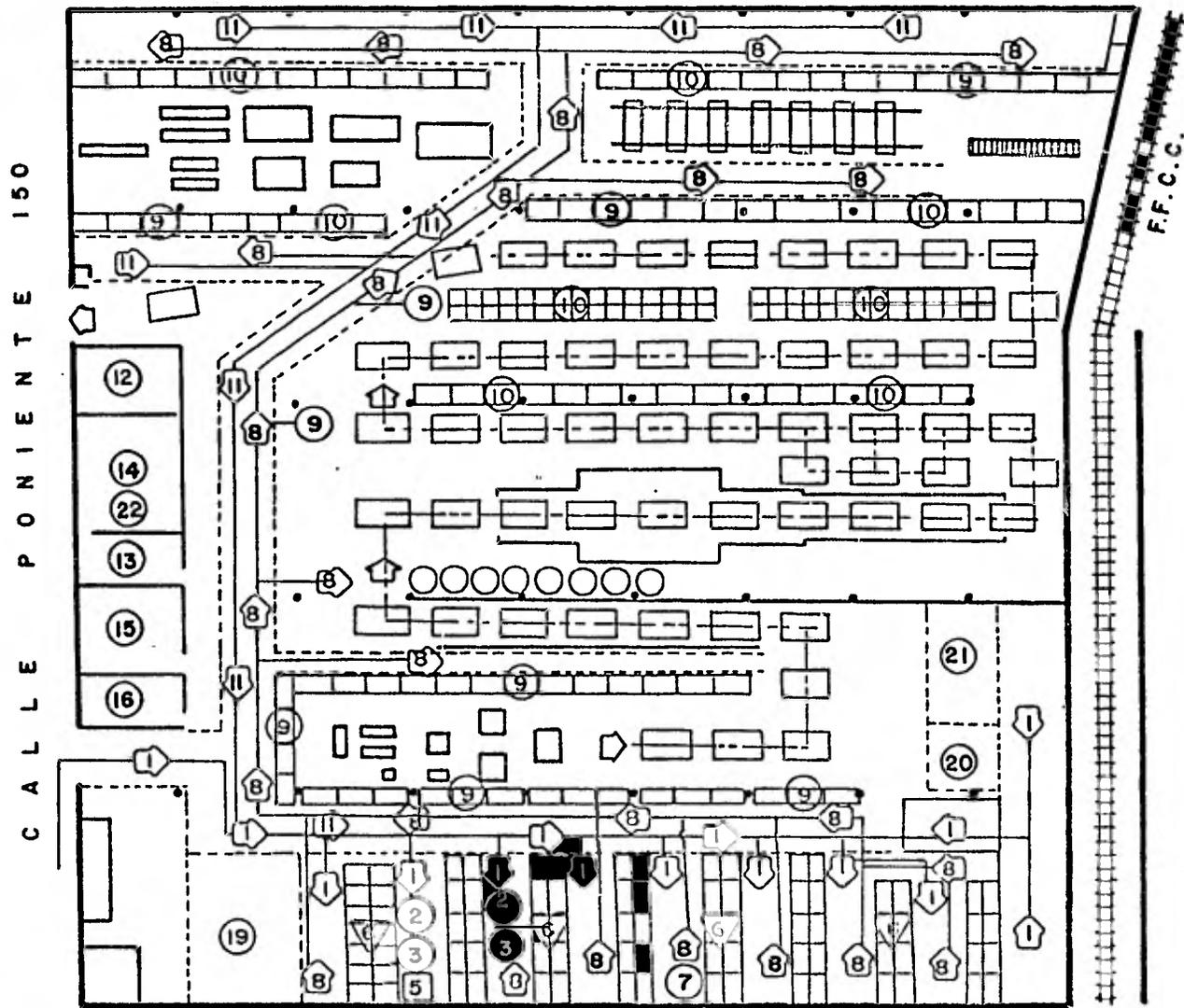


FIG. 7.10  
ALTERNATIVA "B"  
VISUALIZACION DE  
MOVIMIENTOS

UNIDAD DE TRANSPORTE	USO
Canastilla de malla de alambre A1 1 X 0.90 X 0.80 m	Para almacenamiento y surtido_ de mats. no mayores a 0.90 m
Base universal estibable 2.24 X 1.14 X 1.65 m	Para almacenamiento y surtido_ de mats. no mayores a 2.24 m.
Estructuras fijas 1.22 X 0.76 X 4.45 m.	Para almacenamiento y surtido de mats. no mayores a 4.54
Canastilla de malla de alambre A2	Para almacenamiento y surtido de mats. entre 0.90 y 2.03 m.

Todos los materiales cuyas características principales fueron marcadas en la clasificación, podrán ser manejados con estos tipos de contenedores.

Para seleccionar el equipo de manejo de materiales que será utilizado en la nueva planta se recurrió a una clasificación del equipo y sus características de manejo. Una vez hecho esto y de acuerdo a las condiciones existentes en el área de estudio, se determinó el equipo más conveniente. En la figura 7.11 se presentan las características del equipo de manejo y la selección del que será usado.

HOJA DE CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE MANEJO																				
EQUIPO	DIRECCION				FRECUENCIA	RECORRIDO	ALTURA			AREA Q/ CUBRE										
	VERTICAL ASCENDENTE	VERTICAL DESCENDENTE	INCLINADO ASCENDENTE	INCLINADO DESCENDENTE	SOLO HORIZONTAL	CONTINUO	INTERMITENTE	POCO FRECUENTE	RECORR. PERMAN. FIJO	VIA PORTATIL	RECORRIDO NO FIJO	ELEVADO	A LA ALTURA DE TRAB.	A RAS DEL SUELO	BAJO EL SUELO	UN PUNTO	AREA LIMITADA	RECORRIDO LIMITADO	EXTENSION LIMITADA	
T-TRANSPORTADOR																				
Cinta T.			X	X	X	X			X	X		X	X						X	
T. Elevador	X	X				X										X				
T. de Cadena			X	X	X	X		X	X			X	X	X				X		
T. de Rodillos				X	X	X	X	X	X			X	X	X				X		
T. de cadena s/fin			X	X	X	X		X				X						X		
T. de monocarril				X	X		X	X				X						X		
T. de cerrado	X				X	X		X	X			X			X			X		
Conducto inclinado		X		X	X	X	X	X	X			X	X					X		
Montacarga	X	X			X		X				X			X						X
Elevador portatil	X	X					X	X			X			X				X		
Carretilla manual					X		X	X			X			X				X		
Polipasto mecánico	X	X					X	X				X				X				
Grúa pescante	X	X			X		X	X	X			X						X		
Grúa puente	X	X			X		X		X			X						X		
Grúa móvil	X	X			X		X				X			X						X
Elevador	X	X					X	X								X				

Fig. 7.11

Selección - Equipo de Montacarga y Carretillas  
Manuales; Traspaletas y Carros Plataforma

## CALCULO DE REQUERIMIENTOS

La determinación del tipo y cantidad de unidades de transporte para cada alternativa se tomó en base a los planos donde se visualizan dichas alternativas y donde aparecen marcados estos contenedores. Además, para el cálculo de las cantidades requeridas se consideró que como medida de seguridad, únicamente se permite la estiba de tres canastillas en las líneas de surtido y cinco en el almacén, para las bases y estructuras fijas se estibarán a dos niveles en las líneas de surtido y tres en el almacén.

Los datos para el cálculo de requerimiento de equipo se tomaron de los diagramas de flujo correspondientes a cada alternativa.

Los cálculos de requerimiento tanto de unidades de transporte, equipo y mano de obra se presentan a continuación.

## REQUERIMIENTO DE CONTENEDORES ( ALTERNATIVA "A")

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO/UNITARIO	COSTO TOTAL
Canastilla A1	174	\$ 5,000.00	\$ 870,000.00
Base universal	290	6,500.00	1885,000.00
Estructura fija	171	8,312.00	1421,460.00
Canastilla A2	112	13,557.00	1518,384.00

## REQUERIMIENTO DE CONTENEDORES ( ALTERNATIVA "B" )

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO/UNITARIO	COSTO TOTAL
Canastilla A1	174	\$ 5,000.00	\$ 870,000.00
Base universal	278	6,500.00	1807,000.00
Estructura fija	171	8,312.00	1421,460.00
Canastilla A2	56	13,557.00	759,192.00

## REQUERIMIENTO DE EQUIPO ( ALTERNATIVA "A" )

DESCRIPCION	REQUERIMIENTO DIARIO						TOTAL
	A	C	P	V	LF	CH	
Montacarga	0.67	0.85	0.14	0.69	0.69	1.03	4.07
Traspaleta		0.25		0.19	0.19	0.29	0.92
Carro plataforma		0.12		0.10	0.10	0.15	0.47
Remolque	0.75						0.75

## REQUERIMIENTO DE EQUIPO ( ALTERNATIVA "B" )

DESCRIPCION	REQUERIMIENTO DIARIO						TOTAL
	A	C	P	V	LF	CH	
Montacarga	1.17	0.75	0.11	0.58	0.58	0.86	4.05
Traspaleta		0.21		0.16	0.16	0.25	0.78
Carro plataforma		0.10		0.08	0.08	0.12	
Remolque	0.45						0.45

## COSTO DEL EQUIPO

DESCRIPCION	CARACTERISTICA	COSTO/UNITARIO
Montacarga	cap. 3,000 kg	\$ 952,000.00
Traspaleta	cap. 1,500 kg	25,000.00
Carro plataforma	cap. 500 kg.	2,500.00
Remolque	cap. 4,000 kg	37,246.00

Estos costos son relativos a la fecha enero de 1982.

Para el cálculo de requerimiento de mano de obra se hizo uso de los tiempos para movimiento de materiales presentados en los diagramas de flujo, correspondientes a cada alternativa.

Asimismo para determinar el número de almacenistas, se tomaron como datos los 1752 números de parte manejados en la nueva planta y un tiempo ciclo por número de parte para su control de 1.34 minutos (por estandar)

Por datos obtenidos de la planta principal, se tienen los siguientes promedios de piezas a traspalear por día:

CANTIDAD	AREA
5258	Almacén
5287	Carrocenas
5940	Vestidura
5599	Línea final

4775

Chasises

En base a estas cantidades de piezas y a un tiempo de 0.19 min/pieza de traspaleo, se obtuvo la cantidad de mano de obra requerida para esta actividad. A continuación se muestra el procedimiento de cálculo de mano de obra para traspaleo de material:

Area - Almacén.

Cantidad de piezas a traspalear - 5258

Tiempo de traspaleo - 0.19 min/pieza

$5258 \text{ piezas} \times 0.19 \text{ min/pieza} = 999 \text{ min/traspaleo}$

$999 \text{ min}/60 = 16.65 \text{ horas/traspaleo}$

$16.65 \text{ horas} - \text{hombre}/9 \text{ hrs. Xturno} = 1.85 \text{ operarios.}$

En este punto cabe mencionar que la operación de traspaleo es una labor que requiere una gran cantidad de mano de obra por ser completamente manual y por tanto debe tratarse de eliminar. Sin embargo dicha operación se lleva a cabo en todos aquellos casos en donde no se cuenta con un área suficiente para realizar el movimiento de materiales en forma completamente mecanizada. En el caso del proyecto en estudio, el área destinada a la nueva planta no es suficiente para poder realizar la operación de surtido en forma mecanizada y es por consiguiente que se hizo necesario asignar mano de obra para el traspaleo de material.

Los requerimientos de mano de obra son presentados en los cuadros de las figuras 7.12 y 7.13.

AREA	ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO DIARIO/DEPARTAMENTO						
		A	C	P	V	LF	CH	TOT.
DESCARGA	Montacarguista	-	-	-	-	-	-	-
	Mov. manual	-	-	-	-	-	-	-
	Traspaleo	-	-	-	-	-	-	-
TRANS - PORTE	Montacarguista	-	-	-	-	-	-	-
	Chofer/remolque	0.75	-	-	-	-	-	0.75
ALMACEN	Montacarguista	0.67	-	-	-	-	-	0.67
	Almacenista	4.35	-	-	-	-	-	4.35
	Traspaleo	1.85	-	-	-	-	-	1.85
LINEA DE SURTIDO	Montacarguista	-	0.85	0.14	0.69	0.69	1.03	3.40
	Mov. manual	-	0.37	-	0.29	0.29	0.44	1.39
	Traspaleo	-	1.86	-	2.09	1.97	1.68	7.6
TOTAL POR DEPARTAMENTO		7.62	3.08	0.14	3.07	2.95	3.15	20.01

Fig. 7.12

Requerimiento de mano de obra. Alternativa "A"

A-almacen C-carrocarias P-pintura V-vestidura LF-línea final  
CH-chasis

AREA	ACTIVIDAD	REQUERIMIENTO DIARIO/DEPARTAMENTO						
		A	C	P	V	LF	CH	TOT.
DESCARGA	Montacarguista	0.50	-	-	-	-	-	0.50
	Mov. manual	-	-	-	-	-	-	-
	Traspaleo	-	-	-	-	-	-	-
TRANS - PORTE	Montacarguista	-	-	-	-	-	-	-
	Chofer/remolque	0.45	-	-	-	-	-	0.45
ALMACEN	Montacarguista	0.67	-	-	-	-	-	0.67
	Almacenista	4.35	-	-	-	-	-	4.35
	Traspaleo	1.85	-	-	-	-	-	1.85
LINEA DE SURTIDO	Montacarguista	-	0.75	0.11	0.58	0.58	0.86	2.88
	Mov. manual	-	0.31	-	0.24	0.24	0.37	1.16
	Traspaleo	-	1.86	-	2.09	1.97	1.68	7.60
TOTAL POR DEPARTAMENTO		7.82	2.92	0.11	2.91	2.79	2.91	19.46

Fig. 7.13

Requerimiento de mano de obra. Alternativa "B"

Los costos de la mano de obra correspondientes a los salarios pagados por la empresa a la fecha enero de 1982 son los siguientes:

CATEGORIA	SALARIO/DIA	SALARIO ANUAL
Montacarga	\$ 423.06	\$ 154,416.90
Chofer	423.06	154,416.90
Almacenista	528.92	193,055.80
Surtidor	303.60	110,814.00

A continuación se presenta una comparación de los diversos costos -- resultantes de los cálculos de requerimientos. Mismos que servirán como factor importante en la evaluación de alternativas.

CONCEPTO	ALTERNATIVA " A "	ALTERNATIVA " B "
Contenedores	\$ 5,694,844.00	\$ 4,857,652.00
Equipo	3,872,746.00	3,872,746.00
Mano de obra	<u>2,791,833.90</u>	<u>2,681,019.90</u>
TOTAL	12,359,423.90	11,411,417.90

#### EVALUACION DE ALTERNATIVAS

La decisión de elegir una alternativa se realizó mediante el análisis de los objetivos perseguidos en el proyecto. Para esto se tomó en cuenta la siguiente escala de acotación de factores a evaluar:

FACTOR	CALIFICACION
1. Perfecto	5
2. Casi perfecto	4
3. Bueno	3
4. Regular	2
5. Deficiente	1
6. Mal	0

El resultado de la evaluación se muestra en la figura 7.14

#### PLANES DETALLADOS DE MANEJO

Una vez establecido el planteamiento general, el paso siguiente es la determinación de los planes detallados (fase III). Esta fase comprende la ubicación concreta de la zona de recorrido y de almacenamiento, -- servicios y equipos establecidos en el análisis del plan general de manejo.

Debe establecerse un plan detallado para cada departamento en estu-- dio. Esto implicará un reequilibrio en los diferentes sectores estudia-- dos y es aquí donde se analizará completamente detalles no afinados. Di-- cho de otra forma, aunque el acuerdo se haya llevado a cabo a partir de \_ un plan general, será preciso adaptarlo y modificarlo, dentro de ciertos límites, a medida que se vayan estudiando y elaborando los detalles.

Para la preparación de los planes detallados, se utilizará el mismo

FACTORES		ALTERNATIVAS	
		A	B
MOVIMIENTO	a. Libremente	2	4
	b. Hacia un sitio adecuado	4	4
RELACION DIRECTA	a. Sin transferencia	1	4
	b. Directamente	2	3
	c. Sin demoras inutiles	2	4
CONVENIENCIA	a. Para cargar	4	4
	b. Para descargar	1	5
	c. P/cincronizar operaciones	2	4
SEGURIDAD	a. Protege a los materiales	3	4
	b. Evita peligros al personal	1	3
ESPACIO	a. Para carga	4	3
	b. Para descarga	1	4
	c. Para surtido	3	3
	d. Para transporte	4	3
ELASTICIDAD	a. El equipo maniobra diferentes materiales	4	4
	b. Adaptación a cambios de vol.	3	4
COSTO	a. En orden	4	4
	b. Sin perdida de tiempo	2	4
	c. Segun la secuencia prevista	4	4
	d. Permitiendo un buen control	4	4
	e. Colocando el mat. convenientemente	3	3
CALIFICACION		61	83
RESULTADO: Por la calificación obtenida y por las ventajas que ofrece la alternativa "B", esta sera la seleccionada, y sobre ella se elaboraran los planes detallados para cada departamento.			

Fig. 7.14

Evaluación de alternativas.

procedimiento usado en la fase II. El recorrido de los materiales se limitará al movimiento dentro del sector estudiado y de las relaciones entre las actividades, únicamente nos interesarán las que sean interiores al sector en cuestión.

Como antes, también aquí se llegará a varias alternativas, que será preciso evaluar para determinar cual de ellas es la mejor.

Para efectos de demostración, únicamente se analizará uno de los planes detallados, correspondiente al departamento de línea final.

#### OBTENCION DE LOS DATOS

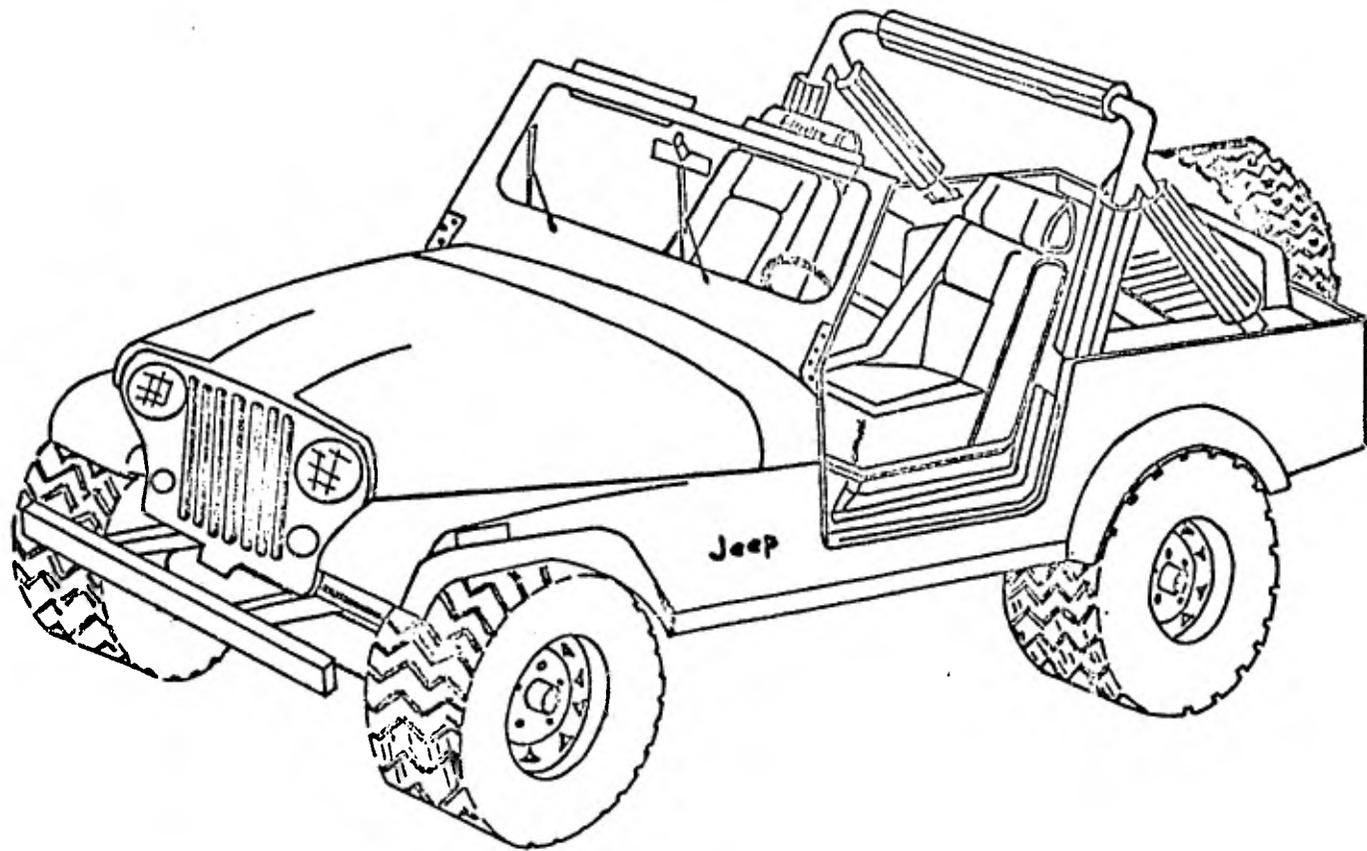
Como en el plan general, se iniciará obteniendo los datos de productos, cantidades, recorrido, servicios y tiempos.

La unidad de producción para la nueva planta en estudio corresponderá al modelo Jeep con las siguientes opciones: CJ LONA, CJ PLASTICO, CJ LONA RENEGADO Y CJ MILITAR.

En la figura 7.15 se muestra una de las unidades Jeep renegado.

La cantidad o volumen de producción para los diferentes modelos se presentan en el programa de producción (figura 7.16.)

El análisis de los distintos modelos en comparación con las cantidades de cada producto se representan en el gráfico P - Q (fig. 7.17).



UNIDAD QUE SERA PRODUCIDA EN LA NUEVA PLANTA  
FIG. 7.15

MODELO	PRODUC. ANUAL	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
CJ LONA	1604	133	133	133	133	134	134	134	134	134	134	134	134
CJ PLAS	3166	263	263	264	264	264	264	264	264	264	264	264	264
CJ REN	2424	202	202	202	202	202	202	202	202	202	203	203	203
CJ MIL	1028	85	85	85	85	86	86	86	86	86	86	86	86
TOTAL	8225	683	683	684	684	686	686	686	686	686	687	687	687

Fig. 7.16

Programa de producción

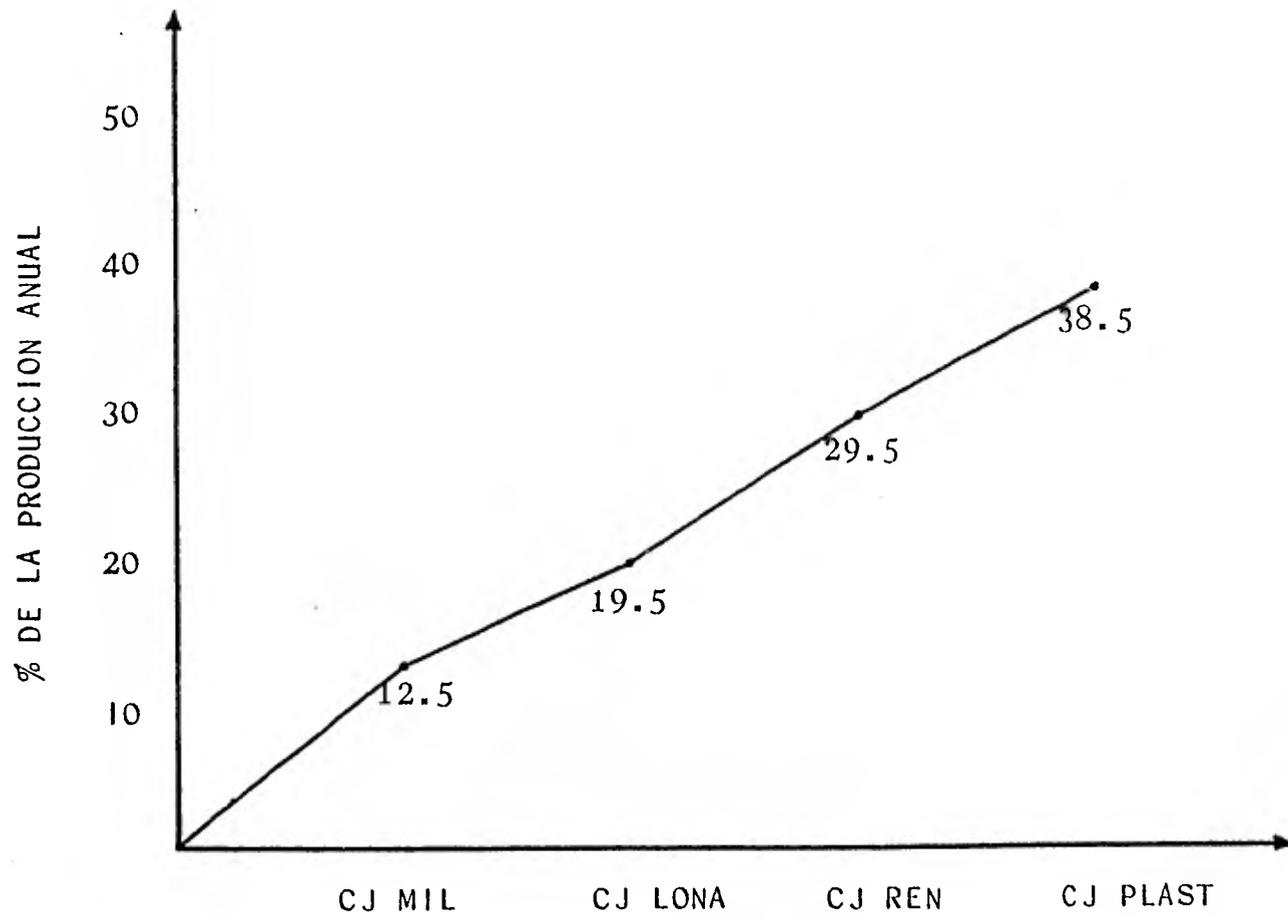


Fig. 7.17  
Grafico P - Q

Una vez determinados los productos y sus cantidades, el paso siguiente es presentar la secuencia de operaciones de producción, correspondiente al departamento de línea final, con el fin de contar con una base para determinar las operaciones de manejo de materiales.

En el departamento de línea final se integrará a la unidad todas las piezas que corresponden al conjunto mecánico. La secuencia de operaciones del proceso de ensamblado es la siguiente:

SEC.	DESCRIPCION
1	Subensamblar eje delantero
2	Transportar chasis de almacén a tubos
3	Llevar chasis a montaje
4	Acomodar chasis en base
5	Instalar tubería de frenos y gasolina
6	Instalar tacón suspensión delantera
7	Instalar eje delantero
8	Subensamblar e instalación caja dirección
9	Instalar amortiguador delanteros
10	Instalar varilla dirección
11	Colocar barra estabilizadora
12	Voltear chasis
13	Subensamblar eje trasero
14	Instalar eje trasero y amortiguadores

- 15 Instalar tacón suspensión trasera
- 16 Voltrear chasis
- 17 Inyectar presión a llantas
- 18 Montar llantas a rin y colocar copas
- 19 Llevar llantas a tubos de montaje
- 20 Subensamblar tanque de gasolina
- 21 Colocar antirruído a tanque
- 22 Pintar chasis, tanque de gasolina y cardán.
- 23 Instalar tanque de gasolina
- 24 Instalar sistema de escape
- 25 Conectar cardán trasero
- 26 Montar llantas
- 27 Instalar tope piñón delantero a soporte
- 28 Transportar motor a chasis.
- 29 Subensamblar maroma de clutch
- 30 Instalar placa soporte caja transfer
- 31 Fijar motor, maroma de clutch y caja transfer
- 32 Instalar tubo de gasolina a bomba
- 33 Conectar cardán delantero a caja transfer
- 34 Lubricar y engrasar
- 35 Vestido de motor
- 36 Instalar caja de velocidades y transfer
- 37 Instalar tubo de escape
- 38 Instalar bomba de dirección hidráulica

- 39 Marcar motor
- 40 Marcar chasis
- 41 Montar carrocerías a chasis
- 42 Instalar gomas de cofre
- 43 Subensamblar extensión columna
- 44 Apuntar extensión columna
- 45 Fijar extensión columna
- 46 Fijar extensión caja dirección
- 47 Instalar cable batería a tierra
- 48 Instalar cable tierra a motor
- 49 Instalar cable batería a marcha
- 50 Conectar cables a alternador
- 51 Instalar batería
- 52 Apuntar columna a coraza
- 53 Instalar pedal acelerador
- 54 Instalar vista a columna
- 55 Instalar tolva de transmisión
- 56 Conectar freno a cilindro maestro
- 57 Colocar antirruido a coraza
- 58 Instalar calaveras
- 59 Subensamblar e instalar radiador
- 60 Instalar maroma de clutch
- 61 Subensamblar soporte batería
- 62 Instalar llanta auxiliar

- 63 Conectar chicote velocimetro
- 64 Aplicar pegamento a gomas pedales
- 65 Instalar gomas pedales
- 66 Instalar resorte de retroceso acelerador
- 67 Conectar bateria y cargar gasolina
- 68 Purgar frenos
- 69 Poner agua a radiador
- 70 Fijar espejos laterales
- 71 Colocar molduras de estribo
- 72 Encender unidad
- 73 Conectar tacometro
- 74 Afirmar unidad
- 75 Colocar junta y filtro
- 76 Apagar motor
- 77 Desconectar velocimetro y checar niveles
- 78 Subensamblar filtro de aire
- 79 Conectar sistema eléctrico a funda dirección
- 80 Alinear llantas y luces
- 81 Instalar amortiguador de dirección
- 82 Colocar biseles

La lista de materiales que serán utilizados para llevar a cabo estas operaciones se presenta en forma de listados, en los que se muestra las descripciones y usos por cada modelo. Estos datos fueron obtenidos de --

las hojas de procesos y se presentan al final del capítulo.

Los servicios que son necesarios en la nueva planta para poder cumplir con las operaciones de montaje y manejo de materiales, fueron marcados en la distribución de planta correspondiente a la alternativa "B" y consisten en los siguientes:

- Servicio de mantenimiento de montacargas
- Servicios de vestidores, regaderas y sanitarios
- Servicio de comedor
- Servicio médico y, oficinas de producción y materiales.
- Servicios de andenes de carga y descarga, de recepción de materiales y expedición de unidades.

Todos los cuales serán utilizados por el personal del departamento en estudio. Un servicio exclusivo para este departamento será la ubicación de áreas para recepción de material procedente del almacén y que será necesario traspalear a su respectivo lugar en la línea de producción. Esta área será analizada más adelante en el punto de visualización de movimientos.

Como último dato, se tiene planeado iniciar la producción al principio del año modelo 8200 que corresponde a septiembre de 1981, con un volumen de 8225 unidades anuales, trabajando en un solo turno. Previniendo una mayor demanda de este tipo de unidades, se podrán obtener hasta ---- 16,450 unidades anuales trabajando a dos turnos.

### CLASIFICACION DE MATERIALES

La ubicación del material, se realizará conforme al proceso de ensamblado de la unidad, contando para ello con 17 estaciones de trabajo. Para determinar el tipo y cantidad de contenedor donde será colocado el material, se hizo una clasificación de los materiales conforme a su tamaño y en base a esto se determinará el tipo de contenedor requerido. La evaluación de la cantidad requerida tomará en cuenta el tamaño, la cantidad por modelo, el programa de producción, el área disponible y la frecuencia de surtido.

La clasificación es la siguiente:

Tamaño	Dimensión. máxima	Contenedor
1	$x < 10$ cm	cupetero
2	$10 \text{ cm} < x < 90$ cm	canastilla Al
3	$x > 90$ cm	Base universal

A continuación se presenta el procedimiento de cálculo.

Como ejemplo se tiene la siguiente pieza:

No. Parte	Descripción	Cantidad por modelo			
		L	P	R	M
2030188	Muelle Trasera	2	2	2	2

Del programa de producción se tiene una producción diaria de 35 un

dades, por lo que el requerimiento diario de muelles traseras será de 70 piezas.

Su tamaño entra dentro del Número 3, mayor a 90 cm. por lo tanto se colocarán en Bases universales.

De acuerdo a la decisión que se tome en cuanto a la frecuencia de -- surtido, se tendrá la siguiente cantidad requerida.

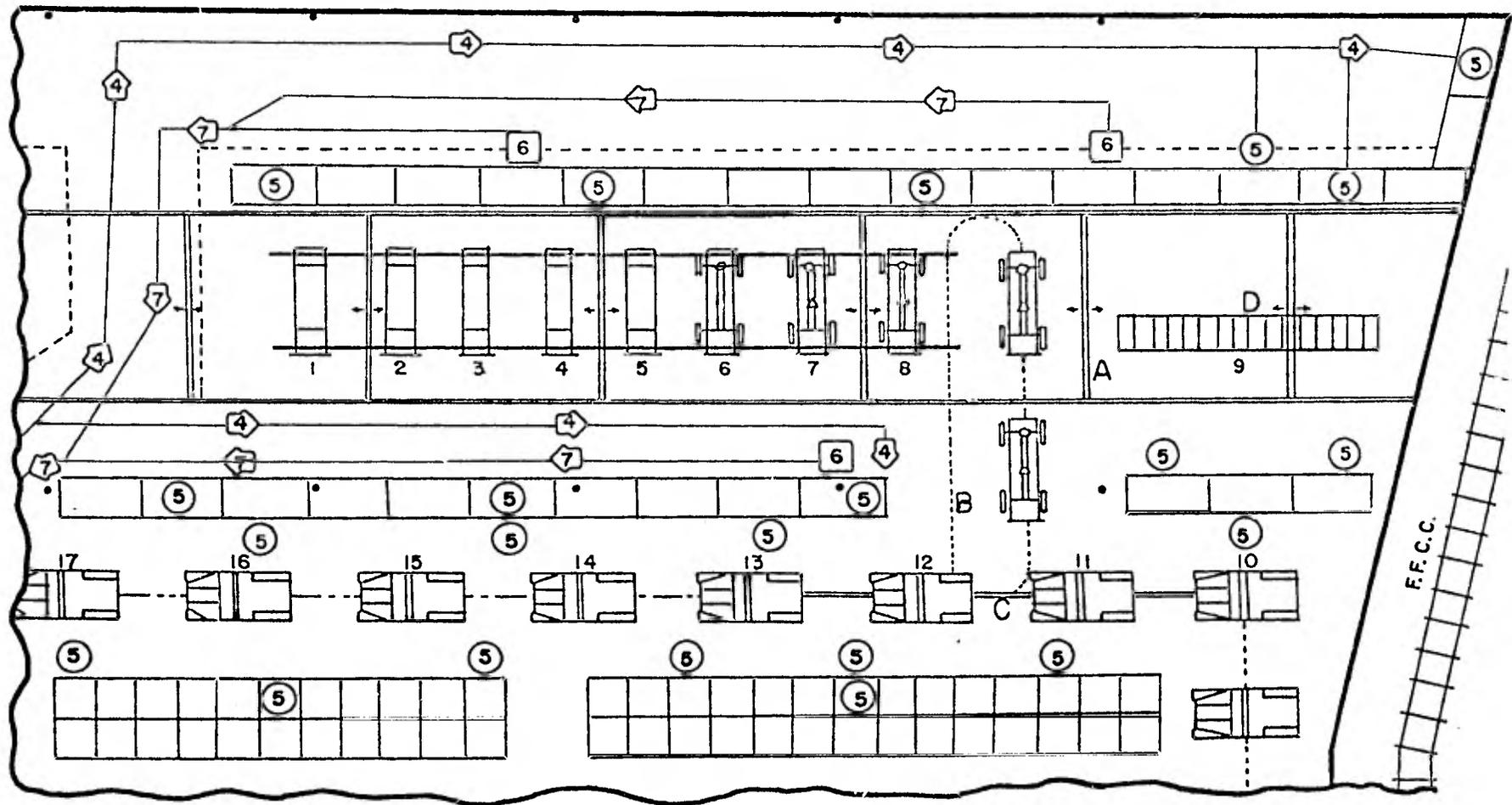
Frecuencia de surtido	Requerimiento de equipo
- para un día	Una cuarta parte de una base
- para 2 días	Media base
- para 3 días	Tres cuartas partes de una base
- para 4 días	Una base

Al final del capítulo, en los listados de material, se presenta la -- clasificación y las cantidades resultantes, de acuerdo a las frecuencias de surtido.

#### INTERRELACION CON LA DISTRIBUCION DE PLANTA Y EL ANALISIS DE MOVIMIENTO

Una vez analizados los datos y hecho la clasificación de materiales, se obtuvo la distribución de planta correspondiente al departamento de -- línea final. Dentro de la cual se establecerán los métodos de manejo de -- materiales.

Dicha distribución se muestra en la figura 7.18



1, 2, ..., 17 ESTACIONES DE TRABAJO

A \_ GRUA VIAJERA

B \_ TRANSPORTADOR TERRESTRE DE CADENA

C \_ TRANSPORTADOR AEREO DE CADENA

D \_ TRANSPORTADOR DE RODILLOS

FIG. 7.18 DISTRIBUCION DE PLANTA Y PLANO EN DETALLE DEL MOVIMIENTO DE MATERIALES

De acuerdo al gráfico P - Q, en el que se hizo una comparación entre el volumen y la variedad de productos, resultó conveniente hacer el análisis de movimientos mediante un diagrama de movimientos sencillos, puesto que las diferentes opciones del modelo Jeep se diferenciarán únicamente en algunos detalles, utilizando todas, la mayor parte del mismo material.

Para el análisis de movimientos se hizo uso del diagrama de flujo de materiales (fig. 7.19).

La intensidad de los movimientos quedará establecida básicamente por la frecuencia de surtido. Esto es, se tendrán las siguientes combinaciones de acuerdo a los 411 tipos de materiales que se utilizarán en línea final.

Frecuencia de surtido	Intensidad de movimientos
- para un día	411
- para 2 días	205.5
- para 3 días	137
- para 4 días	102.75

De acuerdo a la decisión que se tome en cuanto a la frecuencia de surtido, se determinará la cantidad de movimientos, con lo cual se calcularán los recursos necesarios para llevar a cabo dichos movimientos.

## VISUALIZACION DE MOVIMIENTOS

Las operaciones de movimiento de materiales, se visualizan en el plano de distribución de planta correspondiente al departamento en estudio\_ (fig. 7.18).

Como fue descrito en el plan general de manejo, se utilizará el sistema central para el movimiento de materiales. Todos los materiales serán concentrados en el almacén, para posteriormente ser enviados a sus respectivos lugares. El flujo de materiales para el departamento de línea final, tendrá el recorrido mostrado en la figura 7.20

Para determinar el equipo de manejo, en el plan general la selección se hizo en base a una serie de características que se presentaban en la nueva planta, estas fueron:

Para el equipo mecanizado.- Dirección vertical ascendente, descendente y horizontal, frecuencia intermitente, recorrido no fijo, altura al ras del suelo y área que cubre ilimitada.

Para el equipo manual.- Dirección solo horizontal, frecuencia intermitente y poco frecuente, recorrido no fijo, altura al ras del suelo y área limitada.

El resultado del análisis fue la selección de equipo elevador de horquilla o montacargas y carretillas manuales.

SÍMBOLO	DESCRIPCION	TIEMPO HRS.
1	chechar existencia en controles de almacen del material requerido	0.011
2	localizar fisicamente el material	0.010
3	tomar material	0.03
4	llevar material a linea final	0.10
5	colocarlo en su lugar correspondiente	0.03
6	chechar el siguiente material a surtir	0.05
7	dirigirse al almacen	0.04
8	chechar existencia en controles de almacen del siguiente material	
		0.1810

Fig. 7.19

Diagrama de flujo para el surtido de materiales  
en el departamento de linea final.

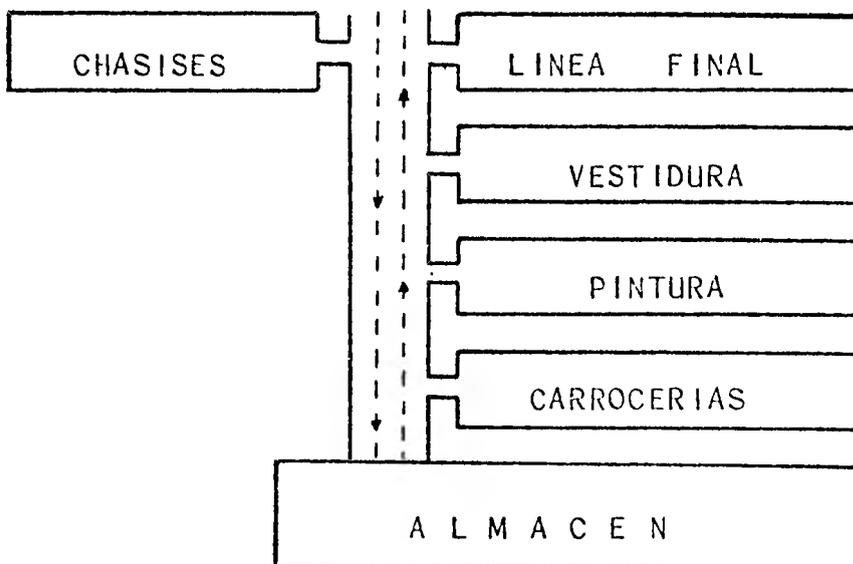


Fig. 7.20

Sistema central para el movimiento de materiales

Ahora para efectuar la selección del tipo específico de equipo elevador de horquilla, se tomarán en cuenta los siguientes factores.

Equipo elevador	Capacidad	Superficie de rodamiento	Area para movimiento.
Montacarga llantas sólidas	3,000 kg	lisa	3.60 m
Montacarga llantas neumáticas	3,000 kg	deforme	3.60 m
Montacarga de carga frontal y lateral	3,000 kg	lisa	1.42 m
Montacarga eléctrico	1,600 kg	lisa	1.80 m

Debido a que el área resultante para la colocación del material en la línea de producción puede considerarse como mínima y el espacio para el movimiento del equipo de manejo es muy estrecho (ver figura 7.18), -- el equipo que más se adapta a las condiciones de la planta son los montacargas de llantas sólidas y carga frontal - lateral. Con este equipo únicamente se necesitará un área de 1.42 m para hacer los movimientos necesarios y su capacidad será adecuada para las cargas manejadas.

La sección del equipo manual consistirá en una traspaleta o gato hidráulico con capacidad de 1,500 kg y elevación de 122 mm, y un carro plataforma con capacidad de 500 kg. Esta selección fue de acuerdo a las con

diciones presentadas en la nueva planta y que fueron mencionadas anteriormente. Dicho equipo de manejo se muestra en la figura 7.21

Conforme a la clasificación del tamaño de los materiales y a su integración con los contenedores actuales, en el plan general se seleccionaron las canastillas de malla de alambre, las bases universales y los tornillos como unidades de transporte para la nueva planta. Las unidades -- que serán usadas en línea final se muestran en la figura 7.22.

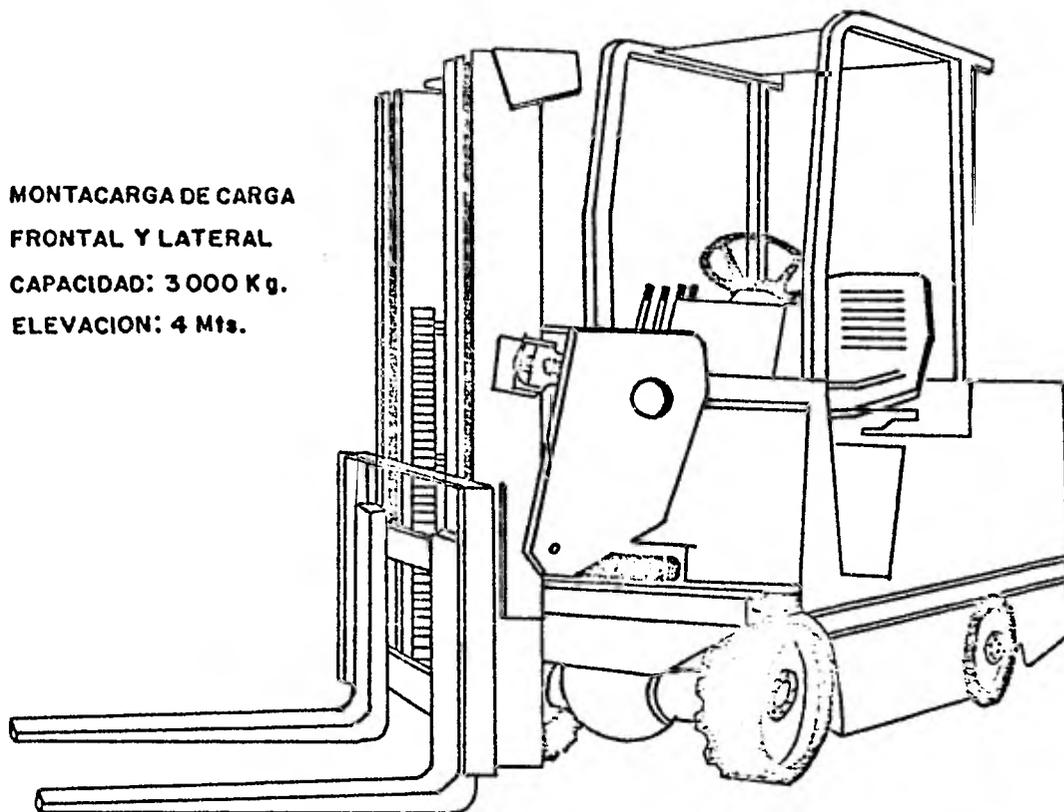
#### PLANES PRELIMINARES DE MANEJO

Una vez reunida toda la información, se procedió a encadenar el sistema de movimientos, el equipo de manejo y las unidades de transporte, - resultando esto, en varias alternativas para llevar a cabo el movimiento de materiales. Las alternativas se enfocaron a la frecuencia de surtido de los materiales a la línea de producción, ya que de esto dependerá la asignación de recursos.

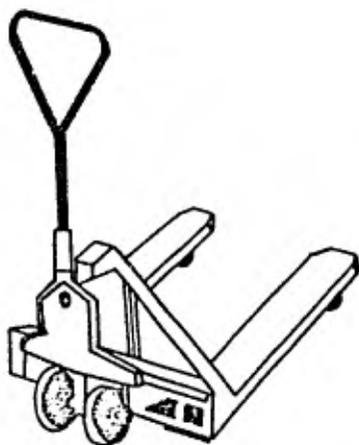
Alternativa	Frecuencia	Intensidad	Tiempo movimiento	Tiempo traspaleo
A	1 día	411	37.19	17.73
B	2 días	205.5	18.59	8.86
C	3 días	137	12.39	5.91
D	4 días	102.75	9.29	4.43

La alternativa A consiste en que los 411 tipos de materiales se sur-

**MONTACARGA DE CARGA  
FRONTAL Y LATERAL  
CAPACIDAD: 3 000 Kg.  
ELEVACION: 4 Mts.**

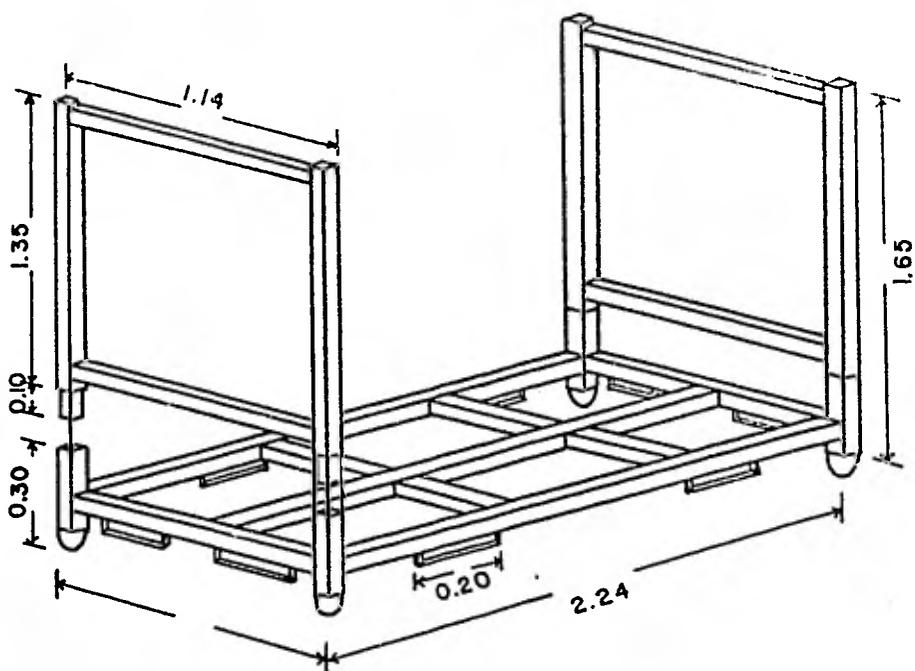


**CARRO PLATAFORMA  
CAPACIDAD: 500 Kg.**

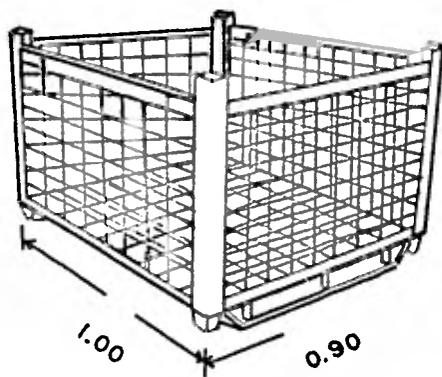


**TRASPALETA  
CAPACIDAD: 1500 Kg  
ELEVACION: 122 mm**

**Fig.7.21 EQUIPO A UTILIZAR EN LINEA FINAL**



BASE UNIVERSAL



CANASTILLA DE MALLA DE ALAMBRE

ACOTACIONES EN METROS

Fig. 7.22 CONTENEDORES A UTILIZAR EN LINEA FINAL

tirán diariamente con un tiempo para movimiento manual y mecanizado de - 37.19 y 17.73 horas para traspaleo.

En la alternativa B se manejarán 205.5 tipos de materiales para dos días de producción con un tiempo de 18.59 para movimiento con equipo y - 8.86 horas para traspaleo.

En la alternativa C se propone surtir material para tres días de producción y en la D para cuatro días con sus tiempos correspondientes de - 12.39 y 9.29 horas para movimiento con equipo y 5.91, 4.43 horas para -- traspaleo.

Para el cálculo de tiempos para movimiento se consideró el tiempo de 0.1810 horas para surtir un solo tipo de material y además que en un viaje se puede surtir dos tipos de materiales.

Para los tiempos de traspaleo se consideró el promedio de piezas a traspalear de 5599 y un tiempo de 0.19 min/pieza.

#### CALCULO DE REQUERIMIENTOS

Una vez que en los listados de material se determinaron el tipo y la cantidad de contenedores, a continuación se presenta el cálculo de requerimientos de equipo, tanto mecanizado como manual, contenedores, mano de obra y sus respectivos costos para las diversas alternativas (fig.7.23).

De los tiempos totales para movimiento con equipo, se asignó el 25%\_

CONCEPTO (cantidad/cost)	A L T E R N A T I V A S			
	A	B	C	D
Montacargas Costo	2.07 2 484000.0	1.04 1 248000.0	0.69 828000.0	0.53 636000.0
Traspaletas Costo	1.03 25750.0	0.51 12750.0	0.34 8500.0	0.25 6250.0
Carro platafor. Costo	1.03 2575.0	0.51 1275.0	0.34 850.0	0.25 625.0
Canastilla A1 Costo	51.0 255000.0	102.0 510000.0	153.0 765000.0	204.0 1 020000.0
Base universal Costo	31.5 204750.0	63.0 409500.0	94.5 614250.0	126.0 819000.0
Tornillero Costo	3.54 8142.0	7.08 16284.0	10.62 24426.0	14.16 32568.0
Montacarguistas Costo anual	2.07 319642.0	1.04 160593.0	0.69 106547.0	0.53 81840.9
Surtidores Costo anual	4.03 446580.0	2.0 221628.0	1.34 148490.0	0.99 109705.8
COSTO TOTAL	3 746440.3	2 580030.02	496064.0	2 705989.0

Fig. 7.23

Cálculo de requerimientos

para movimiento con equipo manual. Esto permitirá realizar el surtido - de material en zonas muy estrechas y permitir además un ahorro de costos en el equipo.

De acuerdo con esto se disminuyeron los tiempos de montacargas y mon tacarguistas, y se aumentaron los tiempos de equipo manual y surtidores. Quedando el cálculo de requerimientos en la forma presentada en el cua-- dro anterior.

Estas consideraciones fueron hechas, con el fin de ajustar los pla-- nes preliminares, tomando en cuenta las modificaciones y limitaciones, \_\_ convirtiendo todo lo que es posible en lo que es más práctico.

#### EVALUACION DE ALTERNATIVAS

Primeramente de la figura 7.18 se tomó en cuenta el área disponible \_ para el surtido de materiales a lo largo de la línea de producción del - departamento de línea final. Esta área fue de  $99 \text{ m}^2$ . Esto servirá como - base para hacer la comparación entre las áreas resultantes de cada alter\_ nativa, en lo referente al espacio ocupado por los contenedores.

Como norma de seguridad, los contenedores únicamente podrán ser esti\_ bados, en la línea de producción, en estibas de dos bases universales ó\_ de tres canastillas de malla de alambre.

A continuación se presenta la evaluación de alternativas, tomando en cuenta únicamente los factores; espacio y costo de la inversión.

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

	A	B	C	D
Espacio requerido para surtido (m <sup>2</sup> )	55.46	110.92	166.38	221.85
Costo de la inversión (millones)	3.746	2.580	2.496	2.705

Del cuadro anterior se desprenden las siguientes observaciones.

1. La alternativa de menor costo es la C.
2. La alternativa congruente al área disponible es la B.
3. Como la diferencia de costos entre las alternativas B y C es relativamente poca, y en cambio en la C se requiere de un área muy superior a la disponible para el surtido de materiales. Por tanto la alternativa más conveniente a utilizar es la B.

Resumiendo, el plan de manejo de materiales en el departamento de línea final se llevará a cabo en las siguientes condiciones:

- Diariamente se surtirá material para dos días de producción, esto es, de las 411 piezas se surtirán 205.5 cada día, requiriendo para ello de un montacarga, medio turno de utilización de una traspaleta y un carro plataforma, un chofer de montacarga y dos surtidores.

- Los contenedores requeridos para colocar los materiales en la línea de producción de línea final serán; 102 canastillas Al divididas a la mitad, 63 bases universales y 7 tornilleros, los cuales consistirán en 12 compartimientos divididos en dos.
- Los materiales serán surtidos desde el almacén de la nueva planta y su recorrido de movimientos será el representado en la figura 7.18.

## LISTADO DE MATERIAL

A continuación se presenta los listados de todo el material que será utilizado para el proceso de ensamble de unidades, en el departamento de Línea Final. Estos listados incluyen la siguiente información:

1. No. de parte de cada pieza.
2. Descripción del material.
3. Cantidad por modelo.
4. Clasificación. Esta corresponde a la presentada en el plan detallado de manejo de materiales.
5. Frecuencias de surtido para cada alternativa. Para determinar dicha frecuencia se tomó en consideración la capacidad del tipo de contenedor y el tiempo de surtido.

No.	PARTE	DESCRIPCION	CANTIDAD				CLASIFI - CACION	ALTERNATIVAS			
			L	P	R	M		A	B	C	D
SUSPENSION DELANTERA											
2016134		muelle y buje	2	2	2	2	3	0.25	0.5	0.75	1.0
2016134		abrazadera de muelle	3	3	3	3	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9421085		tuerca hex. $\frac{1}{2}$ . 20	8	8	8	8	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004808		rola presión 502	8	8	8	8	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2024059		placa y flecha der.				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2024060		placa y flecha izq.				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2027792		placa y flecha del. izq.	1	1	1		2	0.25	0.5	0.75	1.0
2027793		placa y flecha del. der.	1	1	1		2	0.25	0.5	0.75	1.0
5355689		sopORTE columpio	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5357620		placa y perno de columpio	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5357497		placa de columpio	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5355966		buje de muelle del.	8	8	8	8	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9416532		tuerca candado	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180147		tornillo	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4003979		tuerca candado	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
9419209		tornillo	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
SUSPENSION TRASERA											
2030188		muelle trasero	2	2	2	2	3	0.25	0.5	0.75	1.0
2029119		abrazadera de muelle	4	4	4	4	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9421085		tuerca	8	8	8	8	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004808		roldana	8	8	8	8	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2029121		abrazadera de muelle izq.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2029120		abrazadera de muelle der.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

5357499	pernos de columpio	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5355841	buje de muelle tras.	8	8	8	8	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9416532	tuerca candado	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180147	tornillo	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004809	roldana	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
EJES										
2027800	eje delantero	1	1	1	1	3	2	4	6	8
2027801	eje trasero	1	1	1	1	3	2	4	6	8
FRENOS DELANTEROS										
2028945	plato y caliper der.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5359144	plato anchor der.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2028946	plato y caliper izq.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5359145	plato anchor izq.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3224706	tapón tornillo purgador	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9411783	tuerca candado	12	12	12	12	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5358619	placa protectora	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9424033	tornillo	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004808	mango dirección	4	4	4	4	2	0.25	0.5	0.75	1.0
TUBOS CLIPS Y MANGUERAS FRENOS										
3227849	roldana	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3225703	tornillo especial	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5362117	tubo de frenos	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
120522	clip cerrado	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5362842	manguera de freno tras.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
637427	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4005691	tornillo roldana	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0

2027929	tubo de frenos der.	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
2027930	tubo de frenos izq.	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
192107	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120522	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
9747604	tornillo roldana	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120522	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4005765	tornillo	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
271172	tuerca	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3156574	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5360921	tubo de frenos	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
5360922	tubo de frenos	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
5356584	tubo de frenos				1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
5356582	tubo de frenos				1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
4005650	clip universal	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3156574	clip de tubo de frenos	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5356586	sopORTE montaje	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
127879	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5357161	tubo de frenos	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
192107	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004081	tornillo	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5357993	tubo de frenos	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
127753	clip	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4005649	clip	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004077	tornillo	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2029073	sopORTE de manguera	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### INTERRUPTOR VALVULA FRENOS

5359220	válvula	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006830	tornillo hex.	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0

5352620	swith luz de stop	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
FRENO DE ESTACIONAMIENTO										
5363420	pedal de freno	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
120393	roldana plana	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
987145	tornillo freno a pedal	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
271184	tuerca freno a coraza	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5351742	goma paso de chicote	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5353238	chicote freno estac.	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
3217581	clip	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3171989	cable ecualizador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4003807	roldana plana	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3130642	tuerca ajuste cable freno	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
103375	seguro cable	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3232194	switch freno estac.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
9421073	tornillo interruptor	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
MASAS TAMBORES RODAMIENTO										
5358661	balero interior	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3156052	balero de masa de rueda	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5356675	sello de aceite	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
865572	roldana de seguridad	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
8675722	tuerca de seguridad	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5362001	junta o empaque	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5362000	brida impulsora	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
649778	seguro de presión	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4005827	tornillo brida	10	10	10	10	1	0.25	0.5	0.75	1.0
947085	taza grasa	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5361981	masa de candado	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0

5363421	masa rotor	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
FLECHAS CARDAN										
2026587	flecha cardan del.	1	1	1	1	3	0.25	0.5	1.5	2.0
4900010	tornillo flecha cardan	2	2	2	2	2	0.25	0.5	1.75	1.0
3235473	abrazadera flecha	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006691	tornillo abrazadera	8	8	8	8	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120368	tornillo a flecha	4	4	4	4	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5360985	flecha cardan del			1		3	0.25	0.5	0.75	1.0
2029285	flecha cardan tras.	1	1	1	1	3	0.5	1.0	1.5	2.0
2029286	flecha cardan tras.			1		3	0.25	0.5	0.75	1.0
4900011	tornillo flecha	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
120214	roldana presión	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120368	tornillo	4	4	4	4	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3235473	abrazadera	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006691	tornillo abrazadera	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
PEDAL DE EMBRAGUE Y VARILLAS										
5360195	pedal de clutch	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4001147	roldana flecha pedales	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006475	ring retaining	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
448758	goma pedal	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5357515	resorte pedal clutch	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5353251	varilla de clutch	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3215893	roldana muelle	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004437	roldana varilla	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004295	seguro varilla pedal	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5355322	reten sello varilla	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3173401	buje reten	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

163210	tornillo reten	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4003054	tuerca soporte maroma	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5355339	soporte ext. maroma	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5360112	soporte int. maroma	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4003872	tornillo sop. int.	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5360104	maroma de clutch	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3167067	buje sop. int. y ext.	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3169769	reten	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3170937	cubre polvo ext.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3167049	cubre polvo ext.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3189626	dado de ajuste	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2019560	varilla reten de resorte	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4004437	roldana dado de ajuste	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
124925	tuerca retención dado.	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3215893	roldana muelle	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004295	seguro dado de ajuste	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3217479	pivote de varilla	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4001116	roldana varilla	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3130998	sello	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5351252	resorte leva de maroma	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### TRANSMISION Y VELOCIDADES

2027815	transmisión 4 velocidades	1	1	1	1	3	2	4	6	8
5359835	palanca de velocidades	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5359381	adaptador caja transfer	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5359457	sello de aceite	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5359411	empaquete transmisión	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4001884	tornillo roldana adaptador	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180128	tornillo a transmisión	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0

4002256	tuerca roldana	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006682	tornillo hex.	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5361405	perilla de cambios	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### CAJA TRANSFER Y CONTROLES

5361994	caja transfer	1	1	1	1	3	2	4	6	8
5455303	birlo	3	3	3	3	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5362033	palanca caja transfer	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5362034	flecha controles caja trans.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4004837	tuerca palanca	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5360135	buje varilla caja transfer	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006483	roldana palanca	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006884	roldana plana	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006486	seguro palanca	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5300065	guía control caja	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
180078	tornillo guía	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5360073	varilla control caja	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
454038	seguro varilla	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
112726	seguro varilla	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5361403	perilla caja transfer	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006495	tuerca ajuste perilla	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
330366	screw	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5361617	manguera 31	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3227851	abrazadera manguera	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120526	clip closed	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5352955	ventila assy	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
9421073	pija rola sujetador	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006684	tornillo	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006681	tuerca rold	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0

2029280	calcomanía	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2029281	calcomanía caja guantes	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### MOTOR Y SOPORTES

2030644	motor básico STD	1	1		1	3	5	12	18	24
2030646	motor básico STD			1		3	3	5	9	12
3180556	soporte del. izq.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3198023	soporte del. der.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
120382	roldana de cojín	6	6	6	6	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180120	tornillo soporte	6	6	6	6	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2020856	cojín sop. del.	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
180122	tornillo cojín	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120377	tuerca de cojín	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120395	roldana plana	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120383	roldana soporte motor	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5358188	barra refuerzo	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4003975	tuerca de sop.	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0

#### SOPORTE DE MOTOR A CHASIS

5355949	soporte del. der.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5354930	soporte del. izq.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
181650	tornillo izq.	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
181651	tornillo der.	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4001761	roldana plana	8	8	8	8	1	0.25	0.5	0.75	1.0
9411783	tuerca hexagonal	8	8	8	8	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5361157	sop. tacón transm.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006110	tornillo de montaje	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006110	tornillo aislador sop.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
1370910	tacón trasero de motor	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

4004819	birlo	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5361885	espaciador tacón	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
180147	tornillo soporte aislador	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120383	roldana presión	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
271501	tuerca hex.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4001120	roldana aislador	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
9413215	tuerca hex.	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5358879	birlo torsión	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4001134	roldana de birlo	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4001104	roldana de travesaño	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
9411783	nut lock	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
941399	roldana de travesaño tras.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
945266	goma de birlo	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
945269	roldana de birlo	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0

#### VENTILADOR POLEAS Y BANDAS

3224499	ventilador 4 aspas	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3213700	espaciador ventilador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
181618	tornillo ventilador	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120214	roldana ventilador	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2027119	banda ventilador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3236658	polea ventilador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3226936	banda dirección hidráulica				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2028753	cubierta ventilador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### BOMBA DE GASOLINA Y TUBOS

2012231	bomba de gasolina	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
180079	tornillo bomba	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120214	roldana presión	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0

120393	roldana plana	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2009913	junta bomba	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
118754	codo	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2030335	tubo gasolina	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
ALTERNADOR										
2014503	alternador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2001447	calcomanía alternador	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180079	tornillo hex.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120214	roldana	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4001095	roldana plana	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2026615	soporte tensor	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2026614	soporte alternador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2026617	espaciador	3	3	3	3	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2026616	espaciador	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4003909	tuerca	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006439	tornillo fij. alternador	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180079	tornillo fij. alternador	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120388	roldana	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120214	roldana presión	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
SISTEMA ACELERADOR										
5357732	varilla pedal	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4004801	pija rold	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5358677	cable control acel.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
31749455	resorte retroceso	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3231454	soporte y maroma	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2030341	varilla maroma			1		2	0.25	0.5	0.75	1.0

TANQUE DE COMBUSTIBLE

2021447	tanque de combustible	1	1	1	1	3	1.0	2.0	3.0	4.0
271169	tuerca hex.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2020287	flotador tanque	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3230376	filtro	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2025390	cincho	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4003587	tuerca candado	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5357023	placa protectora	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5356705	protector sup.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5359081	protector int.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4005480	clip	8	8	8	8	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5357879	cincho izq.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5357880	cincho der.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4003956	tuerca p/cinchos	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180078	tornillo placa	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4005819	tornillo placa	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4003954	tuerca placa	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4005293	tuerca rápida	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
273773	tornillo hex.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2029752	soporte				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2029751	tirante refuerzo				2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
699879	soporte de bidón				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
120382	roldana presión				6	1	0.25	0.5	0.75	1.0
180124	tornillo soporte				6	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120377	tuerca soporte				6	1	0.25	0.5	0.75	1.0
633808	gancho cinturón				2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
699129	bidón				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
954499	tubo-tapón				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

2009868

cinturón de bidón

## SISTEMA TUBO LLENADO TANQUE COMBUSTIBLE

5463803	soporte tubo de llenado	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4005817	pija protectora	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5363878	tubo de llenado	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006812	pija tubo llenado	6	6	6	6	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5357970	manguera de llenado	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9914929	abrazadera tipo c	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3741968	cable tapón llenado	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2027067	tapón gasolina			1		2	0.25	0.5	0.75	1.0

## LINEAS DE COMBUSTIBLE MANGUERAS Y CLIPS

2025249	manguera	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5357933	tubería combustible	1	1	1	1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
4005063	pija línea abastecim.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
127879	clip línea abastecim.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3227851	abrazadera manguera	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004077	pija tubo combustible	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
192107	clip. tubo combustible	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4005063	pija tubo combustible	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120522	clip. tubo combustible	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004077	pija hex.	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2025249	manguera gasolina	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3227851	abrazadera manguera	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0

## SISTEMA VENTILACION COMBUSTIBLE

3239479	canister	1	1	1	1	2	1.0	2.0	3.0	4.0
5757214	sop. canister	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

4003018	tuerca soporte	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
9426712	pija abrazadera	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2017192	calcomanía instructivo	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3198666	válvula check	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
188926	tornillo p/válvula	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
120361	tuerca p/válvula	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5361944	manguera de tanque	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3181643	abrazadera manguera	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3222900	abrazadera manguera	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5361943	codo	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2030242	manguera línea ventil	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2025207	manguera codo	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3219466	abrazadera manguera	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2029400	manguera vacío	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2021811	manguera condensador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4005717	clip manguera	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2024693	conector T manguera				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2026586	manguera tubo vent.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### SISTEMA DE ESCAPE

2027796	tubo de escape del.	1	1	1	1	3	0.5	1.0	1.5	2.0
3223546	sello	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4001181	roldana tubo escape	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006567	tuerca birlo múltiple	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4006547	birlo	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2018920	silenciador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
991699	tornillo V	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
445664	abrazadera	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4003954	tuerca p/abrazadera	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0

5353523	soporte de tubo	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5355402	soporte	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3195232	abrazadera con tuerca	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5354177	refuerzo placa aisladora	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2018921	tubo de cola	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### RADIADOR Y MANGUERAS

2009104	radiador	1	1	1	1	3	0.5	1.0	1.5	2.0
2021578	tapón radiador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2005896	manguera radiador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2015497	manguera radiador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3241426	abrazadera	3	3	3	3	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004208	tuerca rápida	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2017955	calcomanía de radiador	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3238988	sellador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2028231	anticongelante	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3160337	tapón termostato	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
9414923	abrazadera	1	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0

#### VOLANTE Y CUBIERTA DIRECCION

5360131	volante dirección negro	1	1		1	3	0.5	1.0	1.5	2.0
3238041	volante dirección deportivo				1	3	0.25	0.5	0.75	1.0
5362568	tapón volante	1	1		1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3187249	perno contacto	1	1		1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3187257	reten de perno	1	1		1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2025975	tapa claxon				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2025972	inserto volante				1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3187255	resorte	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

COLUMNA DIRECCION

5358675	columna dirección	1	1	1	1	3	1.0	2.0	3.0	4.0
5355544	adaptador soporte	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3195280	soporte columna	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
120388	roldana adaptador	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
1150276	tornillo roldana	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3228793	cubierta varilla	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3238343	botón accionador	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5362173	palanca direccionales	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
994603	tornillo flecha	2	2		2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5353135	flecha intermedio STD	1	1		1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5354934	flecha intermedia hid.			1		2	0.25	0.5	0.75	1.0
4005653	tuerca flecha int.			1		1	0.25	0.5	0.75	1.0
994605	abrazadera flecha			1		1	0.25	0.5	0.75	1.0

CAJA DIRECCION Y VARILLAS

994509	caja dirección manual	1	1		1	3	2.0	4.0	6.0	8.0
5360092	caja direc. hidráulica			1		3	0.5	1.0	1.5	2.0
5355962	placa asiento	1	1		1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4004968	tornillo caja	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
4004809	roldana	2	2	2	2	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5554513	soporte inf.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5356106	brazo pitman direc.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5356105	varilla y rótulos	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
121224	seguro	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
271287	grasera rótulos	2	2	2	2	2	0.25	0.5	0.75	1.0

DIRECCION HIDRAULICA

3237194	bomba			2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4003803	roldana muelle			1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
3238661	soporte pivote			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
273773	tornillo p/pivote			1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5370112	manguera presión			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3238265	soporte			2	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5370111	manguera retorno			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5354540	goma			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3223227	cinturón plástico			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3155600	abrazadera manguera			1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
2018454	calcomanía			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3226937	polea bomba			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

ENGRANAJE DE VELOCIMETRO

3212734	engrane 34 dientes	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3212731	engrane 31 dientes			1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3212893	adaptador engrane	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3212847	sello	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3212846	ring adaptador	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
3212844	abrazadera	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
273573	tornillo adaptador	1	1	1	1	0.25	0.5	0.75	1.0
5751959	chicote velocímetro	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0

LLANTAS, RINES Y TAPONES

2027258	rin	5	5	5	3	1.0	2.0	3.0	4.0
2026713	rin			5	3	0.5	1.0	1.5	2.0
635516	tuerca	20	20	20	2	0.25	0.5	0.75	1.0

4005694	tuerca cromada			20		2	0.25	0.5	0.75	1.0
2001112	llanta	5	5	5	5	3	1.0	2.0	3.0	4.0
2003380	cámara	5	5		5	2	0.25	0.5	0.75	1.0
2028087	llanta TR			5		3	0.5	1.0	1.5	2.0
2009570	válvula TR			5		2	0.25	0.5	0.75	1.0
2029743	cámara TR			5		2	0.25	0.5	0.75	1.0

#### ESPEJO RETROVISOR INT. Y EXT.

5455399	espejo retrov. int.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5462736	espejo retrov. ext.	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
5455301	brazo y soporte	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006881	tapón tornillo	1	1	1	1	2	0.25	0.5	0.75	1.0
4006130	pija espejo	4	4	4	4	1	0.25	0.5	0.75	1.0

#### CALCOMANIAS Y EMBLEMAS

2026192	conjunto franja der.			1		2	0.25	0.5	0.75	1.0
2026192	conjunto franja izq.			1		2	0.25	0.5	0.75	1.0
2026533	letrero Jeep coraza	2	2	2		2	0.25	0.5	0.75	1.0
2017941	emblema doble tracción	2	2	2		2	0.25	0.5	0.75	1.0

C A P I T U L O   V I I I

EL MANEJO DE MATERIALES EN LA ORGANIZACION

## EL MANEJO DE MATERIALES EN LA ORGANIZACION

De lo expuesto en capítulos anteriores, podemos desprender una serie de actividades que deben ser llevadas a cabo por una sección o departamento dedicado exclusivamente a los problemas de manejo de materiales. Estas actividades pueden ser resumidas en los siguientes 6 puntos:

1. Estudios y análisis. Esta actividad involucra todo lo referente a los trabajos de análisis y mejora de métodos, tales como; métodos de manejo, métodos de almacenaje, métodos de carga y estiba, métodos de empaque, etc.
2. Determinación de estándares de manejo.
3. Proyectos ya sean generales o específicos.
4. Selección de equipo para manejo.
5. Diseño y selección de contenedores.
6. Seguridad para personal y materiales.

Asímismo estas actividades deben estar a cargo de personal calificado y enmarcadas en una organización formal que responda a la importancia que representa un buen sistema de manejo de materiales.

Como fue mencionado, dichas actividades deben ser desarrolladas por una sección especial de ingeniería de manejo de materiales que deberá --

mantener la atención fija principalmente en los siguientes objetivos:

- Reducción de costos
- Incremento de capacidad
- Desarrollo de buenas condiciones de trabajo.

El tipo de organización adoptado para la sección o departamento de manejo de materiales dependerá de las dimensiones de la empresa y del grado de especialización que pueda ser necesario. A medida que el tamaño aumenta irá haciendo falta mayor especialización en la función del manejo y un mayor grado de investigación en los problemas presentados.

Es por esto que cada empresa tendrá asignada la función de manejo de materiales en distinta forma. Los casos más comunes son los siguientes:

- a. El manejo de materiales como función del departamento de organización y métodos.

Cuando el manejo de materiales aparece subordinado al departamento técnico de organización y métodos, la persona que es responsable del manejo de materiales debe ocupar un puesto bastante elevado en la empresa para poder relacionarse con cualquier servicio sin tener que seguir las líneas jerárquicas de los departamentos. Cuando al frente de la producción hay un gerente, al frente del departamento de organización y métodos debe haber una persona de la misma categoría.

- B. El manejo de materiales como función del ingeniero de servicios -

generales.

La estrecha relación que hay entre el equipo de manejo y las instalaciones de la fábrica hace que muchas veces se encomiende la función de manejo directamente al ingeniero de servicios generales. En muchas empresas no se presta al manejo de materiales más atención que la necesaria para mantener en funcionamiento el equipo utilizado. Este trabajo se considera entonces como parte del programa de mantenimiento.

Con el incremento del empleo de equipo para el movimiento de materiales se ha logrado crear, dentro del departamento de mantenimiento, una sección especial con objeto de disponer de un servicio más especializado, aunque siempre a las órdenes del ingeniero de servicios generales.

Aún en los casos en que el manejo de materiales se considera como una función del departamento de organización y métodos, los detalles técnicos de los diversos proyectos así como su ejecución son por lo regular encomendados al departamento de servicios generales.

c. El manejo de materiales como función del departamento de ingeniería industrial.

Desde un punto de vista funcional, en este departamento es donde debe radicar la función de manejo de materiales, ya que el objeto de dicho departamento es perfeccionar las operaciones y la técnica utilizada es uso de los procedimientos de análisis de métodos. En muchas empresas este

departamento es el responsable de todos los cambios de métodos. Existe una tendencia a tener, en este departamento, por lo menos un ingeniero - al que se le denomina ingeniero de manejo de materiales.

d. Sección de manejo de materiales independiente.

La necesidad de centralizar y controlar las actividades de manejo de materiales con objeto de obtener de ellas el máximo provecho hace que, - por último, se llegue a crear una sección independiente a las órdenes de la persona que tenga a su cargo la fabricación o producción. Puede considerarse como una tendencia general, el hecho de que las industrias de -- producción en serie, en las que el movimiento de materiales juega un papel importante, coloquen el manejo de materiales en un lugar clave de su organigrama. Esto no es más que una prueba de la importancia que se concede hoy, al manejo de materiales. Significando también que las empresas esperan las más importantes economías y las mayores reducciones en los - gastos de fabricación, actuando sobre dicha función.

El pretender dar una organización para una sección o departamento de manejo de materiales es prácticamente imposible, ya que depende de los - objetivos, políticas y recursos con los que cuente la empresa, pero cuando las condiciones lo requieran, se deberá crear un grupo que se encar-- gue de conducir los elementos humanos, físicos y económicos hacia el logro de los objetivos.

Con los organigramas que se anexan al final de este capítulo, se pre

tende en forma general, ilustrar como deberá organizarse la estructura - de una empresa, donde se involucre la función de manejo de materiales. - Aclarando que esta función disminuirá o crecerá en relación a la empresa que se trate.

Independientemente del lugar que ocupe la sección de manejo de materiales en una organización, esta estará relacionada con otros departamentos para los cuales servirá de apoyo en su correcto logro de funciones. Algunos de estos departamentos que se encuentran bastante relacionados - con el manejo de materiales son:

#### 1. CONTROL DE LA PRODUCCION

Ambas actividades deben estar relacionadas para obtener buenos resultados, no importando que se tenga una producción continua o intermitente, los métodos de producción requieren de una sucesión de operaciones cada vez más inmediata y continuas, con tendencia a reducir al mínimo los materiales en proceso.

El sistema empleado para transportar materiales a través de la fábrica, con frecuencia es también utilizado para lograr la regulación del -- proceso productivo. Por ejemplo, el recorrido de un transportador determina la dirección en que han de moverse los materiales, y la velocidad - de la unidad regula la velocidad de producción.

## 2. CONTROL DE INVENTARIOS

Aquí se debe estar en constante coordinación con el departamento de compras para controlar los máximos y mínimos de materiales que deben estar en los almacenes, así como su correcta identificación para evitar -- pérdidas.

## 3. DISTRIBUCION DE PLANTA

Esto es debido a que ambas técnicas deben satisfacerse simultáneamente. El flujo que se tenga, la elaboración de los productos en todas y cada una de sus fases, desde que las materias primas salen del almacén hasta que el producto ya elaborado llega a la bodega debe ser constante, -- sin originar embotellamientos y con el sistema más práctico y fácil. Recordando que una buena distribución de planta debe contar con espacio -- suficiente para que el equipo de manejo de materiales, cumpla su función en la forma más eficiente.

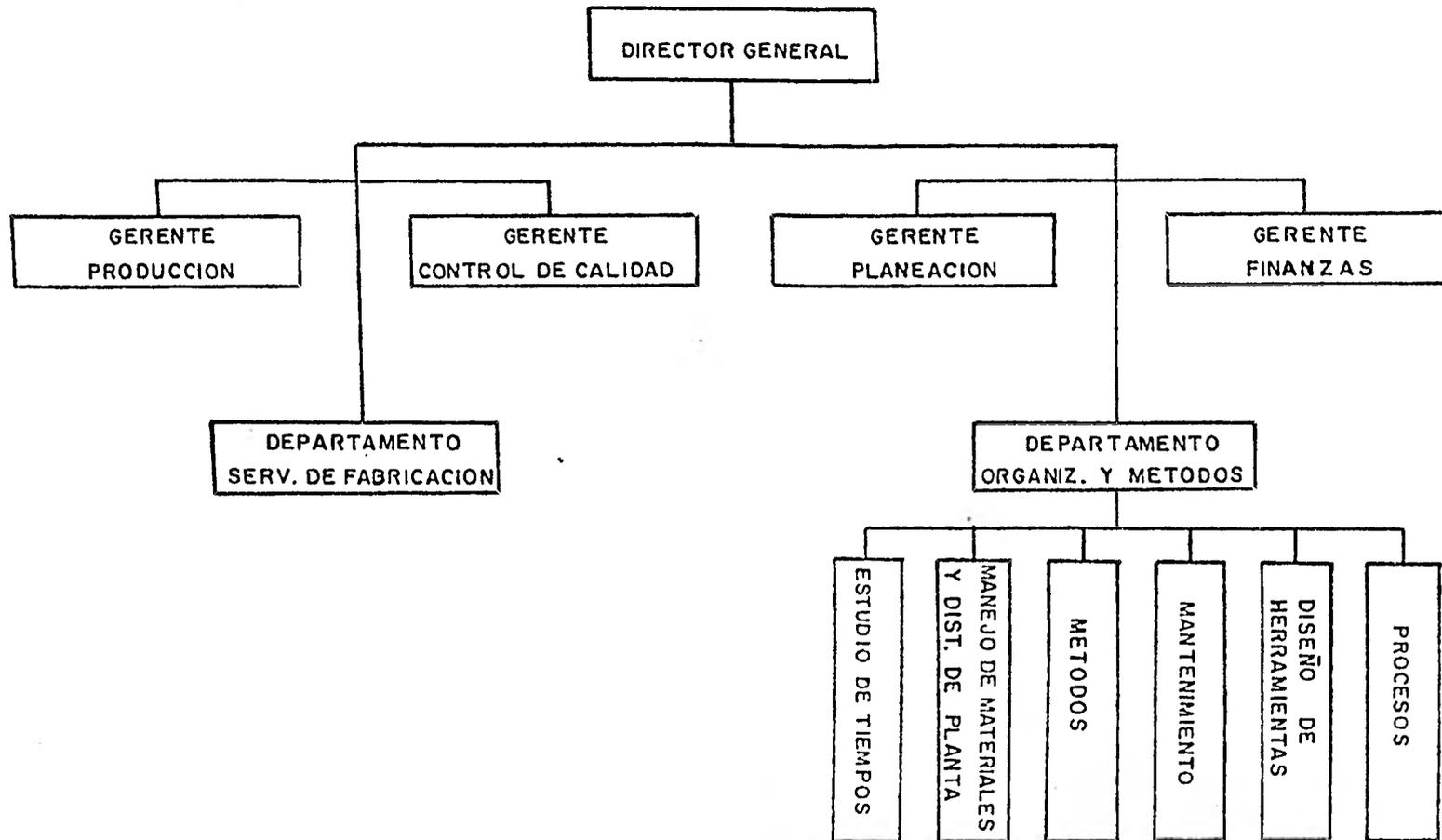
## 4. SEGURIDAD INDUSTRIAL.

De acuerdo con los datos obtenidos del Consejo Nacional de Seguridad, una cuarta parte de los accidentes en la industria, son originados por un deficiente manejo de materiales.

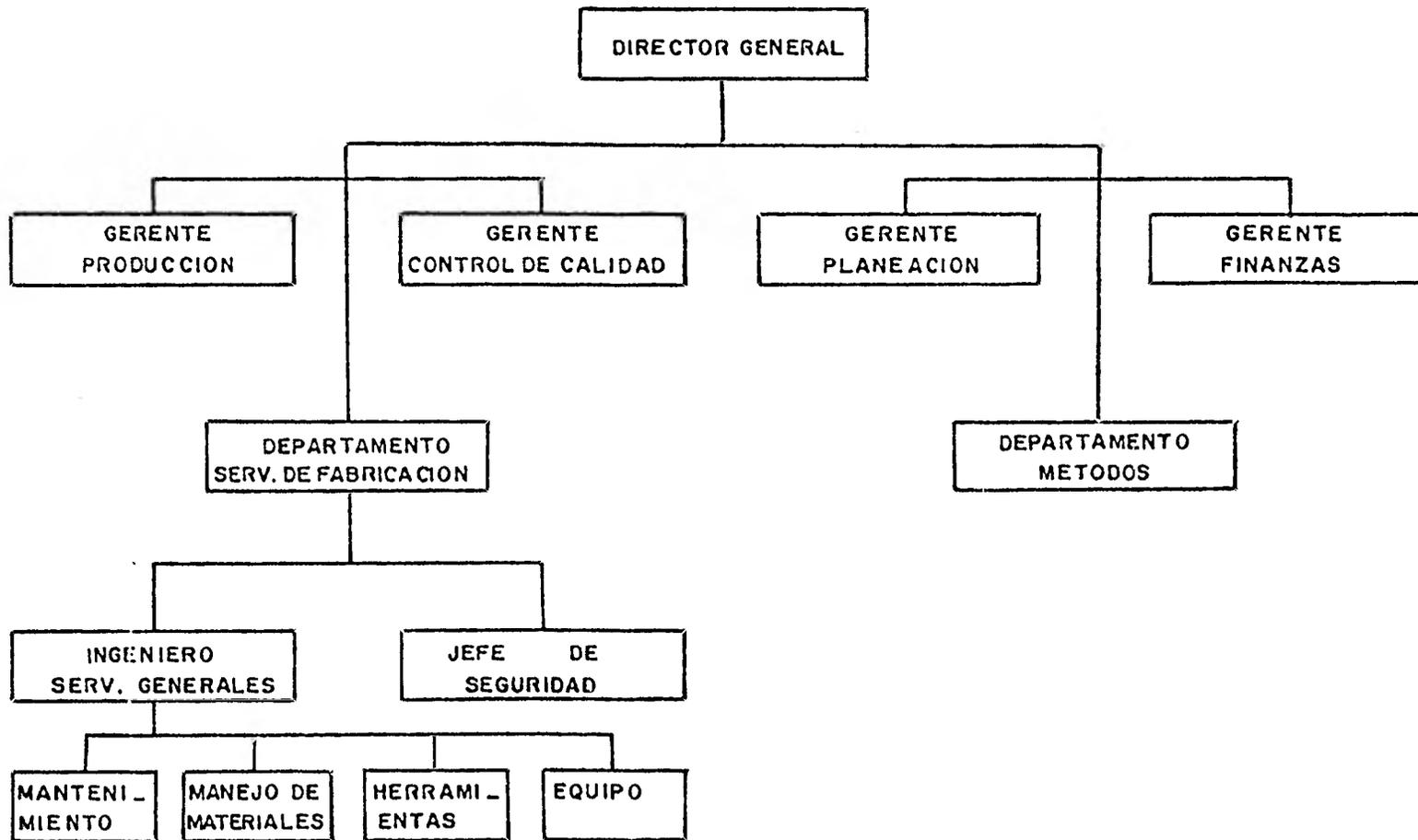
Siempre que se estén moviendo materiales, se incurre en dos riesgos:

- a. La seguridad del operario
- b. Los daños ocasionados a los materiales.

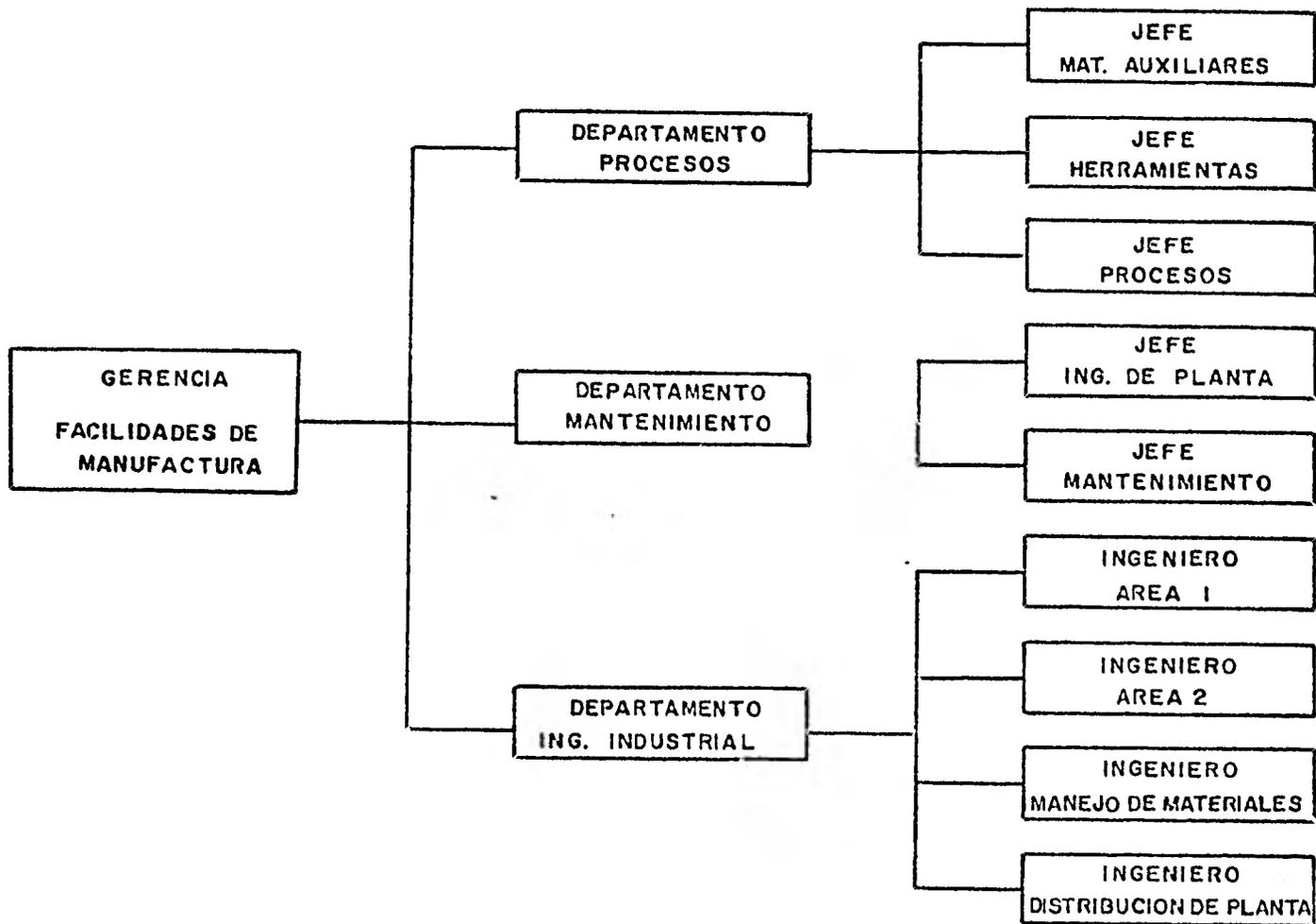
Preferentemente los dos riesgos deben ser evitados puesto que ambos representan pérdidas para una empresa. Es por esto que una de las funciones del manejo de materiales es la de establecer buenas condiciones de trabajo.



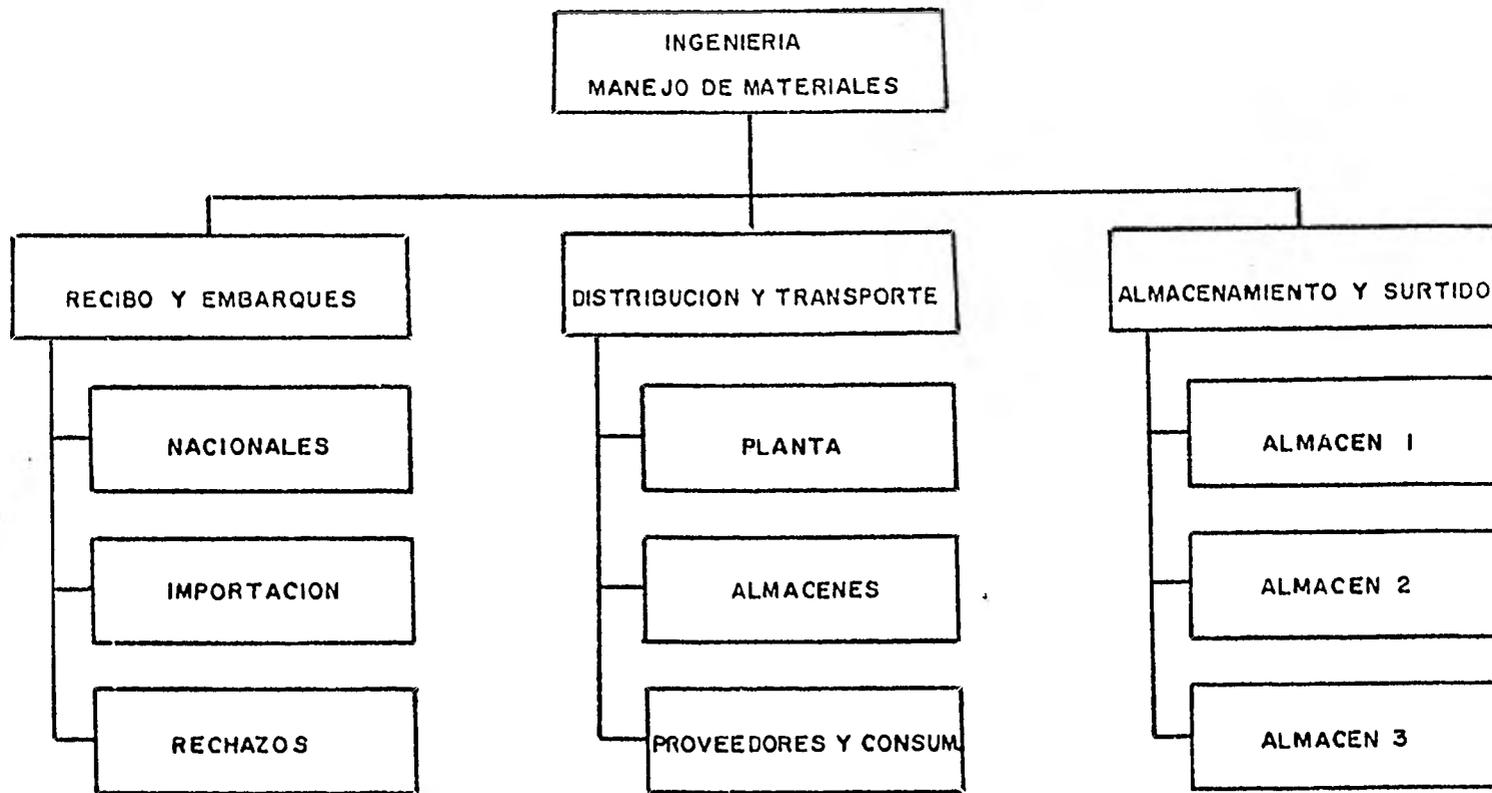
El manejo de materiales como función del departamento de organización y métodos.



El manejo de materiales como función del Ingeniero de servicios generales.



El manejo de materiales como función del departamento de Ingeniería Industrial.



Sección de manejo de materiales independiente.

C A P I T U L O IX

CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

El problema de manejo de materiales a dejado de ser en la actualidad exclusivo de las fábricas, aunque la mayor parte de las técnicas y de -- los métodos de análisis han surgido de esta industria, el resultado de - lograr una mayor productividad es posible extenderlo a cualquier activi- dad donde exista un problema de manejo de materiales.

Anteriormente, los problemas que se presentaban sobre manejo de mate- riales eran resueltos, en su gran mayoría, por personas que en base a su experiencia tenían ciertos criterios para dar soluciones que en muchas - ocasiones estaban expuestas al fracaso, por carecer de bases firmes que \_ garantizaran sus resultados.

En los últimos años han surgido una serie de circunstancias que han \_ hecho cada vez más difícil el poder tener una operación exitosa. La prin- cipal causa de este fenómeno parecer ser un nuevo ambiente, un ambiente \_ de presiones de la Gerencia, de la fuerza laboral, de los accionistas, - de la empresa, de los clientes y del público consumidor. Estos cambios en el ambiente han sido caracterizados por una alta inflación, escasez de - materiales y de transportes, financiamiento costoso y escaso, y una exa- gerada rotación del recurso humano, además de un ritmo acelerado de cam- bios tecnológicos y nuevas formas de competencia.

Ante esta perspectiva, la productividad de los recursos de una orga-

nización cobra un papel muy importante. Un mejor uso de la capacidad -- instalada, una reducción en el costo de movimiento de materiales, una mayor rotación de inventarios, una reducción en los precios de compra, --- etc., representan algunas de las metas que en mayor o menor grado cada -- organización persigue.

El trabajo de esta tesis que tuvo como primer objetivo ofrecer un -- panorama general de lo que representa el manejo de materiales, así como -- medios para analizar y resolver problemas implicados, fue dedicada a la -- pequeña, mediana y especialmente a la gran industria, sin importar su giro, que careciendo de información sobre como lograr obtener beneficios -- en el manejo de sus materiales, les sea de utilidad.

En su desarrollo se introduce al problema de manejo de materiales, -- una metodología basada en el método científico y que se apoya en princi-- pios fundamentales de movimiento, medición del tiempo, selección de equi-- po y aspectos de seguridad.

Como un intento de mostrar en forma condensada los pasos a seguir -- en la aplicación de la metodología expuesta en los capítulos anteriores, se muestra a continuación los pasos y sus características principales -- en cada uno de ellos.

La metodología para el estudio de cualquier proyecto de manejo de materiales, consiste de una estructura de cuatro fases y un patrón de pro-- cedimientos. Cada proyecto al llevarse a cabo, desde los objetivos ini--

ciales hasta su instalación física real, pasa a través de las siguientes fases:

La fase I es la INTEGRACION EXTERNA, donde se valoran los movimientos a y desde el área total. Se consideran los movimientos de material externo al área en estudio. Por ejemplo, se identifican y posiblemente se cambiaran sobre la marcha accesos de vehículos o facilidades de vías o muelles para barcos, trenes, etc., de manera que el manejo de materiales hacia el área del proyecto esté integrado con estos importantes transportes externos.

La fase II es el PLAN GENERAL DE MANEJO DE MATERIALES. Es donde se establecen los métodos de movimiento de materiales entre las áreas principales. Se toman las decisiones generales, considerando el sistema básico de movimientos, los tipos generales de equipo y las unidades de transporte.

La fase III es el desarrollo de los PLANES DETALLADOS DE MANEJO DE MATERIALES, refiriéndose al movimiento de materiales entre varios puntos dentro de cada área principal. En esta fase, se decide sobre los métodos detallados de manejo, tales como el sistema específico de movimientos, equipo y contenedores que serán usados entre los lugares individuales de trabajo.

Finalmente, la fase IV es la INSTALACION. Aquí se planean los últimos detalles; compra del equipo, entrenamiento del personal e instala---

ción de las facilidades físicas del equipo de manejo. Después de esto se concluye el estudio verificando su completa instalación y se asegura que opere correctamente.

Estas cuatro fases están secuenciadas y para lograr buenos resultados deberán traslaparse y deberá obtenerse aprobación al completarse cada fase.

El desarrollo de cada fase está basado en un patrón de procedimientos, el cual se fundamenta en tres elementos: materiales, movimientos y métodos. En los materiales se deberán estudiar sus características físicas, cantidades, tiempos o requerimientos involucrados en el estudio. -- Una vez analizado este punto, se pasa a representar los movimientos mediante la visualización de los mismos. Posteriormente se obtendrán planes preliminares de manejo, se harán modificaciones de acuerdo a las limitaciones, se calcularán los requerimientos, se evaluarán las alternativas y finalmente se seleccionará un plan de manejo de materiales.

Como anteriormente fue mencionado, esta metodología será igualmente aplicable a oficinas, áreas de servicio, laboratorios, almacenes o a cualquier operación de manufactura, sin importar el giro de la empresa.

Es importante mencionar que para lograr resultados tangibles, no -- basta resolver independientemente el problema de manejo de materiales, -- ya que con este están involucradas una serie de actividades, tales como

inventarios, control de la producción, programas de suministros, etc., y que en menor o mayor grado están afectadas por el mismo problema. Es por esto que el análisis y solución a un problema de manejo de materiales deberá ser integrado a todo el sistema de la organización.

El otro de los objetivos de este trabajo, fue presentar el panorama de desarrollo del ingeniero industrial en el campo del manejo de materiales, el cual teniendo conocimientos completos de dos partes indispensables, la primera de las cuales se expuso en esta tesis, podrá denominarse Ingeniero de Manejo de Materiales. Estas dos partes son las siguientes:

1. Conocer a fondo la función y organización del manejo de materiales, mediante: conocimiento de las relaciones que guardan el movimiento, almacenamiento y manejo de materiales con las demás operaciones o actividades de un lugar de trabajo; conocimiento de las técnicas y métodos con los cuales puede determinarse dicha relación; conocimiento de los diferentes tipos de movimientos y equipo para realizar estos, y; conocimiento de los métodos para la resolución de problemas de manejo de materiales.

2. Instrucción de los aspectos técnicos del equipo. Estos conocimientos deberán abarcar principalmente: limitaciones y ventajas de su uso; características de funcionamiento y mantenimiento; realización de presupuestos, y; familiarizarse con los diversos tipos de modelos, así como de su instalación.

## B I B L I O G R A F I A

- John R. Immer  
Manejo de materiales.  
Editorial Hispano Europea.  
Barcelona (España), 1971.
- Richard Muther  
Distribución de planta  
Editorial Hispano Europea.  
Barcelona (España), 1977.
- Centro Nacional de productividad  
Distribución de planta y  
manejo de materiales.  
México, 1971.
- Grimaldi Simonds  
La seguridad Industrial.  
Representaciones y serv. de  
Ingeniería  
México, 1975.
- Centro Industrial de  
adiestramiento.  
Ingeniería de Métodos  
México.
- Edward V. Krick  
Ingeniería de Métodos.  
Editorial Limusa  
México, 1980.

Carrier Corporation,  
Syracuse.

Práctica y procedimientos del  
estudio de tiempos.

Centro regional de ayuda Téc-  
nica.

México.

Benjamín W. Niebel.

Ingeniería Industrial

Representaciones y serv. de  
Ingeniería.

México, 1976.

Centro Industrial  
de Adiestramiento.

Organización y Administración  
de los Almacenes.

México.

Richard Muther

Introducción al Manejo de  
Materiales.

González Prado y Asociados, S.C.

México, 1978.

Richard Muther

Introducción al Diseño y  
Distribución de Planta.

González Prado y Asociados, S.C.

México, 1978.