



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL II**

**ING. JUAN JOSE DI MATTEO CAMOIRANO.**

390

INTRODUCCION

En reuniones realizadas entre los profesores de Ingeniería Industrial II de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.M., resolvimos que la impresión de estos apuntes nos ayudaría a dar la clase a la vez que serían una guía para los alumnos que cursen la materia.

No se pretende que sean un trabajo original, ya que consisten en resúmenes de varios libros, traducciones y algunas experiencias profesionales.

Esperamos que estos apuntes sean de utilidad para los fines que nos hemos propuesto y que sean tomados como una parte más de un curso que abarca gran cantidad de conocimientos.

604008

APUNTE  
120

FACULTAD DE INGENIERIA UNAM.



\*604008\*

G.- 604008

OCTUBRE 1979

Juan José Di Matteo C.

INDICE DE TEMAS

Capítulo 1. Localización Industrial y Tamaño de la Planta.....	1
Capítulo 2. Distribución de la Planta.....	28
Capítulo 3. Manejo de Materiales.....	63
Capítulo 4. Selección de Maquinaria.....	137
Capítulo 5. Dinámica Económica Financiera.....	147
Capítulo 6. Mantenimiento Industrial.....	157

OCTUBRE 1979

UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA

## Localización Industrial

En general al abordar un problema de planeamiento de disposiciones o Lay Out se presentarán dos tipos distintos de problemas según se trate de una fábrica existente ó a la disposición de una nueva planta.

Tomando este último caso que es el menos frecuente pero el más general, deben considerarse cuatro etapas en el planeamiento de disposiciones. Estas son:

Fase I :

Localización. Se trata de determinar el lugar donde se ubicará la industria. En caso de una nueva empresa el problema puede llegar a ser muy complejo y lo trataremos más adelante.

Fase II :

Disposición General. Se definen en forma general las áreas que deben distribuirse posteriormente en detalle, de manera de tener un plan maestro de áreas, interrelaciones y configuraciones de las áreas principales. A veces suele llamarse a esta etapa "asignación de espacios".

Fase III:

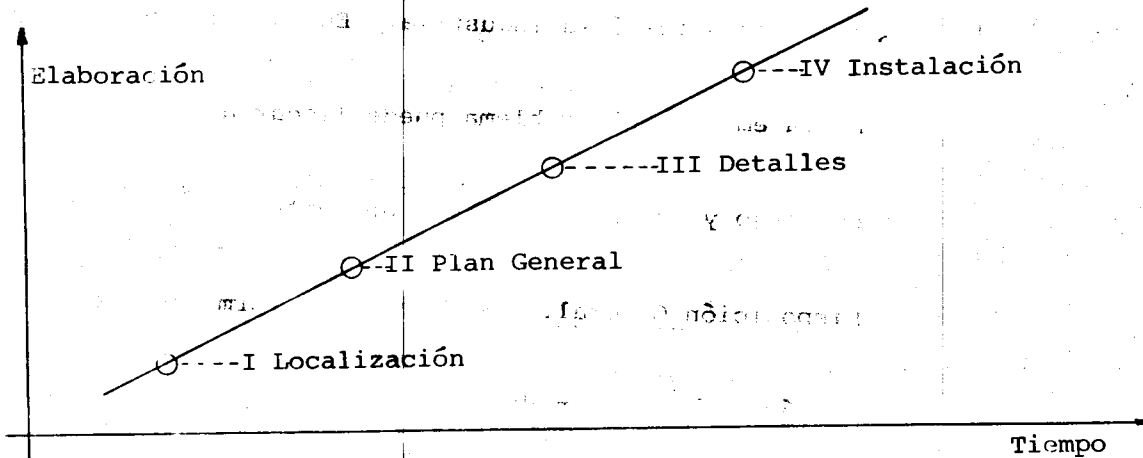
Disposición detallada: Ubicación de maquinaria o equipo específico. Cada máquina debe ser colocada en un sitio determinado.

Se incluyen provisión de energía y servicios auxiliares.

En algunos casos, como se verá más adelante, se lleva a maquetas o plantillas bidimensionales.

Fase IV :

Instalación: Incluye el planeamiento de la instalación, la aprobación por la dirección de la fase III y la ejecución física de la misma.



#### ETAPAS EN EL PLANEAMIENTO DE DISPOSICIONES

Estas cuatro fases siguen una secuencia lógica que en la práctica se superponen parcialmente. Cada proyecto de disposición de equipos pasa normalmente las cuatro etapas, si bien el planeamiento técnico del lay out no siempre es responsable de las etapas I y/o IV. Esto significa que en general los Departamen-

tos de Ingeniería Industrial suponen una decisión ya tomada en cuanto a localización y no se encargan de la instalación.

Entrando de lleno en la Fase I, o sea localización, digamos que, en el caso más general, la localización puede resultar un problema internacional, de tal manera que habrá que elegir el continente, la región geográfica, el país, el estado, la zona y el terreno. En todo el proceso se tenderá a optimizar parámetros tratando de llegar a "la ubicación ideal". Se llama así a aquella en la cual los costos de producción y distribución son mínimos y los precios y volúmenes de venta proveen los mayores beneficios.

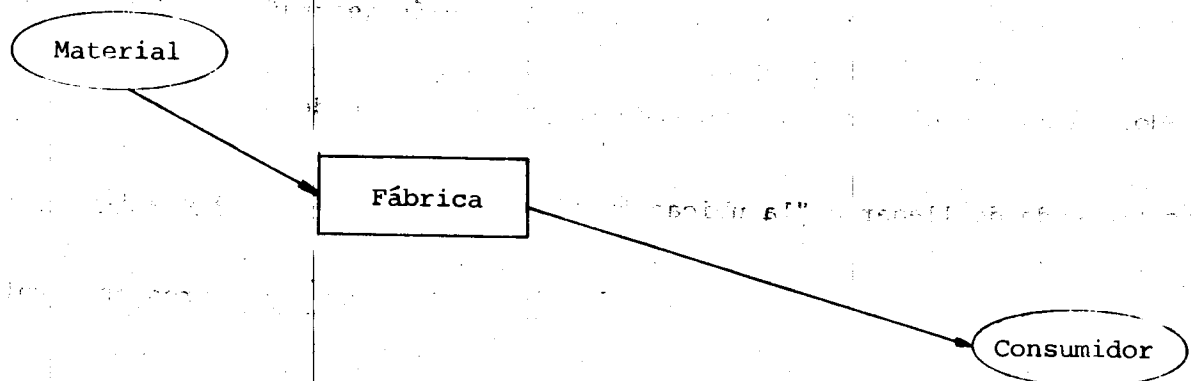
Este proceso suele llevarse a cabo en dos etapas: en la primera se selecciona el área general, y en la segunda, se elige la ubicación precisa para efectuar la instalación.

Los estudios de localización deben ser continuos en empresas que tienden a perpetuarse en el tiempo, ya que, la variación de ciertos factores podría económicamente aconsejar nuevas localizaciones.

Ejemplos: Industria siderúrgica en E.E.U.U. Grandes necesidades de carbón hasta que nuevos procesos eliminaron prácticamente al carbón.

Si consideramos un caso ideal, en el cual una fábrica produce un solo produc

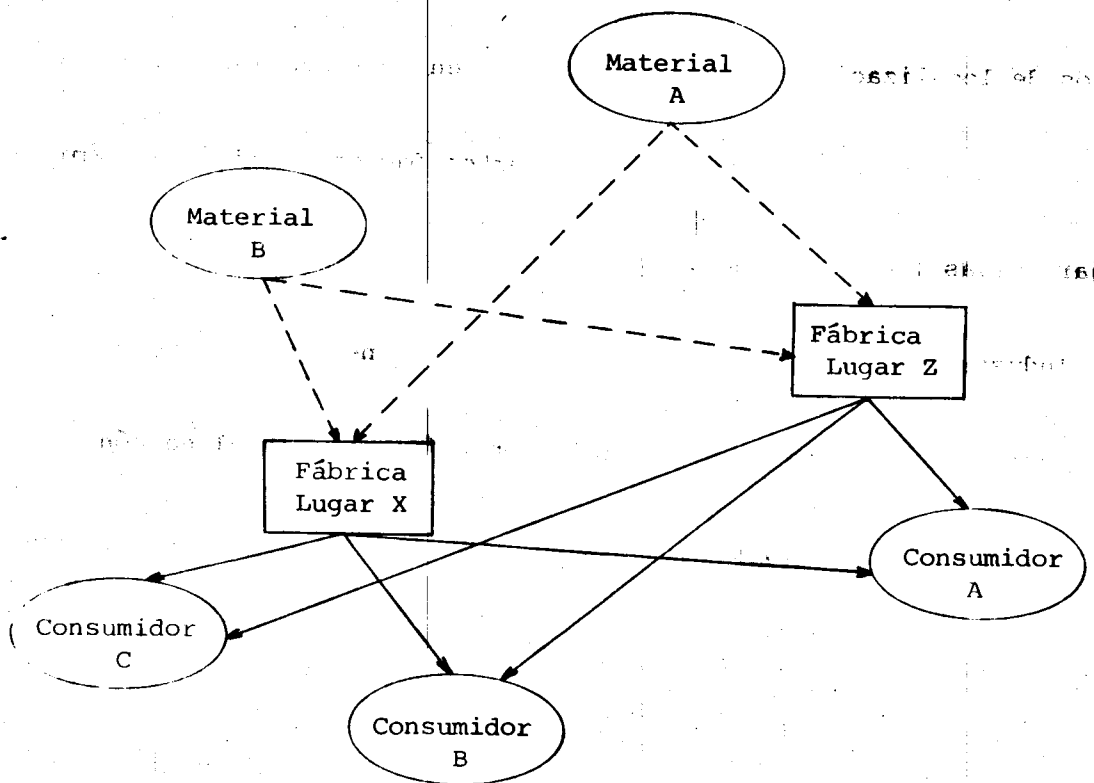
to para un solo cliente ubicado en un solo lugar con un solo material y un solo proveedor, la ubicación de la fábrica caería dentro de la línea limitada entre la materia prima y el cliente, siendo el punto más conveniente aquél en que se hagan mínimos los transportes de materia prima y producto terminado.



Localización en caso hipotético más simple.

Como esta situación no se da sino que tenemos casos más complejos como, por

ejemplo:



EL PROBLEMA DE LA LOCALIZACION

La ubicación se obtendrá como el punto óptimo o subóptimo que resulta -

del mejor compromiso de los siguientes factores:

- 1 Fuentes de Materia Prima.
- 2 Disponibilidad y precio de Mano de obra.
- 3 Ubicación de Mercados.
- 4 Disponibilidad y precio de electricidad, combustibles, agua, teléfono, -  
eliminación de desperdicios, etc.
- 5 Transportes y Servicios públicos diversos.
- 6 Ventajas impositivas.
- 7 Factores climáticos especiales.
- 8 Imponderables.

El (1) puede ser determinante en los siguientes casos: A). Material voluminoso y de bajo costo; B) Materiales que se reducen grandemente en el proceso C) Materiales perecederos, tales que el proceso aumente sus posibilidades de conservación (pescados, harina, latas).

A fin de evaluar convenientemente las alternativas y la influencia de las fuentes de materia prima, se requerirá información específica sobre las diferentes:



Ubicaciones, las disponibilidades en el ciclo estacional, los diferentes precios, condiciones de pago, tarifas de transporte para los diferentes medios, tratando de lograr que el valor agregado de transportes sea mínimo.

En todos los casos el problema de localización consiste en tres elemen

tos principales:

1. Necesidades específicas.
2. Posibilidades disponibles.
3. Elección de alternativa más adecuada.

Respecto a las necesidades específicas una lista de las mismas incluye tí

picamente los siguientes factores :

1. Area o espacio requerido.
2. Condiciones, naturaleza y características del espacio:
  - 2.a Orientación
  - 2.b Topografía
  - 2.c Subsuelo
  - 2.d Vientos dominantes
  - 2.e Mejoramientos
  - 2.f Reubicación de instalaciones de fuerza motriz o suministros.

2.g Antecedentes de inundaciones

2.h Vías de acceso, si las hubiera.

3. Relaciones con orígenes y destinos de :

- a). Materia prima
- b). Proveedores
- c). Mercados
- d). Transportes externos (ferroviarios, marítimos, camiones, etc.)

4. Contactos.

- a). Con el personal : disponibilidad, tipo, etc.
- b). Con servicios públicos y auxiliares : E.E., aguas, etc.
- c). Con servicios locales : Bancos, policía, recolección de desperdicios, servicios comerciales, etc.
- d). Con autoridades oficiales : Impuestos, códigos de edificación, restricciones, etc.

5. Alrededores.

- a). Empresas vecinas, clima, actitud general del estado, aspecto edificio, etc.
- b) Hospitales, escuelas, viviendas, bienestar, etc.

6. Inversiones :
  - a). Tierra
  - b). Mejoramientos del terreno
  - c). Edificios, construcción o renta.

7. Rentabilidad potencial.
  - a). Costos operativos.
  - b). Economías y beneficios.

Una vez especificada la lista de requisitos comienza la búsqueda. Se irán confrontando las disponibilidades con los requisitos.

La investigación preliminar, que tenderá a reducir el número de ubicaciones potenciales, se realiza estudiando mapas y confrontando informes oficiales de gobierno federal o estatal. Esto eliminará áreas que no incluyen los requisitos por no tener gente, caminos, etc., adecuados.

En la búsqueda de zonas se pueden utilizar fuentes oficiales como comisiones de fomento, cámaras de comercio o industrias, empresas de servicio público como C.F.E., Ferrocarriles, etc. También pueden consultarse asesores en localización industrial, promotores o comisionistas de tierra que pueden proveer datos muy interesantes sobre adaptabilidad.

Entre los factores imponderables se deberá hacer una prolija evaluación de los aspectos culturales, políticos y gremiales de la comunidad. O sea que una vez que se han analizado los factores mencionados anteriormente debe recogerse la información especial para evaluar la comunidad.

En estos casos se usarán sociólogos o psicólogos que realicen encuestas a fin de tener un catastro psicosociológico de la comunidad en cuestión.

Una vez que se ha determinado la región o comunidad viene la

Selección del Terreno. Se presentan tres posibilidades:

1. Campo

Mucho espacio (actual o futuro) u opciones.  
Gran volumen de agua.  
Proceso peligroso o contaminante.

2. Suburbio

Mano de obra barata y no especializada (cuando se necesita)  
Gran cantidad de personal femenino que dependa de los medios de transporte.  
Cuando hay ventajas impositivas y de seguro.

3. Ciudad

Cuando se necesita mucho personal especializado.  
Cuando por el tipo de operación pudiera ser en varios pisos y pequeña.  
Cuando pueda utilizarse el agua y energía de la ciudad.  
Cuando se necesite un transporte rápido con clientes y proveedores.

En general se elige la opción que mejor llene el requisito del personal.

Richard Muther refiere la siguiente lista de errores más comunes en un análisis de localización:

- 1). Investigación incompleta que no incluye requisitos indispensables.

- 2). Demasiada atención a los costos de la tierra.
- 3). Subestimar costos de mudanza.
- 4). Prejuicios o preferencias de los ejecutivos claves en la selección en vez de hechos recogidos en forma imparcial.
- 5). Resistencia al cambio de los ejecutivos (de moverse de sus residencias).
- 6). Escoger áreas demasiado industrializadas o que, en el futuro, puedan llegar a ser densamente pobladas.
- 7). Basar la mudanza solo en beneficios inmediatos o a corto plazo.
- 8). Niveles culturales y educacionales bajos que no serían aceptables para que el personal se desplazara.
- 9). Evaluar la provisión de personal basado en los salarios sin considerar productividad y normas de trabajo.

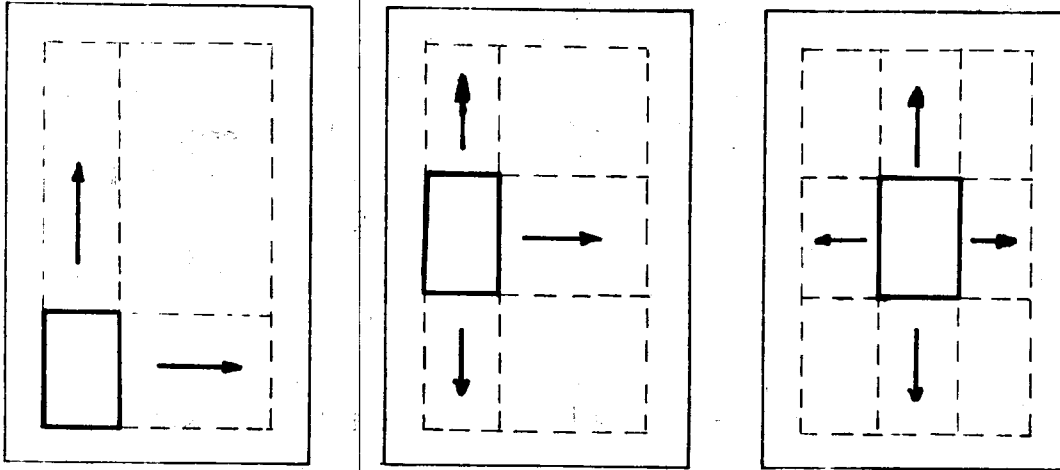
Quando el área más estratégica ha sido determinada sobre la base de todos -- los estudios generales y locales, comienza el examen de los terrenos que pueden ofrecer alternativas interesantes. Para ello se hace una lista de especificaciones que debe prepararse a fin de incluir los siguientes elementos:

- 1). Descripción del edificio incluyendo planos.
- 2). Tamaño del terreno.
- 3). Accesos necesarios.
- 4). Provisión de agua, gas, E.E., combustibles.

- 5) Requisitos de obras sanitarias y eliminación de desperdicios.
- 6). Areas de seguridad para olores, ruido, humo y otras condiciones molestas.
- 7). Provisiones para rociadores contra incendio, etc.

Relación de Edificio a Terreno : Un error muy frecuente es elegir un terreno muy pequeño sin pensar en futuras ampliaciones. De no haber espacios adicionales no podrían realizarse diferentes disposiciones o absorber temporariamente exceso de inventarios. EN REALIDAD EL COSTO DE LA TIERRA ES RELATIVAMENTE PEQUEÑO COMPARADO CON LA INVERSION TOTAL. Gran parte de la tierra extra puede considerarse como protección contra vecinos.

Además puede ser deseable tener acceso por dos o tres lados o aún por todos. Si bien la relación de edificio o terreno requerido por una empresa en un momento dado puede variar en forma significativa de una industria a otra, se considera que el terreno deberá ser de 5 a 10 veces el tamaño de la planta, para incluir espacios para desvíos, plataformas de carga, estacionamiento, -- ampliaciones, etc.. Se considerará como área del edificio no el total de m<sup>2</sup> sino el área bajo techo.



Previsiones para expansión.

A fin de realizar una evaluación adecuada de los diferentes lugares posibles de localización de la fábrica, se hace una tabla con el siguiente concepto :

Se analizan los diversos factores como son: Fuentes de materia prima, mercados, costo del terreno, etc., para las alternativas posibles. A los factores mencionados se les da un peso relativo a través de una calificación de 1 a 5. Es decir que si la cercanía con las fuentes de materia prima es muy importante, entonces damos un peso de 5 a dicho factor. Si la provisión de energía eléctrica no es importante, damos un peso de 1 a ese factor.

Luego se analiza como cumplen las diferentes localizaciones posibles con los factores. Si cumplen en forma excelente, calificamos con 5, si no cumplen para nada con ese requisito, calificamos con 1. El paso siguiente es la multiplicación de la calificación por el peso relativo.

Veamos un ejemplo para aclarar el concepto:

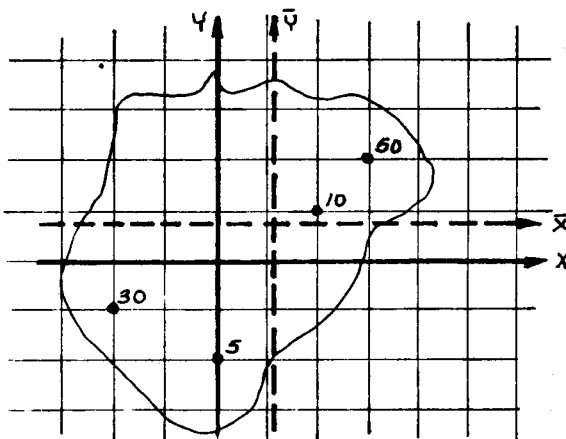
FACTOR	PESO	POSIBILIDAD A	POSIBILIDAD B	POSIBILIDAD C
Fuentes de Materia Prima	4	5/20	3/12	2/8
Ubicación de Mercados	5	3/15	5/25	4/20
Costo del Terreno	2	1/2	4/8	3/6
Costo de Mano de Obra	1	3/3	3/3	3/3
Etc.				
TOTALES	-.-	40	48	37

De acuerdo con el ejemplo, la localización más conveniente será la alternativa B.

Centro de un Mercado: En algunas ocasiones puede ser importante, en el análisis de localización, determinar el centro geográfico del mercado que se piense surtir.

Dicho centro geográfico debe ser usado como una orientación en el estudio de localización.

La figura da un ejemplo de la determinación del centro de un mercado. El método usado para determinarlo, es análogo a la forma en que se determina el Centro de Gravedad de una figura plana, en mecánica.



$$\bar{y} = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i}$$

$$\bar{x} = \frac{\sum w_i y_i}{\sum w_i}$$



$$\bar{y} = \frac{50 \times 3 + 10 \times 2 - 30 \times 2 + 5 \times 0}{50 + 10 + 30 + 5}$$

$$\bar{y} = \frac{110}{95} = 1.16$$

$$\bar{x} = \frac{50 \times 2 + 10 \times 1 - 30 \times 1 - 5 \times 2}{95}$$

$$\bar{x} = \frac{70}{95} = 0.74$$

Programación Durante la Instalación:

Es evidente que hoy día no puede realizarse ninguna construcción industrial si no se cuenta con algún método de programación. No debemos olvidar que el objetivo de la programación es el ahorro de dinero.

El encargado de una construcción debe poder fijar políticas en cuanto a la duración general y de las etapas mediante la utilización de algún método técnico de programación.

Los métodos más usados para programar son :

1. Intuición, experiencia
2. Diagramas de Gantt
3. Redes y Camino Crítico
4. Combinación de redes y estadística.

Todos conducen a lo mismo: Previsión y Control y nos dicen en un determinado momento qué está hecho y qué falta hacer.

En proyectos grandes, el auxilio de computadoras es fundamental y permite controlar cualquier proyecto por grande que sea.

Veamos un diagrama de Gantt para programar la construcción de un galerón:

DIAS \ ACTIVIDADES	1 al 7	15 al 23	24 al 31
Movimiento de Tierra	■		
Excavación	■	■	
Fundación		■	
Estructura de Metal		■	
Recubrimiento		■	
Pintura		■	
Electricidad		■	

Las críticas más importantes que podemos hacer a este sistema de programación son:

1. Las actividades no se encuentran relacionadas. Por ejemplo, de la gráfica no se deduce que cualquier retraso en la Excavación, influirá en la Fundación.
2. En proyectos complejos habrá varias posiciones para colocar determinadas tareas. El colocar tareas en forma más o menos intuitiva puede no ser óptimo y, por lo tanto, traer problemas de recursos.

3. Las características gráficas del sistema tienen implícitas dificultades materiales sobre todo en alteraciones substanciales.
4. No existe un sistema que permita obtener programas discriminados por tipo de recurso (Mano de Obra, materiales, etc.).

Las ventajas más importantes de los métodos por Camino Crítico son:

1. Proveen a la Dirección de información muy completa (pero no dirigen).
2. Poco personal y costo.
3. Involucra un sistema de control administrativo y contable basado en sus propias definiciones y apoyado en un plan de cuentas.
4. Para su aprovechamiento no es imprescindible el empleo de computadoras.

Existen varias siglas de métodos de Camino Crítico. Las dos más difundidas son C.P.M. (Critical Path Method) y PERT (Program Evaluation and Review - Technique). Las diferencias conceptuales entre los diferentes métodos solo importan a nivel técnico especializado y son producto de las diferentes instituciones que originalmente los desarrollaron.

VENTAJAS IMPOSITIVAS:

Por un decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 2 de Febrero de 1979, se dió a conocer el Programa de Desconcentración Territorial de las Actividades Industriales. De acuerdo con él, se divide al país en -

tres zonas:

ZONA I : De Estímulos Preferenciales. Se subdivide en:

I.A. Desarrollo Portuario Industrial- Ejemplos: Los municipios de Lázaro Cárdenas, Mich., Ciudad Madero, Tamps, Coatzacoalcos, - Ver., Minatitlán, Ver.

I.B. Desarrollo Urbano Industrial- Ejemplos: Los municipios de -- Aguascalientes, Ags., Ensenada, B.C. Norte, Mexicali, B.C. Norte, Tijuana, B.C. Norte, Matamoros, Coah., Monclova, Coah., Manzanillo, Col., Gómez Palacio, Dgo., Celaya, Gto., Irapuato, Gto., León, Gto., Salamanca, Gto., Querétaro, Qro., San Luis Potosí, S.L.P., Mazatlán, Sin., Veracruz, Ver.

ZONA II : De Prioridades Estatales- Los municipios de estas zonas serán designados por los gobiernos estatales de manera de integrarlos a sus planes de desarrollo industrial.

"Cuando los Ejecutivos Estatales expidan las disposiciones que señalen los Municipios del párrafo anterior, la S.A.H.O.P. y la SEPAFIN, llevarán a cabo los estudios que determinen las bases sobre las cuales se propondrá al Ejecutivo Federal su incorporación al régimen que establece el decreto".

ZONA III: De ordenamiento y regulación : Se subdivide en:

III.A. Crecimiento controlado- Ejemplos: D.F., casi todos los municipios del Edo. de México.

III.B. De Consolidación- Ejemplos: Casi todos los municipios de Hidalgo, algunos del Edo. de México, varios de Morelos Puebla y Tlaxcala.

En la zona I, se aplicarán en forma preferente los estímulos fiscales, apoyos crediticios, precios diferenciales de energéticos y productos petroquímicos básicos, tarifas preferenciales de servicios públicos y los demás estímulos que determine el Ejecutivo Federal.

En la zona II, se aplicarán los estímulos en una proporción menor.

En la zona III, no se aplicará ningún estímulo a las nuevas empresas industriales.

El 6 de Febrero de 1979, se publicó el decreto que establece los estímulos fiscales.

Un resumen del mismo incluye los siguientes puntos:

Los estímulos fiscales consisten en créditos contra impuestos federales que se harán constar en Certificados de Promoción Fiscal (CEPROFI), que expedirá la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

Sobre las inversiones en industrias prioritarias (p.ej: bienes de capital), el CEPROFI será del 10 al 20% del monto de la inversión, de acuerdo con la zona.

Para inversiones en industria pequeña el CEPROFI será del 25% en zona I y II.

Se considera industria pequeña a aquélla cuyos activos fijos totales a valor de adquisición no excedan a 200 veces el salario mínimo anual en el D.F. (aproximadamente \$10,000,000)

Para el fomento del empleo (creación de nuevos turnos, etc.) el CEPROFI será del 20% del salario mínimo anual de la zona correspondiente. Este estímulo durará dos años.

Por la adquisición de maquinaria y equipo nuevo de producción nacional, el CEPROFI será de 5% del valor de adquisición. Las empresas establecidas o que se establezcan en las Franjas Fronterizas y Zonas Libres del país, no gozarán de los estímulos de este decreto pues éstas industrias deben guiarse por el "Decreto para el Fomento Industrial en las Franjas Fronterizas y Zonas Libres del País" publicado en el Diario Oficial el 20 de Octubre de 1978.

DETERMINACION DEL TAMAÑO DE LA PLANTA

Un problema muy relacionado con el de Localización de la planta es el de determinar el tamaño óptimo de la misma.

Cuando se habla del tamaño de una empresa se suele aludir a su capacidad de producción durante un período de tiempo de funcionamiento que se considera normal para las circunstancias y tipo de empresa de que se trata. Por ejemplo, si se dice que el tamaño de una fábrica es de 50,000 pares de zapatos al año, es necesario especificar el número de días al año y el número de horas al día que trabajará la fábrica.

También, suele expresarse el tamaño por el total de obreros ocupados o el capital total empleado, pero este tipo de apreciación es más útil para comparar el tamaño de unidades que producen distintas cosas que para comparar alternativas referentes a un mismo producto. Por último, en ciertas industrias el tamaño se suele expresar en unidades especiales, por ejemplo, las hilanderías por el número de husos.

El tamaño más adecuado, como en cualquier otro aspecto de la empresa, será aquél que conduzca al resultado económico más favorable para la empresa en conjunto, y éste se puede medir por medio de uno o más de los siguientes coeficientes: Utilidades por unidad de capital (Rentabilidad), costo unitario mínimo,

cociente de ventas a costos, cuantía total de las utilidades.

A continuación se explican algunas relaciones recíprocas con respecto al tamaño, las cuáles deben ser tomadas en cuenta al tomar la decisión del tamaño de la empresa. Estas son las que siguen:

## 2.- TAMAÑO Y MERCADO

El elemento de juicio más importante para determinar el tamaño de la empresa es generalmente la cuantía de la demanda. Se reconocen tres situaciones básicas: que la cuantía de la demanda no presente limitaciones prácticas en cuanto a escala de producción, que sea tan pequeña que no alcance a justificar el tamaño mínimo o que sea del mismo orden de magnitud que el tamaño mínimo posible. De acuerdo con esto, el estudio de mercado estará estrechamente relacionado con el tamaño en el tercer caso, pues en el primero la cuantía de la demanda no es limitativa, en el segundo lo es decisivamente haciendo imposible el proyecto.

En el análisis de la relación entre tamaño y mercado es de especial interés considerar el dinamismo de la demanda y la distribución geográfica del mercado.



a.- DINAMISMO DE LA DEMANDA

En muchos casos es posible demostrar la conveniencia de instalar tamaños mayores que los que corresponden a la demanda actual. Por ejemplo : Si se trata del precio, el tamaño mayor se podría justificar porque los menores costos permitirían vender a menores precios, lo que a su vez incrementaría la demanda.

Considerando el futuro crecimiento de la demanda se podría justificar montar "ahora" una instalación con capacidad excesiva, aún cuando funcionara con mayores costos por algunos años, pues las menores utilidades, y aún las pérdidas, podrían compensarse en los siguientes años por el menor costo resultante de la mayor escala de producción. Esto, desde luego, solo se justifica en industrias difícilmente divisibles en unidades parciales de producción, ya que cuando esto último es posible, convendría ir agregando unidades paralelamente al crecimiento de la demanda.

Debe tenerse presente que para un tamaño dado de planta los costos unitarios decrecen a medida que se utiliza un mayor porcentaje de la capacidad instalada.

Dadas una cierta demanda actual y una estimación sobre su crecimiento, se

puede orientar el estudio del tamaño más conveniente mediante el análisis combinado de las curvas de demanda y las curvas de costos unitarios en función del tamaño. El tamaño de planta adecuado será aquel que conduzca al mínimo costo unitario, para atender la demanda actual, a la vez que tenga capacidad disponible para atender la futura demanda.

#### b.- DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL MERCADO

La forma en que la demanda se encuentra repartida puede ser un factor de mucha importancia en la decisión sobre el tamaño y localización de la fábrica. Así, se puede presentar el caso de que una misma demanda se puede satisfacer instalando: a.- Una sola fábrica para todo el mercado geográfico; b.- Una central para la mayor parte del territorio y fábricas satélites menores en otros lugares; c.- Varias fábricas, aproximadamente del mismo tamaño, y situadas en lugares distintos.

Es importante advertir que, al considerar las fuerzas locacionales, debe analizarse la escala en función del costo de entrega en los puntos de distribución.

#### 3.- TAMAÑO, TECNICA E INVERSIONES:

Existen ciertos procesos o ciertas técnicas de producción que exigen una escala mínima para ser aplicables, y que, por debajo de ciertos mínimos de producción, los costos serían tan elevados que la operación sería totalmente inconve-

niente. A su vez la operación a mayor escala se traduce, en general, en menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada y en mayor rendimiento por hombre ocupado y por otros insumos, lo cual implica menores costos de producción, aumento de utilidades y la elevación de la rentabilidad al disminuir la inversión y aumentar la utilidad.

#### 4.- TAMAÑO Y LOCALIZACION

Las relaciones fundamentales entre tamaño y localización surgen, por una parte, de la distribución geográfica del mercado y, por otra, de la influencia que la localización tiene en los costos de producción y distribución y en los coeficientes de evaluación. Las economías de escala harán que se tienda a -- instalar un tamaño mayor de planta, abarcando, para ello, la mayor área geográfica de mercado posible; sin embargo, al ampliar el área a servir, crecen -- los costos de entrega del producto en el lugar de uso, debido al mayor costo de transporte, llegando a un punto en que éste último anule las ventajas de la mayor escala de producción.

#### 5.- TAMAÑO Y FINANCIAMIENTO

Si los recursos financieros son insuficientes para satisfacer las necesidades de capital de la planta de tamaño mínimo, es obvio que el proyecto -- debe ser rechazado. Por otra parte, si los recursos financieros permiten escoger entre varios tamaños, cuyas evaluaciones económicas no muestren grandes

diferencias, el criterio de prudencia financiera aconsejará tomar aquel - tamaño que, dando lugar a una evaluación satisfactoria - no necesariamente la óptima - pueda financiarse con la mayor seguridad y comodidad posibles.

Los problemas que surjan de las limitaciones financieras suelen tener soluciones satisfactorias de transición cuando hay posibilidad de desarrollar la empresa por etapas. El grado en que esto puede lograrse depende, entre otras cosas, del mercado y de las modalidades de producción. La prudencia aconseja, por lo general, construir la empresa del tamaño mínimo posible, ampliándola a medida que se normalice la puesta en marcha, y haya recursos financieros suficientes.

#### 6.- RESUMEN

Las alternativas de tamaño, entre las cuales se pueden escoger, se van reduciendo a medida que se examinan las cuestiones relacionadas con la ingeniería, las inversiones, la localización y otras que inciden en el proyecto. La magnitud del mercado dará la primera orientación. Si el mercado es suficiente para admitir varias alternativas, muchas de ellas quedarán eliminadas al decidir la técnica y la localización. La decisión final podrá tomarse en base a los coeficientes que hemos mencionado y otros facto-

res cuantificables.

Como el tamaño óptimo es función de dichos coeficientes, debido a las variaciones de los costos con el tamaño, es decir, a las economías de escala, es necesario determinar, previamente, si el tamaño con el cual se logran costos unitarios mínimos es el mismo que aquél con el cuál se logra una máxima utilidad y rentabilidad o el máximo cociente de ventas a costos. Aunque es probable que, en la práctica, tal diferenciación desaparezca en virtud de las escalas realmente posibles y demás factores limitativos, conceptualmente no hay tal coincidencia, salvo en lo referente a costo unitario y cociente de ventas a costos. Si se acepta que las variaciones posibles de tamaño no afectarán el precio de venta, el tamaño que hace mínimo el costo unitario es el mismo que hace máximo el cociente de ventas a costo.

En vista de estas diferencias se podrá preparar un cuadro que muestre la influencia del tamaño de la planta sobre el costo unitario, las utilidades totales y la rentabilidad.

Tamaño	Costo unitario	Utilidades totales	Rentabilidad
I			
II			
III			
Etc.			

Si el tamaño óptimo fuera distinto según uno u otro coeficiente, la decisión dependerá del punto de vista con que se aborde el problema.

Al empresario privado le interesa lograr la máxima rentabilidad. El costo unitario le preocupa más bien en términos de su posición competitiva. Desde el punto de vista de la comunidad, interesa fundamentalmente producir el bien o servicio al menor costo por unidad, y, si el precio de venta es el mismo, el tamaño al cual se consigue ésto es el mismo que lleva al máximo cociente de ventas a costos.

**BIBLIOGRAFIA:**

- 1.- Plant Lay Out and Design James N. Moore The Mac Millan Company, 1962.
- 2.- Sistematic Lay Out Planning. Richard Muther, Mc. Graw Hill, 1965.
- 3.- La formulación y evaluación técnico económico de proyectos industriales. Soto, Espejel, Martínez, Editovisual CENETI, 1978.
- 4.- "Manual de Proyectos de desarrollo económico". Ed. Naciones Unidas.

DISTRIBUCION DE LA PLANTA

Una buena distribución de la planta es un factor importantísimo en la gestión económica de una empresa. No debe subestimarse la importancia de una adecuada planeación de esta función pues el recorrido de los materiales puede considerarse como la espina dorsal de los procesos productivos y, por lo tanto, debe ponerse atención para evitar que, debido a la dinámica industrial, los equipos se conviertan en un conjunto desordenado de hombres y máquinas que no asegure la eficiencia esperada de un sistema industrialmente racionalmente organizado.

Existen 2 tipos de problemas, según se trate de planear la disposición de una fábrica nueva o de mejorar la disposición existente. El segundo, tradicionalmente se presenta debido a que las disposiciones no van cambiando de acuerdo a un plan sino que se van agregando máquinas en donde se encuentra espacio.

Al cabo de un tiempo de esta "sin política", se llega a una disposición, por supuesto no óptima, que agrega mucho tiempo al contenido original del trabajo.

De acuerdo con la información estadística proporcionada por varias empresas, se demuestra que, frecuentemente, el costo de los movimientos es --

del orden del 30% del costo total de fábrica y llega en algunos casos a ser del 50%.

Antes de seguir con el tema conviene aclarar que esta verdadera función dentro de la Ingeniería Industrial recibe varias denominaciones en el uso diario, generalmente sinónimas entre sí. Entre ellas podemos mencionar:

- 1.- Disposición o distribución de equipos.
- 2.- Plant Lay Out.
- 3.- Lay Out.
- 4.- Distribución de Planta.
- 5.- Planeación de talleres, etc.

Como en toda actividad humana, deben definirse de entrada los objetivos de la función:

- 1.- Facilitar el proceso de manufactura
- 2.- Minimizar los movimientos de materiales.
- 3.- Mantener una flexibilidad adecuada.

Al hablar de flexibilidad, queremos indicar que nuestra disposición debe ser tal, que no nos ahogue ante cualquier variación que tengamos en nuestro plan de producción. Por lo tanto, existen dos tipos de flexibilidad a saber.



A. En la cantidad (Por expansiones o aumentos de volumen)

B. Calidad (Por cambios de diseño o productos fabricados)

4.- Asegurar una alta rotación de materiales en proceso.

Ello traerá como consecuencia una disminución de los inventarios, lo que significa menores activos y, por lo tanto, mayor rentabilidad de la inversión.

5.- Minimizar la inversión en equipos

6.- Utilización lo más racional posible del espacio disponible

Al mencionar esto hay que tener presente que hablamos del espacio en tres dimensiones.

7.- Utilización más eficiente de la mano de obra.

No olvidemos que los elementos de la producción son tres: Mano de obra, equipos y materiales. Tendremos una idea de la importancia del tema que estamos tratando si vemos que los tres intervienen dentro de los objetivos.

8.- Asegurar la eficiencia, seguridad y comodidad de los ambientes de trabajo.

Este punto ha dado origen a una nueva ciencia denominada ERGONOMIA (vocablo derivado de dos palabras griegas que significan "Las costumbres y leyes del trabajo"). En la bibliografía se mencionan varios textos para --

las personas interesadas en profundizar este tema.

Si bien a través de los objetivos puede visualizarse el campo que abarca el tema, conviene especificarlo un poco más. Es evidente que es tarea conjunta de varios departamentos de Ingeniería y de la Dirección. Llega a la Dirección pues determina la capacidad económica de la planta para cumplir con el plan de ventas.

En cuanto al área de producción, el Lay Out orienta el flujo de los materiales y gobierna los gastos de mano de obra, combustible, equipos de movimiento de materiales, depreciaciones, etc. En el caso de organizaciones grandes puede decirse que el planeamiento de las disposiciones coordina las funciones de Ventas, Finanzas, Producción, Ingeniería y Dirección para lograr la rentabilidad deseada.

#### TAREAS EN EL PLANEAMIENTO DE DISTRIBUCIONES

Evidentemente, el tamaño y las actividades del departamento de Lay Out, varía mucho con el tipo y tamaño de organización. Si se trata de una empresa pequeña que no tiene un Ingeniero Industrial, la responsabilidad debe asignarse al departamento de Ingeniería o al encargado de producción.

No obstante lo dicho al principio, como referencia, pueden indicarse las siguientes tareas que se producen aproximadamente en el orden citado.

- 1.- Obtención de datos básicos: (Análisis de Productos y Volúmenes de producción, frecuencia de cambios de diseño, submontajes, - - montaje final, estándares de producción, etc.)
- 2.- Planear el recorrido de los materiales y la forma en que se les moverá.
- 3.- Planear Centros de Trabajo (Ayudándose con las técnicas del Estudio de Métodos y la Medida del Trabajo). Definimos como Centro de Trabajo el espacio total para realizar una tarea y, para su cálculo, debe considerarse la superficie para llevar a cabo la -- tarea, más el espacio para el desenvolvimiento del operario, más - espacios para acceso y salida de materiales, más espacio para mantenimiento y varios.
- 4.- Requisitos de inventarios (volúmenes de almacenaje y áreas requeridas).
- 5.- Planear Servicios Auxiliares (Aire comprimido, calderas, energía, agua, etc.)
- 6.- En base a los datos anteriores, elaborar un plan maestro de Lay-Out.

- 7.- Someter el plan del punto anterior a la consideración y aprobación de la Gerencia y de los interesados (producción, almacén, - ingeniería, Etc.)
- 8.- Colaborar activamente en la instalación de las disposiciones propuestas.
- 9.- Proveer los controles necesarios para verificar que una vez que se puso en marcha la disposición, los trabajos se realicen de -- acuerdo con los planes.

#### NECESIDAD DE UNA NUEVA DISPOSICION

En el problema de ineficiencia de las disposiciones existentes, hay - ciertos indicadores de la situación que no se detectan directamente en la contabilidad de la empresa, pero que deben ser fácilmente detectados por el - Departamento de Ingeniería Industrial. Entre los más comunes podemos - -- mencionar.

#### 1.- Departamento de Recepción

- A. Congestión de materiales.
- B. Problemas administrativos en el departamento.
- C. Demoras en los camiones proveedores.
- D. Excesivos movimientos con la mano o de remanipuleo.

E. Necesidad de horas extras.

2.- ALMACENES.

A. Demoras en los despachos.

B. Daños a materiales almacenados.

C. Areas Congestionadas.

D. Pérdidas de materiales.

E. Control de inventarios insuficiente .

F. Elevada cantidad de personal (No olvidar que es indirecto).

G. Piezas obsoletas en inventarios.

H. Falta de materiales o piezas solicitadas por producción -  
y / o mantenimiento..

3.- DEPARTAMENTO DE PRODUCCION.

A. Frecuentes redistribuciones parciales de los equipos.

B. Operarios calificados que mueven materiales.

C. Materiales en el piso.

D. Quejas de capataces por falta de espacio.

E. Congestión en pasillos.

F. Disposición inadecuada del Centro de Trabajo.

G. Llevar el material a mano al área de trabajo.

H. Tiempos de movimiento de materiales grandes con respecto al tiempo de procesamiento.

I. Máquinas paradas en espera del material a procesar.

J. Frecuentes interrupciones en la producción por fallas de algunas máquinas.

4.- EXPEDICION.

A. Mala comunicación con el departamento de producción. (Defecto bastante común).

B. Demoras en los despachos.

C. Roturas o pérdidas de materiales, etc.

5.- AMBIENTE.

A. Condiciones inadecuadas de iluminación, ventilación, ruido, limpieza, etc.

B. Muchos accidentes.

C. Alta rotación del personal.

6.- GENERALES.

A. Programa de producción desorganizado.

B. Poco interés del personal.

C. Muchos gastos indirectos.

PRINCIPALES TIPOS DE DISTRIBUCIONES.

Principalmente existen tres formas para distribuir las máquinas:

- 1.- Por posición fija.
- 2.- Por proceso.
- 3.- Por producto o disposición en línea.

En el Lay-Out por Posición Fija el componente principal permanece fijo y los elementos de la producción, esto es, mano de obra, materiales y equipo concurren a él. Como ejemplos de este tipo de disposición podemos mencionar la fabricación de barcos, grandes turbogeneradores, locomotoras, etc.

En el Lay-Out por proceso todas las operaciones del mismo proceso se agrupan en un área. Por ejemplo todas las operaciones de torneado o de soldadura, se hacen en un departamento donde únicamente se hace ese tipo de operación (torneados o soldaduras).

El Lay-Out por producto o en línea, es aquél en el cual un producto se produce en un área. Si el producto es normalizado y fabricado en grandes cantidades es, evidentemente, el más conveniente. Es el utilizado para la fabricación de automóviles, artículos y empresas manufactureras similares, que se caracterizan por la producción en masa.

La mayoría de las fábricas, han adoptado un sistema híbrido.

A continuación enumeraremos las principales ventajas de ambos métodos.

1.- Ventajas por Proceso.

- A. Menores inversiones en máquinas debido a la menor duplicación de las mismas.
- B. Mayor flexibilidad. Se asignan los trabajos de acuerdo a las disponibilidades.
- C. Los supervisores y capataces se hacen especialistas en su área, lo cual redundará en una mejor calidad. Los operarios son mecánicos más que obreros.
- D. Los costos de producción, dentro de series pequeñas, se mantienen bajos.
- E. La falla de algún equipo no para todas las actividades siguientes pues el trabajo puede pasar a otra máquina sin alterarse mayormente la programación.

2.- Ventajas por Producto.

- A. El recorrido del trabajo se hace mediante rutas mecánicamente directas que disminuyen el tiempo y las demoras -



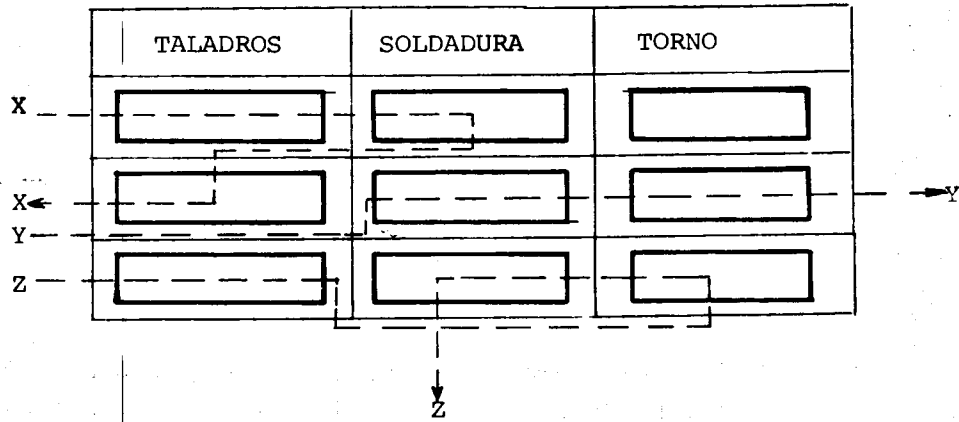
en la producción.

- B. Menor movimiento de materiales en virtud de las menores -  
distancias entre puestos de trabajo.
- C. Mejor coordinación de la producción debido a su secuencia  
lógica y ordenada.
- D. Menores cantidades de materiales en proceso.
- E. Menor espacio ocupado por unidad de producción debido a la  
concentración de la fabricación.
- F. Control de producción simplificado. Menores registros e -  
inspecciones. Pocas órdenes de trabajo. Costos adminis--  
trativos más bajos.

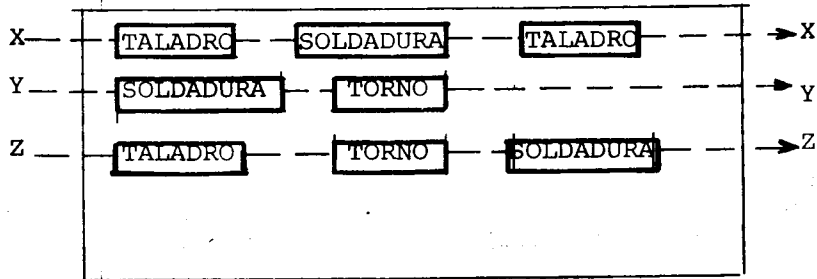
Veamos un ejemplo gráfico para ilustrar claramente la diferencia en--  
tre los dos sistemas:

PIEZA	Operación 1	Operación 2	Operación 3
X	Taladro	Soldadura	Taladro
Y	Soldadura	Torno	
Z	Taladro	Torneado	Soldadura

DISPOSICION POR PROCESO.



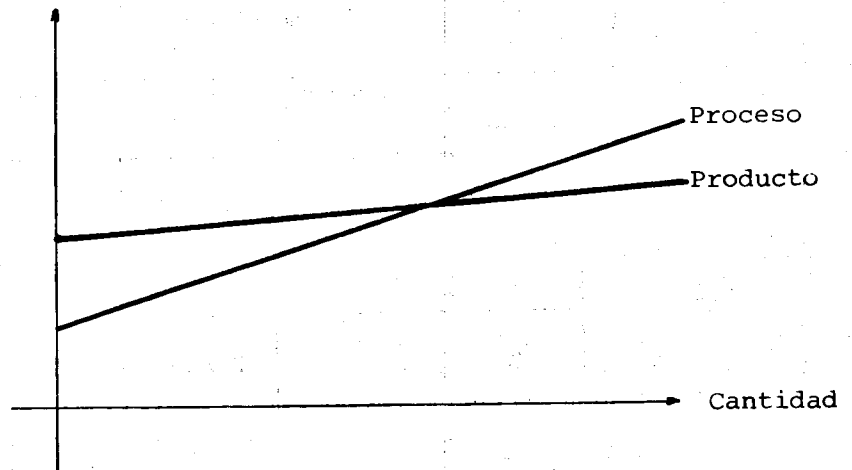
DISPOSICION POR PRODUCTO



En cuanto a los costos de fabricación, la representación gráfica es

la siguiente:

Costos de  
Fabricación



Como norma general se tenderá a utilizar, siempre que sea posible, una disposición por producto o en línea. Existen tres requisitos que deben cumplirse para que sea ventajosa:

1.- CANTIDAD ECONOMICAMENTE JUSTIFICABLE.

Las series de producción deben ser grandes para compensar los mayores gastos iniciales.

2.- POSIBILIDAD DE BALANCEAR LA LINEA.

Si la operación 1 lleva el doble de tiempo que la operación 2, el equipo, el operario y demás factores asociados a la operación 2, estarán desocupados la mitad del tiempo, lo cual resultará muy costoso. Sin querer entrar en la resolución de este tipo de problema, diremos que se resuelve a través de técnicas de Investigación de Operaciones y en casos complejos, mediante el uso de computadoras. Para atacar el problema se necesita como mínimo información sobre:

A. VOLUMENES DE PRODUCCION

B. LISTA DE OPERACIONES, SU SECUENCIA Y

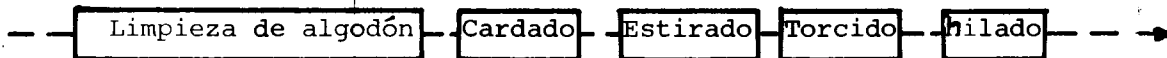
PORCENTAJE ESTANDAR DE DEFECTUOSOS.

C. TIEMPOS REQUERIDOS POR CADA OPERACION

Se suele hablar de dos modelos diferentes según se trate del balanceo de una línea de ensamble o del balanceo de una línea de fabricación, si bien en la práctica muchas veces es difícil distinguir entre una y otra.

En el trabajo diario muchos encargados de producción resuelven el problema comenzando por el final de la línea y de acuerdo con los datos mencionados en A, B, y C, van progresando en su balanceo hacia el principio de la línea.

Consideremos un ejemplo. Se trata de balancear una línea de producción para obtener 10,000 Kgs. diarios de hilo de algodón. El proceso es:



Sabiendo que al final deben salir 10,000 Kgs/día y con la producción de cada hiladora (supongamos 100 Kgs /día), determinamos que necesitamos 100 máquinas. Conociendo a través del Departamento de Ingeniería Industrial que un operario puede atender, por ejemplo 13 máquinas, determinamos que necesitamos 7.6 operarios. Lógicamente, tomamos 8 y al que está con menor carga de trabajo se le asignan algunas tareas extras como son limpiezas, lubricaciones, movimientos de materiales, etc.

Pasamos entonces a torcido donde, con el porcentaje estándar de defectuo-

sos de hiladoras (5%), determinamos que deben salir 10,500 Kgs/día. Repitiendo el razonamiento, se determinan máquinas y operarios necesarios. De esta manera, se avanza hacia el principio de la línea hasta completar el balanceo.

Es de hacer notar que el ejemplo se sacó de la realidad industrial, buscando un caso que es un híbrido de disposición de equipos, pues éstos -- se encuentran en una disposición por proceso alineado.

### 3.- CONTINUIDAD DE LA PRODUCCION.

La fluidez de la producción en línea supone que cada operación continúe funcionando individualmente, ya que si el movimiento de materiales se detiene en cualquier operación, en la línea no se produciría nada a partir de ese punto. Esto es importante de considerar ya que dificultades menores que pudieran causar una parada de la producción, provocarían dificultades mayores al final.

### ANALISIS PRODUCTOS-VOLUMEN DE PRODUCCION.

Cuando vimos tareas en el Planeamiento dijimos que todo Lay-Out comienza con el análisis de los productos y los volúmenes de producción.

En casi todas las industrias hay una relación desproporcionada entre la variedad de productos fabricados y sus ventas. Es decir que, por-

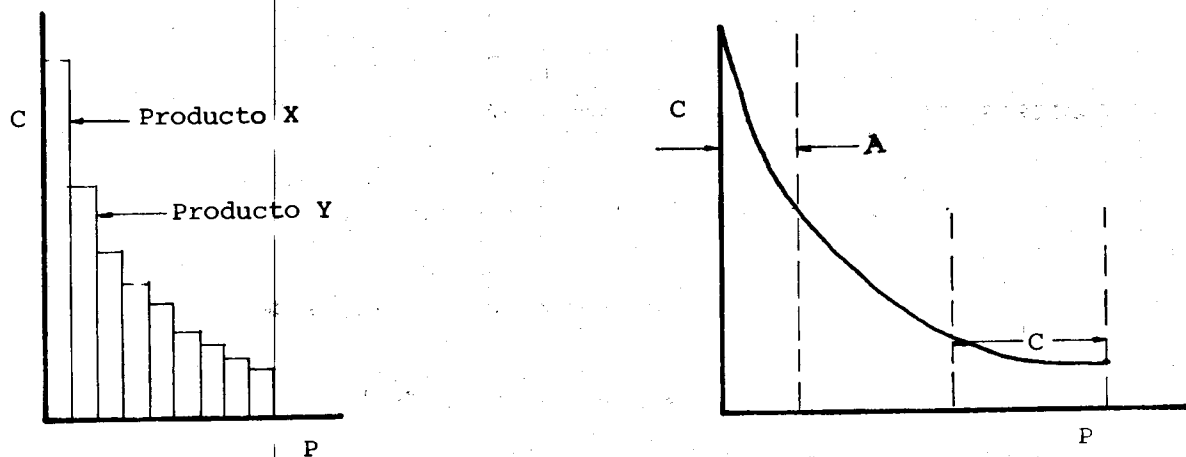
ejemplo, el 20% de la variedad de los productos fabricados representan el 80% de las ventas.

Esta desproporción es bien conocida por analistas de mercado y tiene en el caso de control de producción una gran importancia en especial en Control de Inventarios y por ello se han desarrollado técnicas como la Regla 20/80, el Método ABC, etc., que tienen en cuenta las relaciones volumen-variedad. Para el encargado del Lay-Out este análisis tiene también un significado específico, ya que constituye la base para decidir el tipo de Lay-Out que se instalará, es decir, si se basará en una línea, en una distribución por proceso o en un sistema mixto.

Generalmente este análisis consiste en:

- 1.- Dividir o agrupar los diferentes productos, partes o materiales.
- 2.- Clasificarlos en orden de volumen decreciente no acumulativo.

A fin de visualizar estos datos se usa una gráfica denominada P - C.



Gráfica P - C Típica.  
Producto cantidad

El gráfico P-C típico se aproxima a una hipérbola asintótica hacia los ejes. En general, las cantidades no se expresan en dinero sino en volumen, piezas, peso, etc.

El gráfico P-C muestra una relación fundamental en el Lay-Out a -- planearse. En el extremo izquierdo, grandes cantidades de pocos artículos. Ello nos está recomendando métodos de producción en masa como son las disposiciones por producto. En el otro extremo, grandes cantidades de artículos que se fabrican en volúmenes pequeños.

Ello nos indica como más adecuados, métodos de disposiciones por -- proceso. Además, la parte izquierda nos recomienda usar equipos de movimiento de materiales automáticos y especializados, mientras que, para los productos de la derecha, tendrían que ser más flexibles y universales.

Como consecuencia de ésto, tenemos que la producción puede dividirse en dos tipos principales y resulta más conveniente realizar dos disposiciones de equipo, que un Lay-Out general.

En cuanto a los productos comprendidos en la zona media se deberá hacer un híbrido como una línea de producción modificada.

En consecuencia, el análisis Producto-Cantidad lleva a la separación de los departamentos de producción en 2 tipos.

- 1.- Productos de alta producción y poca variedad.
- 2.- Productos de baja producción y gran variedad.

En el análisis y trazado de la curva P-C se sobreentiende que estamos hablando de productos o procesos que no son enteramente desiguales. Es decir, que no haremos un estudio de este tipo mezclando televisores y zapatos por ejemplo.

Algunas industrias, entre las que podemos citar la automotriz, han logrado gran diversidad de productos no obstante tener métodos de producción normalizados. Los cambios consisten en color, accesorios, vestiduras, ornamentos, marcas, etc. No debemos olvidar que el automóvil, según los psicólogos, es una continuación de nuestra personalidad. Recordamos sin mayor esfuerzo que decimos "los frenos me andan mal", "se me rompió el espejo". Siendo así, es evidente que todos deseamos un coche que no sea exactamente igual al resto. En consecuencia lo que hacen las empresas de automóviles es cambiar algo, que si bien no afecta el valor económico de la cosa, si cambia el valor de estima y no afectan la disposición de la planta.



En el gráfico P-C, ésto significa mover artículos desde la zona C a la zona A, con lo que los incrementos resultantes en cantidades, justifican no sólo una producción en línea sino también una extensa automatización.

Al planear las disposiciones sobre la base de la curva P-C deben considerarse dos factores:

- 1.- Cambios que afecten la cantidad.
- 2.- Cambios en los productos que afecten el diseño.

Los cambios en la cantidad pueden preverse a muy largo plazo, debe suponerse que no afectarán mayormente al Lay-Out en un tiempo prudencial.

De todas maneras y por ambas causas, siempre es preferible dejar un margen suficiente para futuras ampliaciones o cambios de diseño que constituya en el fondo una razonable flexibilidad.

Veremos a continuación tres procedimientos para facilitar la ubicación de las máquinas o de los departamentos. Cada caso en particular, indicará cuando puede usarse uno u otro. No debemos olvidar que el - -

Lay-Out es tanto un arte como una ciencia y que la aplicación del sentido común debe estar siempre presente en el analista. Tampoco debemos olvidar los millones de horas hombre que se pierden anualmente por disposiciones inadecuadas.

- 1.- DIAGRAMA DE BLOQUES. - Es un procedimiento que se utiliza para las disposiciones por proceso. Por ejemplo consideremos la fabricación de 3 productos:

Producto Operación	A	B	C
1	Torno	Fresadora	Torno
2	Fresadora	Pulido	Fresadora
3	Pulido	Torno	Torno
4	Taladro	Pulido	Taladro
5	Torno	Fresadora	Fresadora
6	Inspección	Inspección	Inspección

Los tres productos salen del almacén de Materia Prima y, luego de la inspección, van al almacén de Productos Terminados.

A continuación se asigna un número a cada departamento. En nuestro caso (1) Almacén de Materia Prima, (2) Torno, (3) Fresado (4) Pulido - -

(5) Taladro (6) Inspección (7) Almacén de Producto Terminado.

Se hace a continuación un cuadro que se llama de Secuencia.

Producto	Secuencia								Volúmen en Unidades equivalentes.
	1	2	3	4	5	6	7	8'	
A	1	2	3	4	5	2	6	7	1
B	1	3	4	2	4	3	6	7	3
C	1	2	3	2	5	3	6	7	2

Luego se construye un cuadro Sumario. Es del tipo

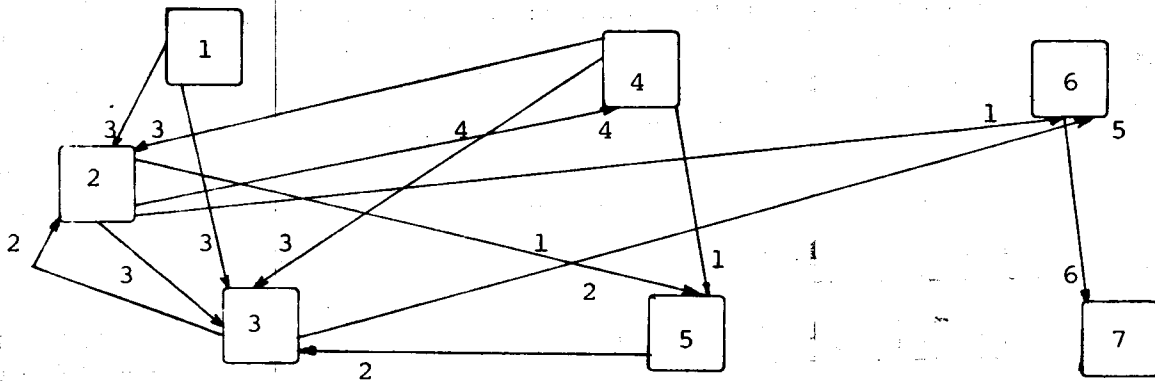
DE	Sector			
	1	2	3	4
A				
1				
2				
3				
4				

Esto indica que del sector 2 al sector 4, deben transportarse 300.

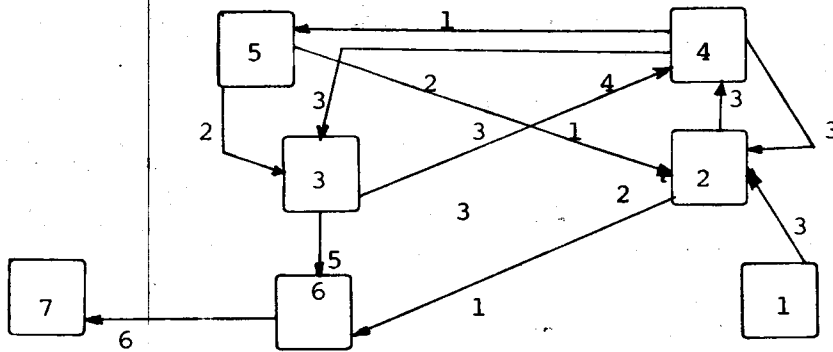
En nuestro caso el cuadro queda:

DE	1	2	3	4	5	6	7
A							
1	XX	-	-	-	-	-	-
2	3	XX	2	3	1	-	-
3	3	3	XX	3	2	-	-
4	-	3	4	XX	-	-	-
5	-	2	-	1	XX	-	-
6	-	1	5	-	-	XX	-
7	-	-	-	-	-	6	XX

Se pinta un bloque por cada sección que interviene, se los numera -  
al azar y se indica el tráfico entre secciones.



Se busca entonces, ubicar los bloques tratando de minimizar los mo-  
vimientos. En nuestro caso quedaría:



El último paso es el verificamiento físico de las cosas. Recordar -  
que el Departamento 1 y 7 deberán tener fácil comunicación con el exte-  
rior.

II DIAGRAMA PROGRESIVO. Ejemplo de una planta con un solo acceso y con  
los siguientes departamentos.

- 1). Almacén de Materia Prima.
- 2). Almacén de Producto Terminado

- 3). Sector A. Gaseoso que afecta la materia prima pero no al producto terminado.
- 4). Sector B. Mantenimiento crítico.
- 5). Sector C. Tiene que estar en continuo contacto con laboratorio.
- 6). Sector D. Administración.
- 7). Sector E. Laboratorio.
- 8). Sector F. Mantenimiento planeado.

El proceso es 1 - 3 - 5 - 2

DEFINIMOS RELACIONES:

\*A = Absolutamente necesario que estén cerca.

\*E = Especialmente importante que estén cerca.

I = Importante que estén cerca.

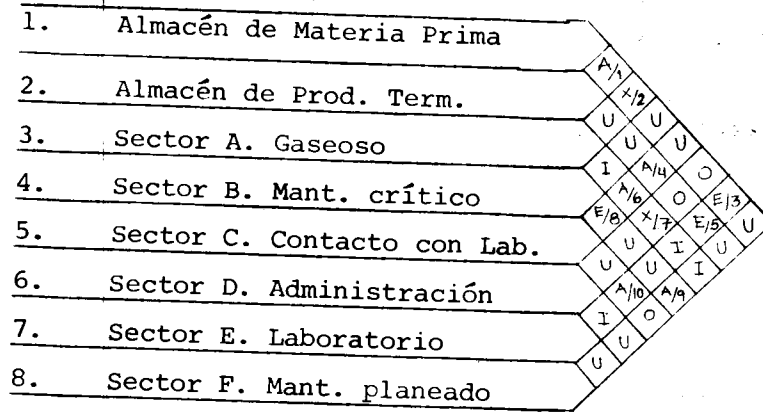
O = Importancia ordinaria.

U = Sin importancia.

\*X = Necesario que estén lejos.

\* Son relaciones críticas. Se deberá explicar el motivo por el cual se les consideró así.

A continuación llenamos un cuadro de Relaciones interdepartamentales.

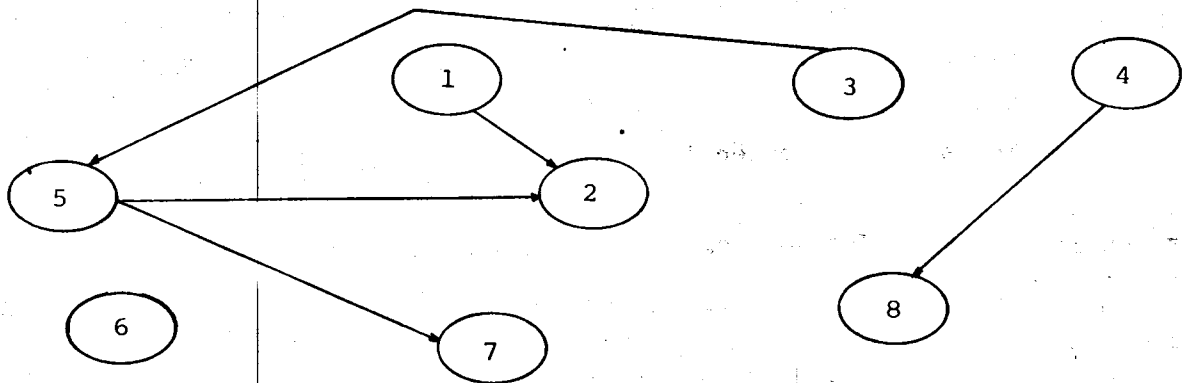


Los números debajo de la relaciones críticas, por ejemplo A/1, se --  
usan para explicar por qué se le consideró así.

En nuestro ejemplo:

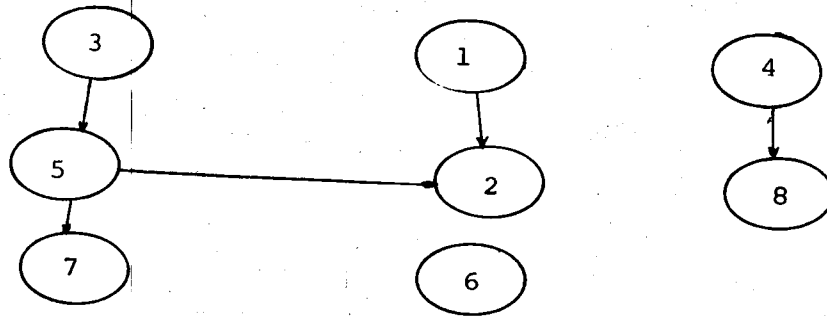
1. Es así debido a que la planta tiene un solo acceso y por lo tanto --  
será conveniente que los almacenes estén cerca entre sí y cerca del-  
único acceso.

Luego, ubicamos círculos al azar (uno representando cada sección) e --  
introducimos las relaciones Tipo A.



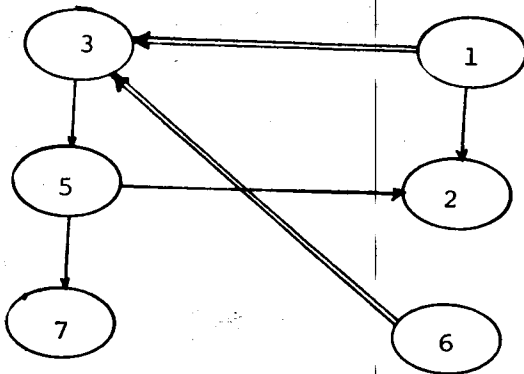
El segundo paso consiste en reordenar según A. (En nuestro caso acercamos el 3 y 7 al 5 y el 8 lo mantengo cerca del 4).

Nos queda:

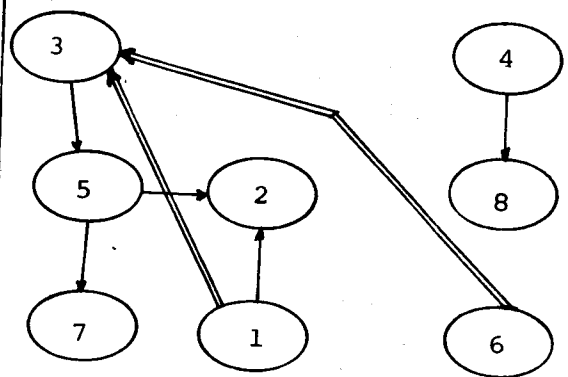


El tercer paso consiste en introducir en la figura anterior las relaciones tipo X (línea doble) y el cuarto paso es reordenar según X. Nos queda:

Introducción Relac. Tipo X

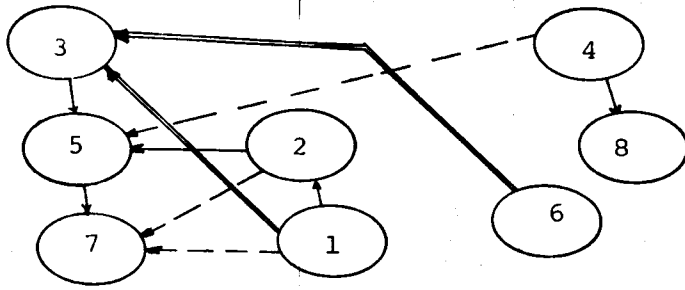


Reordenar Según X.

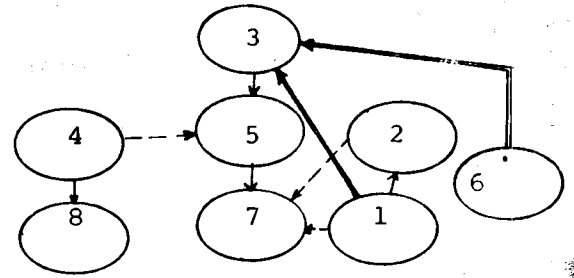


Luego introducimos las relaciones Tipo E y reordenamos según ellas manteniendo, por supuesto, las restricciones de las relaciones A y X).

Introducción Relac. Tipo E.



Reordenar Según E.



Luego seguimos con las relaciones tipo I y O, que en general no se hacen, pues no permiten mejorar debido a las restricciones ya impuestas.

Posteriormente, se ubican geográficamente los sectores, con sus dimensiones reales y de acuerdo con el último diagrama obtenido. Se deberá realizar el recorrido de materia prima para constatar que no haya incongruencias.

Como todo esto es bastante subjetivo, se hace un análisis de las alternativas posibles.

Los factores que se analizan son: Control, Supervisión, Seguridad, etc. A cada uno de estos factores se les da una calificación de 1 a 4 en función de su importancia. Por ejemplo si el aspecto control es muy importante, le damos un peso de 4. Si la seguridad no es problema, le damos un peso de 1. A su vez, calificamos, para las diferentes alternativas, que tanto cumplen, por ejemplo, con la facilidad de control. Si es una disposición óptima en ese sentido, le asignamos 4 puntos, 3 puntos si es buena-



y así decreciendo.

Veamos una tabla de ejemplo:

FACTOR	PESO	DISPOSICION	
		A	B
Control	4	4 / 16	3 / 12
Supervisión	3	2 / 6	2 / 6
Seguridad	3	2 / 6	2 / 6
SUMA		28	24

De acuerdo con esta tabla, será más conveniente la disposición A.

El proceso para su realización, consiste en multiplicar el peso del factor por la calificación que le asignamos.

EL METODO CRAFT

El diseño de instalaciones trata de tomar en cuenta, en la mejor medida posible, los diversos trayectos del flujo de pedidos o lotes de producción, mediante la localización relativa de los centros de trabajo, en forma tal, que se reduzcan los costos globales del manejo de materias primas. Hay varios modelos para el diseño de instalaciones. Enfocaremos -- nuestra atención en uno de éstos, el método CRAFT (Técnica de Asignación-Relativa de las Instalaciones Mediante Computadora).

En la figura 1 que se muestra a continuación, ilustramos el conflicto que se plantea para encontrar una buena solución a la localización relativa de los departamentos de un taller de producción intermitente, que presenta una disposición de equipo por proceso. La secuencia de las operaciones es diferente para los productos A y B y si localizamos los departamentos para minimizar el transporte del producto A, este arreglo probablemente resultaría deficiente para el producto B, y viceversa. Queda descartada la enumeración y evaluación de todas las combinaciones posibles de localizaciones, aún con computadoras de alta velocidad, ya que con sólo 16 departamentos hay  $16! = 2.09 \times 10^{13}$  combinaciones diferentes. Si suponemos que una computadora tarda un micro segundo para enumeración y evaluación de todas estas alternativas, el tiempo total para resolver el problema sería de aproximadamente 8 meses !

El elemento esencial que proporciona el algoritmo CRAFT consiste en no considerar todas las posibilidades, sino sólo una secuencia limitada de aquellas que sean progresivamente mejores soluciones.

#### Aplicación del Programa CRAFT a una planta ya existente

En la versión más sencilla de un programa CRAFT se evaluaría una solución existente similar a la de la figura 1, calculando en primer término los costos de manejo de materiales de la solución y luego averiguando como-

FIGURA 1

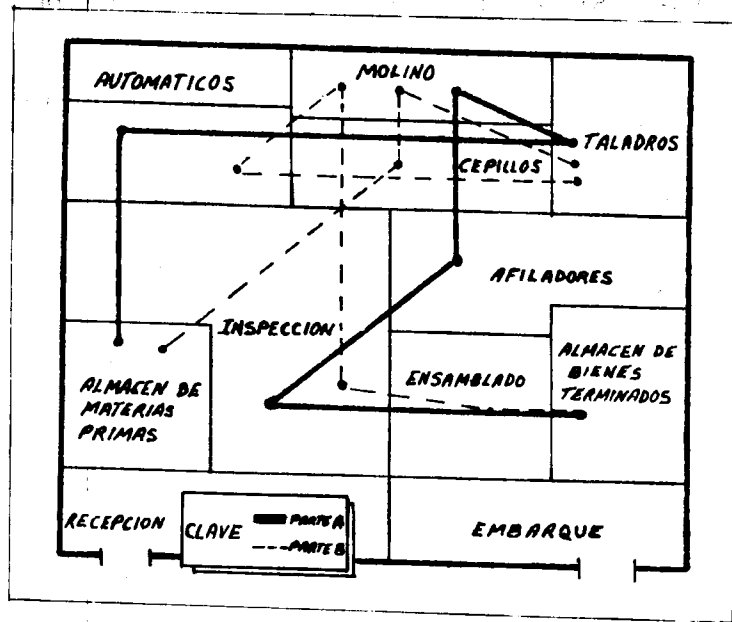


FIGURA 2

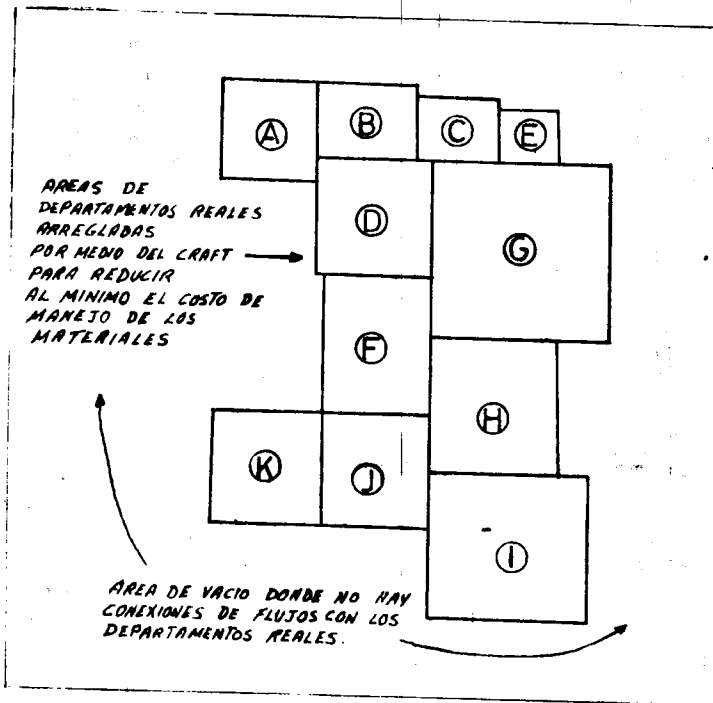
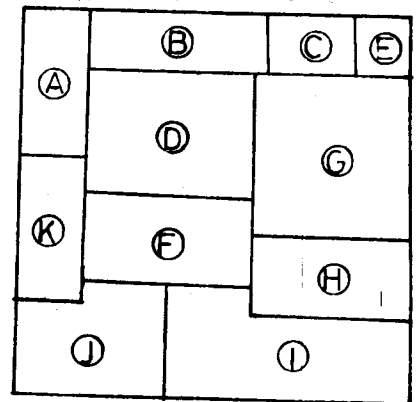


FIGURA 3



se alterarían los costos si se cambiaran de localización los diversos pares de departamentos. Si se encuentra una mejoría, se tabula ésta junto con los resultados de otros intercambios. Cuando se hayan evaluado todas las combinaciones de intercambios por pares posibles, resultará sencillo determinar aquél que produzca la mejoría más grande.

Se realiza éste cambio de localización y se repite el procedimiento. Los ciclos de evaluación, selección, e intercambio continuaría hasta que ya no se puedan encontrar mejores soluciones, en cuyo punto la computadora imprime la distribución final junto con los datos de costos correspondientes.

La eficiencia del método CRAFT reside en el hecho de que solamente las combinaciones de intercambio son consideradas. Con 16 departamentos, el número total de alternativas es de  $2.09 \times 10^{13}$ , mientras que el número total de pares es:

$$N = \frac{16!}{2! (16-2)!} = \frac{16 \times 15}{2} = 120$$

Una versión más reciente del programa CRAFT considera el intercambio de 3 departamentos a la vez. Cuando se consideran 3 departamentos a la vez, el número de combinaciones de intercambios para 20 departamentos, por ejemplo, sería de 1140. El tiempo de computadora para toda la secuencia es típicamente de 0.5 min. en una IBM 7094. Además de las características

generales que acabamos de mencionar, el programa CRAFT está construido actualmente para manejar hasta 40 departamentos, permite el empleo de varios sistemas de manejo de materiales, toma en cuenta diferentes requerimientos de área del piso de los departamentos y permite fijar la localización de cualquiera de los departamentos, si no pueden ser candidatos a cambios de localización.

Este es un método para aplicarse en empresas grandes con producción muy estandarizada.

El programa requiere de tres datos de entrada:

- 1.- Flujos de materiales entre los Departamentos para una determinada unidad de tiempo (por ejemplo. un mes). Se forma una matriz con estos datos.
- 2.- Costos del manejo de materiales por unidad de distancia entre los diferentes departamentos. Se forma otra matriz.
- 3.- Cualquier distribución arbitraria de los departamentos.

CRAFT para el diseño de una planta nueva.

El programa CRAFT también puede utilizarse para la elaboración de nuevas distribuciones de planta. La única diferencia en el uso del programa se encuentra en el insumo de la distribución inicial de bloques. En los --

problemas de reasignación, las restricciones del tamaño y de la forma total del edificio existente son obviamente importantes, de modo que el insumo de la distribución de bloques debe adaptarse al espacio existente.

En el diseño de un nuevo edificio, la mayoría de los expertos convienen en que el plan de construcción debe diseñarse de acuerdo con el edificio. Por lo tanto, en el caso de una planta nueva, no existen restricciones en cuanto al tamaño y forma del edificio y sólo se mantienen los requerimientos de áreas de los departamentos, basados en un estudio de las necesidades de capacidad de los mismos.

El insumo de distribución de bloques del CRAFT puede ser cualquier arreglo arbitrario de los departamentos reales, rodeados de una amplia área vacía para formar algún insumo de bloque delimitado. Por supuesto, las áreas vacías no reciben ni emiten flujos de material, de modo que el programa CRAFT empuja automáticamente las áreas vacías hasta el perímetro del bloque y reacomoda la localización de los departamentos para obtener el costo mínimo de manejo de materiales. La forma exterior de los departamentos reales no será rectangular, ya que el programa no opera bajo ésta restricción. Por el contrario, el producto será irregular, como se aprecia en la figura 2. Luego se desarrolla una solución final a partir de la

solución de la figura 2, de modo que se alcance una forma rectangular, como se muestra en la figura 3. Para finalizar diremos que el método CRAFT presenta principalmente dos inconvenientes:

- 1.- El método supone que el costo del transporte de materiales vería en forma lineal, lo cual no es cierto.
- 2.- El método arregla los departamentos minimizando el costo de movimiento de materiales, pero no considera aspectos de supervisión, seguridad, control, etc. Es decir que dos departamentos que están bajo una misma dirección pueden quedar físicamente muy alejados.

#### MODELOS DE DISTRIBUCION BI Y TRIDIMENSIONALES.

Son de gran utilidad práctica pero debe entenderse que dichos modelos deben estar basados en cálculos técnicos perfectamente desarrollados y que, por lo tanto, no son más que una visualización de ellos. Podemos realizar plantillas de máquinas, equipo de movimiento de materiales, personal o materiales.

Sus ventajas más importantes son:

- 1.- La gran flexibilidad que presentan y, de ahí su ventaja sobre el dibujo común.

2.- Facilidad de visualización sobre todo para personas no técnicas, que muchas veces son las que deciden.

Hay estándares sobre su realización hechas por A.S.M.E. (American Society of Mechanical Engineers), en donde se describen colores, escalas más apropiadas, tipos de líneas, etc. Dichas normas pueden consultarse en el libro de Moore, citado en la bibliografía.

En compañías importantes donde hay un Departamento que se dedica a estudiar continuamente las disposiciones, se hacen plantillas de todos los departamentos, máquinas e instalaciones.

Los tableros que contienen las plantillas suelen hacerse modulares a efecto de poder sacar cualquier sección que interese en su momento dado.

Los modelos tridimensionales si bien permiten una mayor visualización, tienen el inconveniente del costo y la laboriosidad.

#### BIBLIOGRAFIA SOBRE EL TEMA

- 1.- "Distribución en Planta" Richard Muther, Ed. Hispano Europea, 1977.
- 2.- "Plant Design And Lay-Out". James M. Moore, The Mac Millan Company, 1962.
- 3.- "Manual de la Producción". Alford y Bangs, Uteha, México, 1965.
- 4.- "Distribución de Planta y Manejo de materiales". CENAPRO.



5.- "Distribución de Planta". John Immer. INFOTEC, 1979.

6.- "Localización, Layout y mantenimiento de Planta". Ruddell Reed.

El Ateneo, 1976.

7.- "Sistemas de Producción e Inventario" (METODO CRAFT). Buffa-Taubert.

LIMUSA, 1975.

## MANEJO DE MATERIALES

En el sentido más amplio, el manejo de materiales puede definirse como "la preparación, ubicación y posicionado de los materiales para facilitar sus movimientos y almacenajes".

En los últimos años y en particular después de la 2a. guerra, la Ing. de Manejo de Materiales ha tenido un gran desarrollo como consecuencia del análisis profundo de los costos asociados a movimientos y almacenajes realizados en las fuerzas armadas y en las grandes empresas. Fue así como se introdujeron gran cantidad de sistemas, equipos móviles, transportadores, sistemas de almacenaje, etc., que, naturalmente, produjeron un gran impacto en la reducción de costos industriales.

Las técnicas de manipuleo de materiales tienen como objetivos:

1. Reducir Costos
2. Reducir desperdicios.
3. Aumentar capacidad productiva.
4. Mejorar condiciones de trabajo.
5. Mejorar la distribución o Lay-Out.

Las actividades de planeamiento de Mov. de Materiales deben realizarse en forma conjunta con el Plan de Lay Out, debido a que el 2do. es un modelo estático y es el equipo de Movimiento de Materiales lo que lo hace dinámico.

Para tener una idea de la importancia de los costos de manejo podemos decir que, globalmente, llegan a ser del 30 al 35% del costo total de producción.

Se ha estimado también que sólo el 20% del tiempo en que los materiales están en una planta son procesados, siendo el 80% restante utilizado para movimientos o almacenaje.

Normalmente, no será suficiente considerar el problema de manipuleo dentro de la fábrica o en Departamentos de Expedición. Es necesario enfocar el problema total en forma sistemática desde la fuente de Materia Prima hasta llegar al usuario. La tendencia moderna es aplicar el análisis de sistemas mediante la utilización de técnicas de Investigación de Operaciones. El análisis de sistemas parte de la idea que todas las actividades del Sistema Industrial están ligadas por relaciones causa-efecto que pueden describirse con expresiones matemáticas.

El problema de Mov. de Mat. a un costo mínimo de tiempo y esfuerzo no está restringido a la planta Industrial. Si bien el desarrollo más espectacular se ha producido en el sector industrial, hay también numerosas oportunidades de aplicación en otras actividades que no deben ser pasadas por alto en el ejercicio de la Ingeniería Industrial.

#### EL PROBLEMA DEL MANEJO DE MATERIALES :

Genéricamente un problema de manipuleo incluirá los siguientes elementos:

- 1.- Movimiento : Materias Primas, partes, productos, Etc. deben trasladarse. El movimiento debe hacerse asegurando eficiencia y bajo costo.

- 2.- Tiempo : Los materiales deben estar disponibles en las fechas planeadas.
- 3.- Lugar : Los materiales deben estar disponibles en los lugares adecuados.
- 4.- Cantidad : En las diversas etapas del proceso productivo, las cantidades pueden variar mucho. Es responsabilidad del Mov. de Mat. de proveer cantidades apropiadas.
- 5.- Espacio : Dado que los espacios cuestan dinero, la eficiencia del aprovechamiento de los espacios estará relacionada con los sistemas de movimientos de materiales.

### PRINCIPIOS GENERALES :

A medida que un tema se complica se hace más necesario disponer de principios rectores en la práctica diaria. Los principios de Mov. de Mat. presentan el conocimiento acumulado a lo largo de años por quienes han practicado estas actividades, tanto en la industria como en el comercio.

- 1.- Planeamiento : Se deben planear las actividades de manipuleo y almacenaje de materiales a fin de obtener la máxima eficiencia operativa global.
- 2.- Sistemas : Integrar tantas actividades de manipuleo como fuera posible en un sistema coordinado de operaciones que cubra proveedores, recepción, producción, inspección, embalaje, depósitos, expedición, transporte y servicio.

- 3.- Gravedad Utilizar la fuerza de la gravedad siempre que sea -  
posible.
- 4.- Espacios : Aprovechar en forma óptima el espacio en tres di--  
mensiones.
- 5.- Tamaño  
Unitario Aumentar la cantidad, tamaño o peso de las cargas  
unitarias.
- 6.- Mecanización Siempre que sea económicamente factible, se debe--  
rán mecanizar las operaciones de manipuleo .
- 7.- Normalización Normalizar métodos de manipuleo así como también  
tamaños y tipos de equipos empleados.
- 8.- Adaptabilidad Utilizar métodos y equipos que puedan realizar una  
variedad de tareas y aplicaciones, donde no se jus--  
tifiquen equipos especiales.
- 9.- Peso propio Reducir la proporción de peso propio del equipo de--  
transporte con relación a la carga transportada.
- 10.- Utilización Lograr la máxima Carga de Trabajo para equipos y la  
mano de obra.
- 11.- Mantenimiento Planear el mantenimiento preventivo y correctivo de  
todos los equipos de manipuleo .
- 12.- Control Utilizar actividades de manipuleo de materiales para  
mejorar el control de la producción e inventarios.
- 13.- Seguridad Proveer métodos y equipos adecuados para un manipu--  
leo seguro .

14.- Capacidad Los equipos de manipuleo deben ayudar a lograr la producción deseada y aún cubrir los picos.

El campo del Mov. de Mat. es un amplio sector de la Ingeniería Industrial, incluye los problemas relacionados con Disposic. de Equipos, Almacenaje, Selección de Equipos Mecánicos, Automatización, Estudio de Tiempos y Métodos de Movimientos, Reducción de Costos, Tráficos, Embalajes, Etc.

En muchos problemas de lay out el Mov. de Mat. llega a ser el factor determinante, por eso decíamos que deben analizarse en forma conjunta.

#### DESCRIPCION DE EQUIPOS DE MOV. DE MAT.

El "Material Handling Handbook" (The Ronald Press Co. New York) presenta más de 430 clases de equipos. Nosotros agruparemos los tipos de equipos en 8 categorías principales :

- 1.- TRANSPORTADORES CONTINUOS
- 2.- GRUAS, MALACATES Y ELEVADORES
- 3.- VEHICULOS INDUSTRIALES.
- 4.- VEHICULOS AUTOMOTORES
- 5.- VAGONES FERROVIARIOS.
- 6.- TRANSPORTES MARITIMOS.
- 7.- TRANSPORTE AEREO.
- 8.- CAJAS DE TRANSPORTE Y EQUIPOS AUXILIARES.

Esta clasificación incluye todos los equipos de uso universal. Nosotros veremos los tipos más difundidos en el transporte industrial interno y que -

son : 1, 2, 3 y 8.

1.- TRANSPORTADORES CONTINUOS.- Genéricamente un transportador continuo se define como "un dispositivo horizontal, inclinado o vertical, concebido y construído para transportar materiales a granel, paquetes u objetos según una trayectoria determinada por el diseño del dispositivo y que tiene puntos de carga fijos o selectivos.

Generalmente son fijos, si bien hay algunos móviles.

Los transportadores continuos pueden considerarse como el símbolo de la producción en masa, ya que proveen materiales en forma sincronizada, que es la esencia de una producción organizada. Se les hace para transportar casi todo tipo de productos con pesos desde gramos hasta toneladas. Además, es de hacerse notar que aprovechan convenientemente en algunos casos el espacio cúbico.

Los transportadores continuos se pueden dividir en dos grandes grupos:

- a). 1. Transportadores de Trolleys De paquetes individuales (cargas discretas).
- 2. Transport. de cintas o cadenas (mov. horizontal o inclinado).
- 3. Transport. de Gravedad.
- b). De material a granel -- (cargas continuas).

1.- Tipo Trolley: Consiste en una serie de trolleys que se desplazan sobre un riel colocado a cierta distancia del suelo, y conec-

tados unos a otros por medio de una propulsión sin fin como son : cadenas, cables, Etc. La carga se suspende de los trolleys mediante ganchos, bandejas o dispositivos especiales.

Se usan cuando se mueven cargas individuales con mucha frecuencia, - siendo su aplicación más definida en los siguientes casos :

1.- Transporte entre varios puntos con selección automática del - punto de descarga .

2.- Operaciones con baños electrolíticos, pinturas, Etc. en producción masiva.

3.- Armado del producto sobre el transportador.

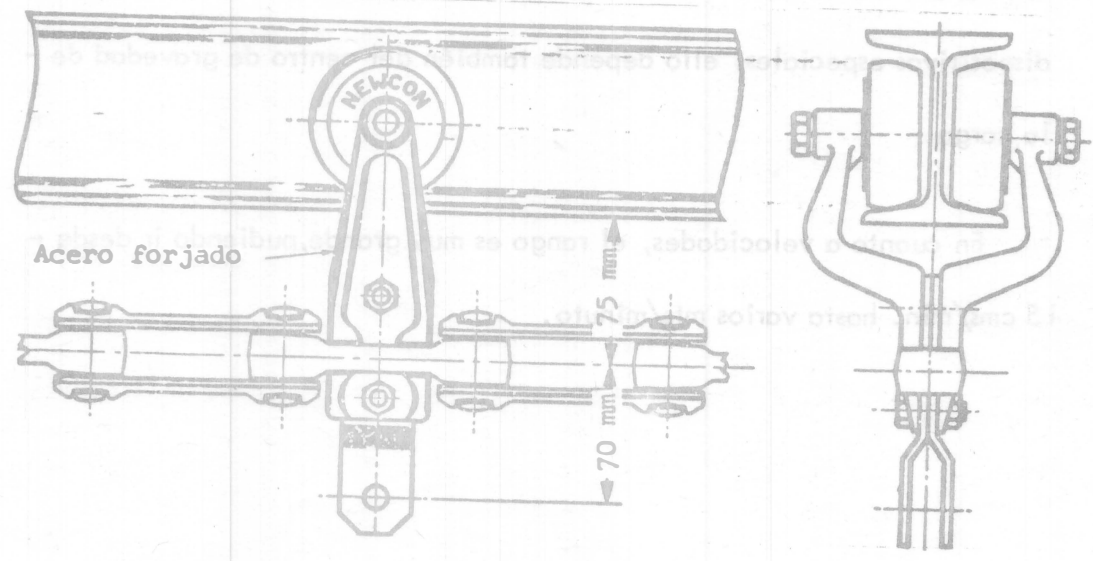
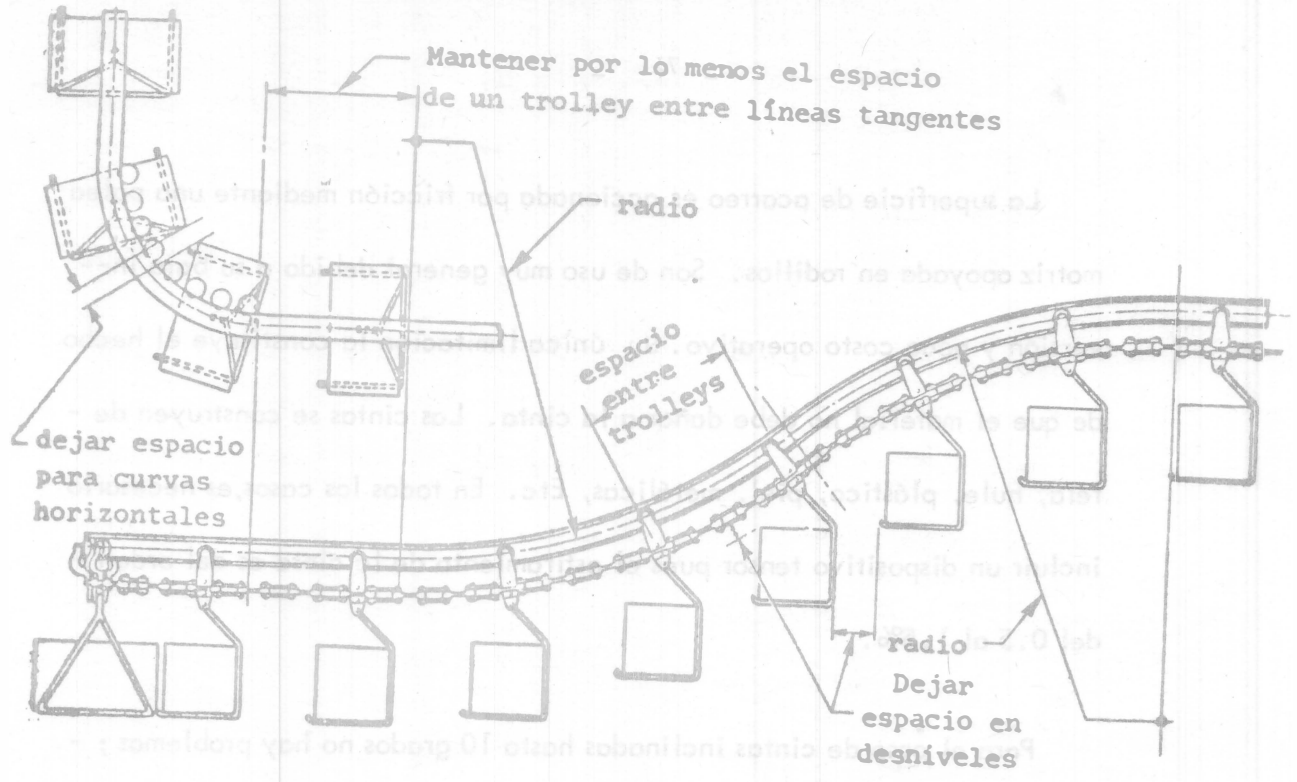
(Pueden o no usar el principio de potencia y libre (Power and free) .

La carga se lleva en trolleys individuales en un riel inferior mientras - que en uno superior se construye el accionamiento de modo que la tracción - puede ser desconectada en cualquier momento.

4.- Almacenamiento de materiales en proceso en líneas de produción lo cual ahorra espacio en departamentos de Producción.

En las figuras puede verse una vista general de un transportador de - trolley y un detalle del trolley .





2.-

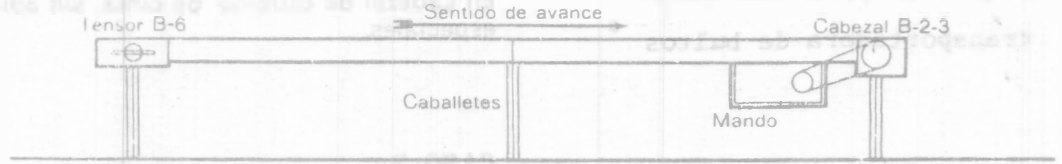
CINTAS TRANSPORTADORAS : Este grupo comprende los -  
 equipos utilizados para mover cargas discretas como son : pa-  
 quetes u objetos sobre una cinta generalmente de superficie -  
 plana y a lo largo de una trayectoria horizontal o inclinada.  
 No incluye los equipos para transportes a granel, que en par-  
 te se construyen según los mismos lineamientos.  
 En principio, se trata de un movimiento bidimensional.

La superficie de acarreo es accionada por fricción mediante una polea motriz apoyada en rodillos. Son de uso muy general debido a su baja inversión y poco costo operativo. Su única limitación la constituye el hecho de que el material no debe dañar a la cinta. Las cintas se construyen de tela, hule, plástico, piel, metálicas, Etc. En todos los casos, es necesario incluir un dispositivo tensor pues el estiramiento de la cinta es del orden del 0.5 al 1.5%.

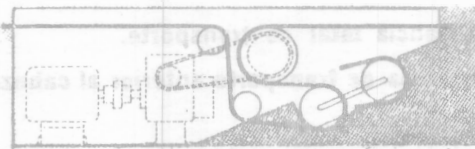
Para el caso de cintas inclinadas hasta 10 grados no hay problemas ; - se puede llevar hasta 35° mediante el agregado de barras transversales o dispositivos especiales, ello depende también del centro de gravedad de la carga.

En cuanto a velocidades, el rango es muy grande, pudiendo ir desde 15 cms/min. hasta varios mts/minuto.

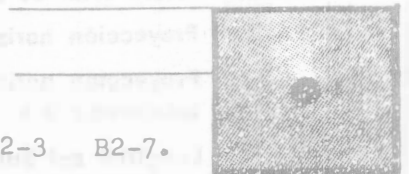
25. Aplicar las siguientes fórmulas en los casos  
 a) cuando el mando (B-6) se encuentre en el  
 caso de mover para los casos de mando de  
 B-6 cuando de alguno de ellos se abasteciera



Cintas transportadoras



B5. Mando intermedio

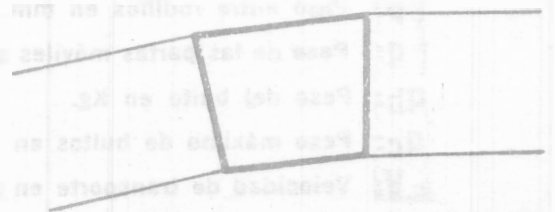


B2-3 B2-7.

Cabezal extremo cinta



B8. Intermedio



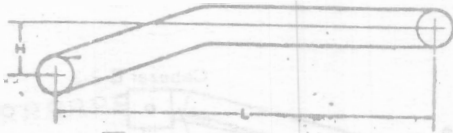
B12. Segmento angular intermedio

Detalles de cintas transportadoras.

**Cálculo de potencia requerida para una cinta transportadora de bultos \***

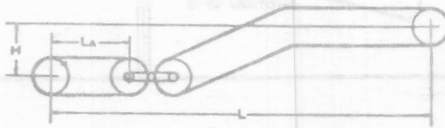
Se aplican las siguientes fórmulas de potencia requerida en la polea de mando (Forrada con capa de goma) para los casos básicos de mando en cabezal de extremo de cinta, sin aditamentos especiales.

**CASO I**



$$N = \frac{(q + q_c) \cdot L \cdot V}{1400} + \frac{q_c \cdot H \cdot V}{70}$$

**CASO II**



$$N = \left[ 1 + 0,12 \cdot \frac{L_A}{L} \right] \cdot \frac{(q + q_c) \cdot L \cdot V}{1400} + \frac{q_c \cdot H \cdot V}{70}$$

Para otros casos la fórmula básica se transforma de acuerdo al siguiente cuadro:

ADITAMENTO	MANDO	POLEA DE MANDO	FORMULA
—	En cabezal B-2	sin forrar	1,03 N
Tensor intermedio	En cabezal B-2	forrada	1,07 N
		sin forrar	1,15 N
—	Intermedio B-5	forrada	1,20 N
		sin forrar	1,38 N

La potencia requerida en el motor será:

$$N_m = \frac{N_t}{\eta}$$

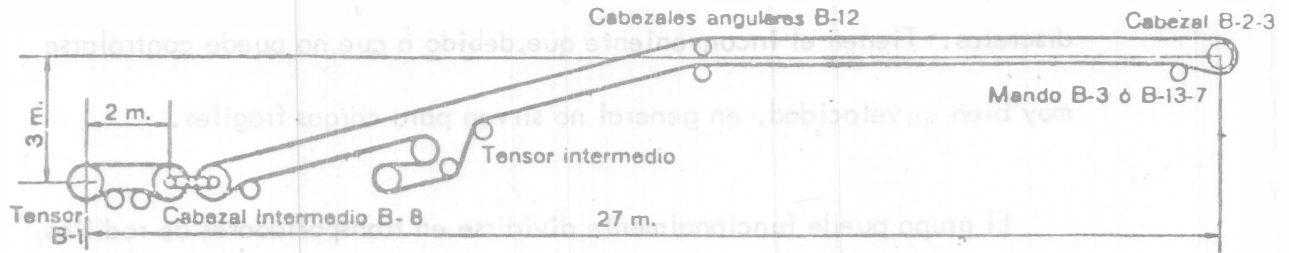
siendo  $\eta$  el rendimiento de la transmisión

**NOMENCLATURA**

- Cb:** Capacidad de transporte en bultos/hora.
- d:** Distancia promedio libre entre bultos en m.
- F<sub>max</sub>:** Fuerza de tracción máxima en kg.
- H:** Altura total de elevación en m.
- L:** Proyección horizontal en m. de la distancia total de transporte.
- L<sub>A</sub>:** Proyección horizontal en m. de la distancia de transporte anterior al cabezal intermedio B-8
- l:** Longitud del bulto en m.
- N:** Potencia básica en C.V.
- N<sub>t</sub>:** Potencia total de tracción con aditamentos en C.V.
- N<sub>m</sub>:** Potencia de motor necesaria en C.V.
- p:** Paso entre rodillos en mm.
- q:** Peso de las partes móviles del transportador en Kg/m. (Tabla I)
- q<sub>b</sub>:** Peso del bulto en Kg.
- q<sub>c</sub>:** Peso máximo de bultos en Kg/m. (Distancia entre bultos nula).
- V:** Velocidad de transporte en m/seg.

Figura 11.  
Cinta transportadora.  
Ejemplo de cálculo\*

Con los elementos normalizados indicados se instala una cinta como la de la figura que debe transportar 1200 paquetes por hora, cada uno de un peso de 40 Kg., largo 0,60 m. y ancho 0,45 m.



Estimando una velocidad de 0,3 m/seg. nos da una distancia promedio libre entre paquetes de:

$$d = 3600 \cdot \frac{V}{C_b} - 1 = 3600 \cdot \frac{0,3}{1200} - 0,6 = 0,3 \text{ m}$$

perfectamente compatible con el transporte.

Elegimos la primer correa de ancho mayor o igual al ancho del paquete. Ancho de correa = 20" = 510 mm. y el paso p. de los rodillos de acuerdo a la fórmula:

$$p = 500 \cdot l - 25 \quad p = 500 \cdot 0,6 - 25 = 275 \text{ mm}$$

Adoptamos el primer paso Standard inferior o igual al anterior, es  $p = 200 \text{ mm}$ , que nos da un peso  $q = 14,1 \text{ Kg/m}$ .

La carga máxima de bultos por metro será

$$q_c = \frac{q_b}{l} = \frac{40}{0,6} = 66,6 \text{ Kg/m.}$$

y la potencia (para caso II): 
$$N = \left(1 + 0,12 \frac{L_A}{L}\right) \cdot \frac{(q + q_c) \cdot L \cdot V}{1400} + \frac{q_c \cdot H \cdot V}{70}$$

$$N = \left(1 + 0,12 \cdot \frac{2}{27}\right) \cdot \frac{80,7 \cdot 27 \cdot 0,3}{1400} + \frac{66,6 \cdot 3 \cdot 0,3}{70}$$

$$N = 1,01 \cdot 0,47 + 0,86 = 1,33 \text{ C.V.}$$

Si usamos polea forrada de goma por el tensor intermedio debemos aplicar:

$$N_t = 1,07 \cdot N = 1,07 \cdot 1,33 = 1,42 \text{ C.V.}$$

La fuerza de tracción sobre la correa será:

$$F = \frac{75 \cdot N_t}{V} = \frac{75 \cdot 1,42}{0,3} = 355 \text{ Kg.}$$

TRANSPORTADORES DE GRAVEDAD : Como su nombre lo indica se usa la gravedad como fuerza propulsora. Sirven únicamente para cargas discretas. Tienen el inconveniente que, debido a que no puede controlarse muy bien su velocidad, en general no sirven para cargas frágiles.

El grupo puede funcionalmente dividirse en transportadores de rodillos, de ruedas (de patín) y toboganes. El grupo incluye también a los transportadores horizontales que se utilizan en general para operaciones de armado en el caso de productos voluminosos que pueden desplazarse de un puesto de trabajo al otro, empujándolos.

El largo de una instalación de rodillos y gravedad, está limitada únicamente por la pérdida de altura debido a la inclinación. Para instalar una línea larga, si no hay altura suficiente, se utilizan elevadores mecánicos colocados en puntos intermedios, los que suben el bulto a cierto nivel posibilitando, de tal manera, la continuación del transporte por gravedad.

Estos transportadores permiten almacenar mercaderías a lo largo de su desarrollo, de modo tal, que a medida que se retiran los bultos de la parte inferior los demás descienden automáticamente. En las figuras se describen los principales tipos y sus características.

TRANSPORTADORES A GRANEL. Son los equipos concebidos y contruídos para el manipuleo continuo de grandes cantidades de material a granel, que incluye gases, líquidos y sólidos.

Los gases y líquidos no plantean problemas dado que se transportan en conductos con o sin bombas o compresoras, o en barriles, tambores, botellas, Etc. En este último caso pueden ser considerados como cargas discretas. Por lo tanto, al mencionar los transportadores continuos o a granel, debe entenderse que se trata de materiales sólidos.

Dada la gran cantidad de equipos en este aspecto funcional, su elección está determinada generalmente por los siguientes factores :

1a). Estado Físico de los materiales.

- Tamaño de la partícula.
- Peso.
- Temperatura
- Fragilidad
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia a la corrosión.
- Etc.

Carbón  
Piedra  
Cal

2do). Uso a que se destina :

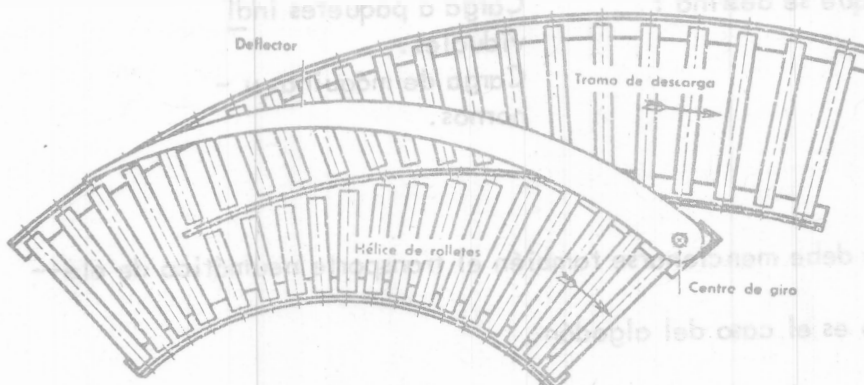
- Formación de mezclas.
- Recepción y descarga
- Carga a paquetes individuales.
- Carga de máquinas u hornos.

En este grupo debe mencionarse también el transporte neumático de elementos sólidos como es el caso del algodón.

## ROLLETES DE GRAVEDAD

### INDICACIONES PARA SU ELECCION:

- 1º Los bultos deben tener una superficie rígida y lisa para el transporte. Los que se deforman acomodándose en los espacios entre rolletes, deben llevarse sobre bandejas. Los bultos con travesaños deben transportarse en forma que estos no se traben con los rolletes.
- 2º El paso de los rolletes elijase de la Tabla I, entrando en ella con el largo del bulto más corto. En caso de resultar esta medida entre dos valores, adóptese el que corresponde con un paso menor.
- 3º El largo del rollete determinese, sumando 50 mm. al ancho del bulto. Dimensión A ó  $A_1$  de los dibujos de la pág. 27
- 4º El diámetro del rollete, longitud de los tramos y perfiles del bastidor, se indican en la Tabla I, en base al peso y largo del bulto. Los largos normales de fabricación de los tramos de rollete son 2.400 ó 3.000 mm.
- 5º El largo de una instalación de rolletes está limitado únicamente por la pérdida de altura debida a la inclinación. Para instalar una línea larga, si no hay altura suficiente, utilizamos elevadores mecánicos colocados en puntos intermedios, los que suben el bulto a cierto nivel, posibilitando así la continuación del transporte por gravedad.
- 6º La inclinación de una línea de rolletes depende de las características de la superficie del bulto y su peso. La Tabla II, indica aproximadamente los valores usuales de la misma.



**DESCARGA INTERMEDIA**



## CURVAS

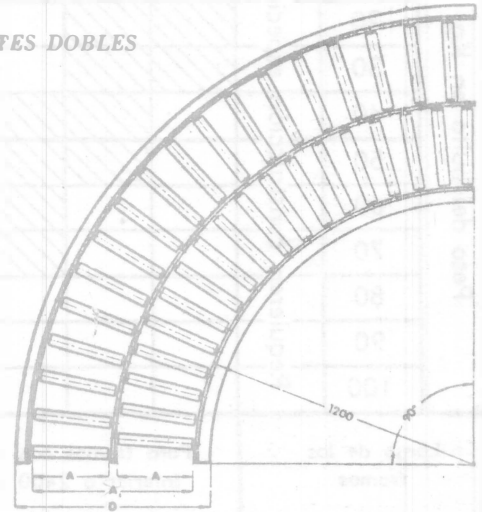
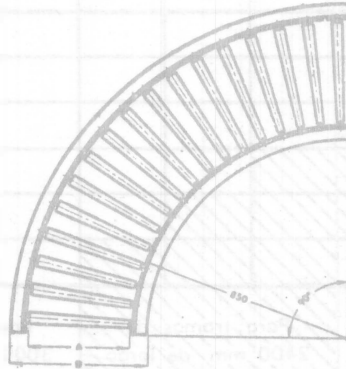
Para cambiar la dirección de transporte de las mercaderías, en una línea de rolletes de gravedad se usan curvas de fabricación normal cuyo desarrollo angular es de 30°, 45°, 60° ó 90°.

### CURVAS CON ROLLETES SIMPLES:

Se utilizan para bultos de hasta 550 mm. de ancho. En ellas se emplean solamente rolletes cónicos, dispuestos en forma adecuada para obtener una marcha suave del bulto en la curva. El bastidor tiene el mismo ancho que en los tramos rectos y el radio interior de estas curvas es de 850 mm. La construcción es plana, es decir que los puntos de entrada y salida están al mismo nivel.

#### CURVA 90° PARA ROLLETES DOBLES

DIMENSIONES: A, A<sub>1</sub> y D  
ver tabla III



#### CURVA 90° PARA ROLLETES SIMPLES

DIMENSIONES: "A" y "D"  
ver tabla III

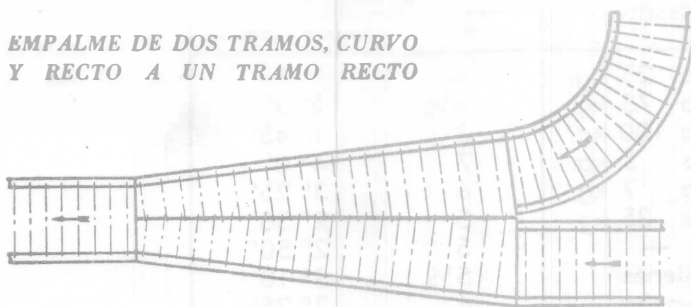
### CURVAS CON ROLLETES DOBLES:

Para bultos de 600 mm. o más, las construimos como ilustra la figura con dos hileras de rolletes, dispuestos en forma alternada y dirección radial. Con esta disposición se consigue mayor velocidad en la hilera externa de rolletes, facilitando esto el desvío del bulto.

El radio interior de estas curvas es de 1.200 mm. y el bastidor se adapta al de los tramos rectos. La construcción es plana, es decir, que los puntos de entrada y salida están al mismo nivel.

## EMPALMES

#### EMPALME DE DOS TRAMOS, CURVO Y RECTO A UN TRAMO RECTO



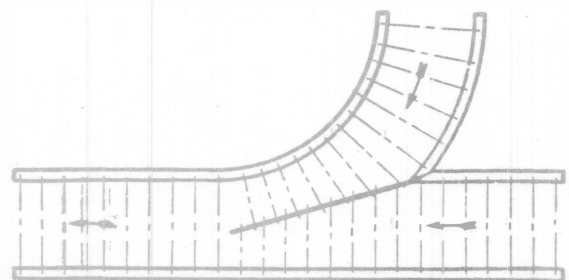
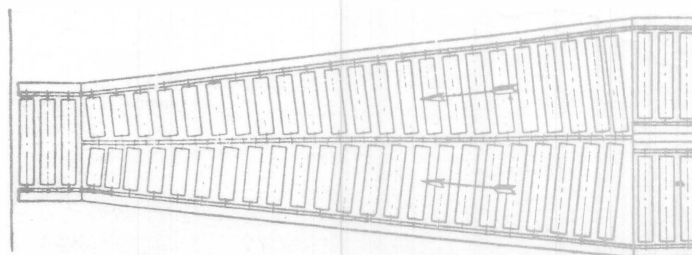
Utilizados principalmente para enviar los bultos desde ramales a una línea general.

En los empalmes, cuando los ramales no trabajan alternativamente, debe colocarse un hombre para evitar atascamientos.

En las ilustraciones se indica con flechas la dirección de transporte.

#### EMPALME DE UN RAMAL CURVO A UN TRAMO RECTO

#### EMPALME DE DOS TRAMOS RECTOS



**TABLA I**

Largo del bulto	175	250	325	400	475	550	625	700	775	850	925	Característica de los rolletes y bastidor
Paso de los rolletes	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	
Peso del bulto en Kg.	10	Requieren construcción especial										Rollete Ø 25 Bastidor L50x40x5
	15											
	20											Rollete Ø 50 Bastidor L65x50x6
	30											
	40											Rollete Ø 70 Bastidor L75x50x7
	50											
	60											
	70											
	80											
	90											
	100											
Largo de los tramos	Para tramos con largo inferior a 2400 mm.					Para tramos de 2400 mm de largo			Para tramos de 3000 mm. de largo			

**TABLA II**

VALORES APROXIMADOS DE LA INCLINACION			
TIPO DE BULTO	OBSERV.	INCLINACION	
		%	Grados y minutos
Cajones de madera o metálicos	10 a 25 kg.	4	2° 20'
" " " " "	25 a 75 kg.	3½	2° 0'
" " " " "	75 a 100 kg.	3	1° 45'
Cajas de "cartón" .....	1 a 3 kg.	7	4° 0'
" " " " .....	3 a 7 kg.	6	3° 25'
" " " " .....	7 a 25 kg.	5	2° 50'
Esqueletos .....	—	5	2° 50'
Tarros de leche .....	llenos	5½	3° 10'
" " " " .....	vacíos	6	3° 25'
Tambores .....	—	2¼	1° 15'

TABLA III

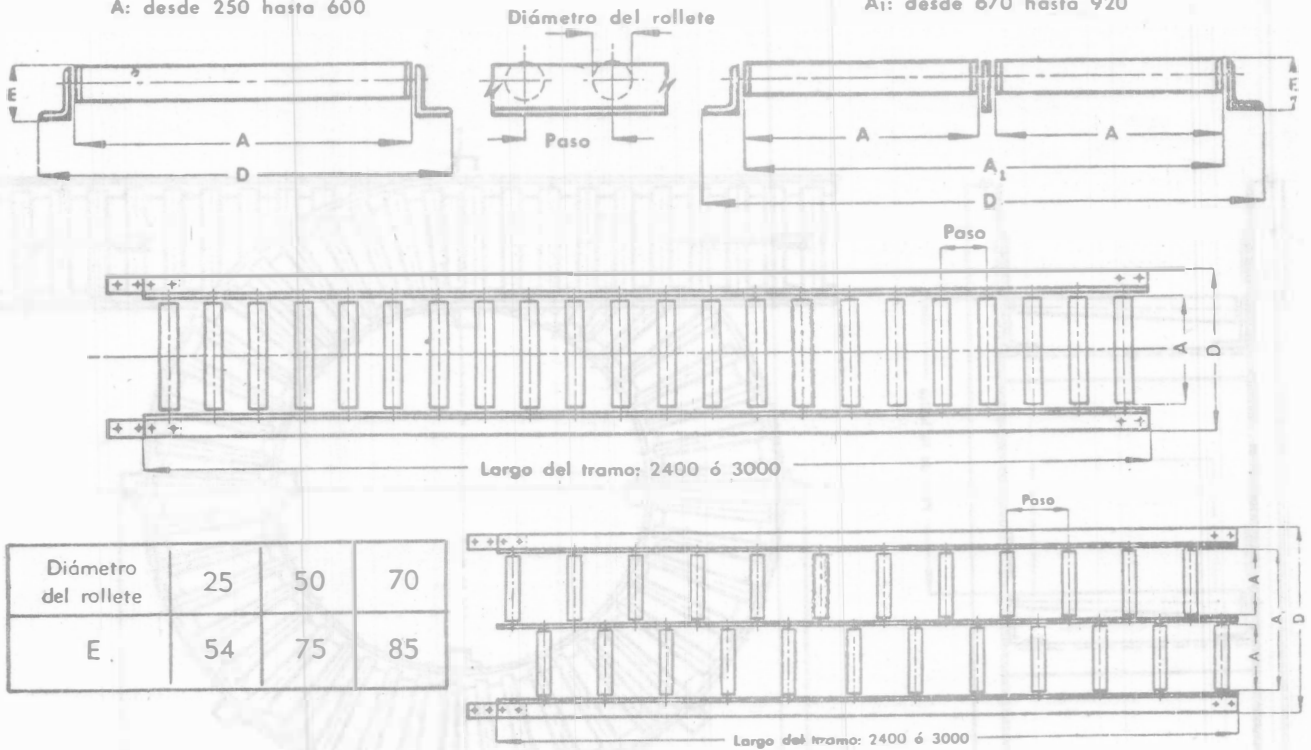
Largo del rollete A		250	300	325	350	375	400	425	450	500	550	600	
D	Bastidor de:	L50x40x5	342	392	417	442	467	492	517	542	592	642	692
		L65x50x6											
		L75x50x7	362	412	437	462	487	512	537	562	612	662	712

Largo total rolletes A <sub>1</sub>		670	720	770	820	870	920	1020	1170	1220	
Largo de un rollete A		325	350	375	400	425	450	500	550	600	
D	Bastidor de:	L50x40x5	760	810	860	910	960	1010	1110	1260	1310
		L65x50x6									
		L75x50x7	780	830	880	930	980	1030	1130	1280	1330

DIMENSIONES DE LOS TRAMOS DE ROLLETES DE GRAVEDAD

A: desde 250 hasta 600

A<sub>1</sub>: desde 670 hasta 920

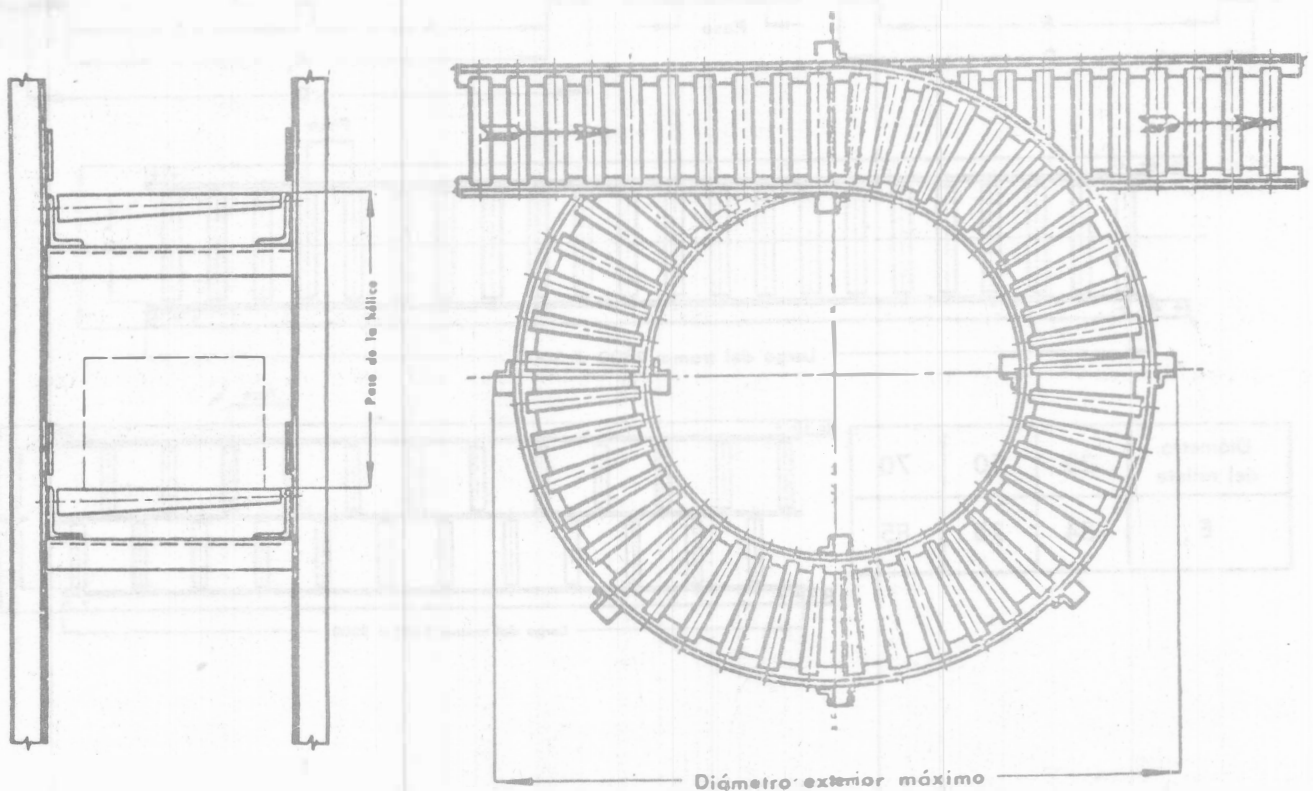


## HELICES DE ROLLETES DE GRAVEDAD

Construidas con curvas de rolletes de gravedad de  $90^\circ$  ó  $45^\circ$  de desarrollo, formando una hélice soportada convenientemente por un bastidor de acero. Los rolletes pueden ser cilíndricos o cónicos siendo los primeros según el ancho del transportador, simples o dobles. El diámetro exterior de la hélice y su paso así como el tipo de rollete, dependen del peso y dimensiones de los bultos.

Permiten almacenar mercaderías a lo largo de su desarrollo, de modo tal que, a medida que se retiran los bultos de la parte inferior los demás descienden automáticamente. Los bultos pueden cargarse en la hélice mediante tramos de rolletes de gravedad, y su descarga realizarse de igual manera. Para la carga o descarga en pisos intermedios es factible intercalar desvíos.

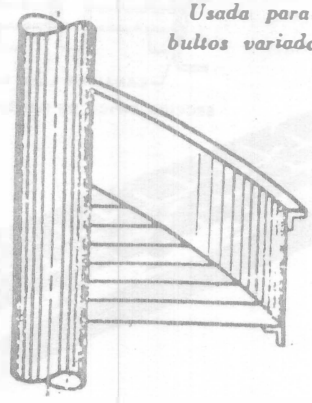
Las aberturas en los pisos normalmente son circulares, pero si no es factible practicar una abertura muy amplia, puede atravesarse el piso mediante una canaleta recta que empalme las hélices del piso superior e inferior.



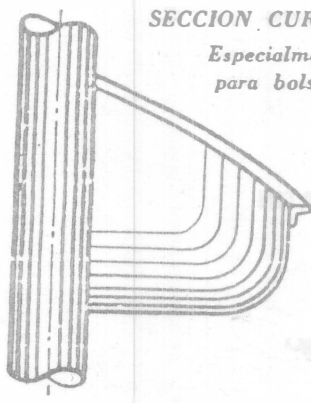
# CANALETAS METALICAS HELICOIDALES

## SECCIONES DE CANALETA

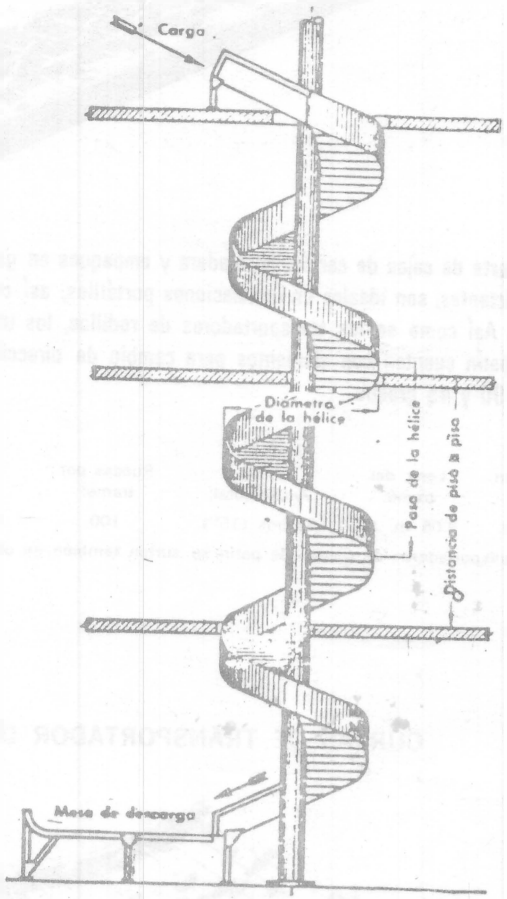
**SECCION PLANA**  
*Usada para bultos variados.*



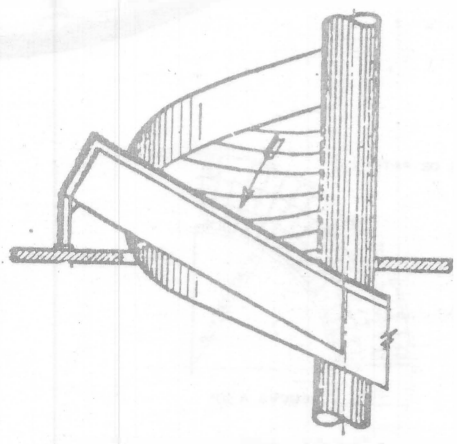
**SECCION CURVA**  
*Especialmente para bolsas.*



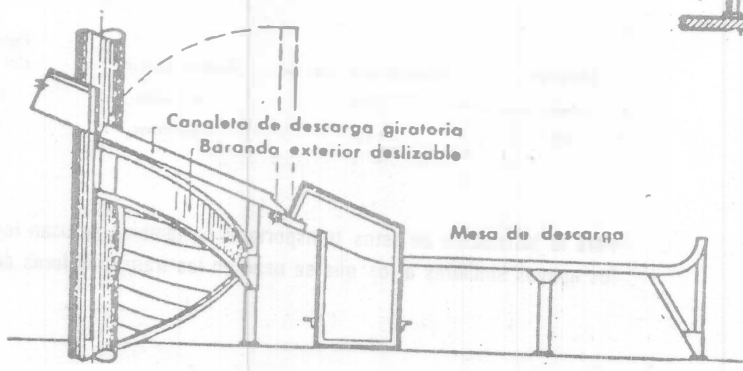
## VISTA DE UNA CANALETA



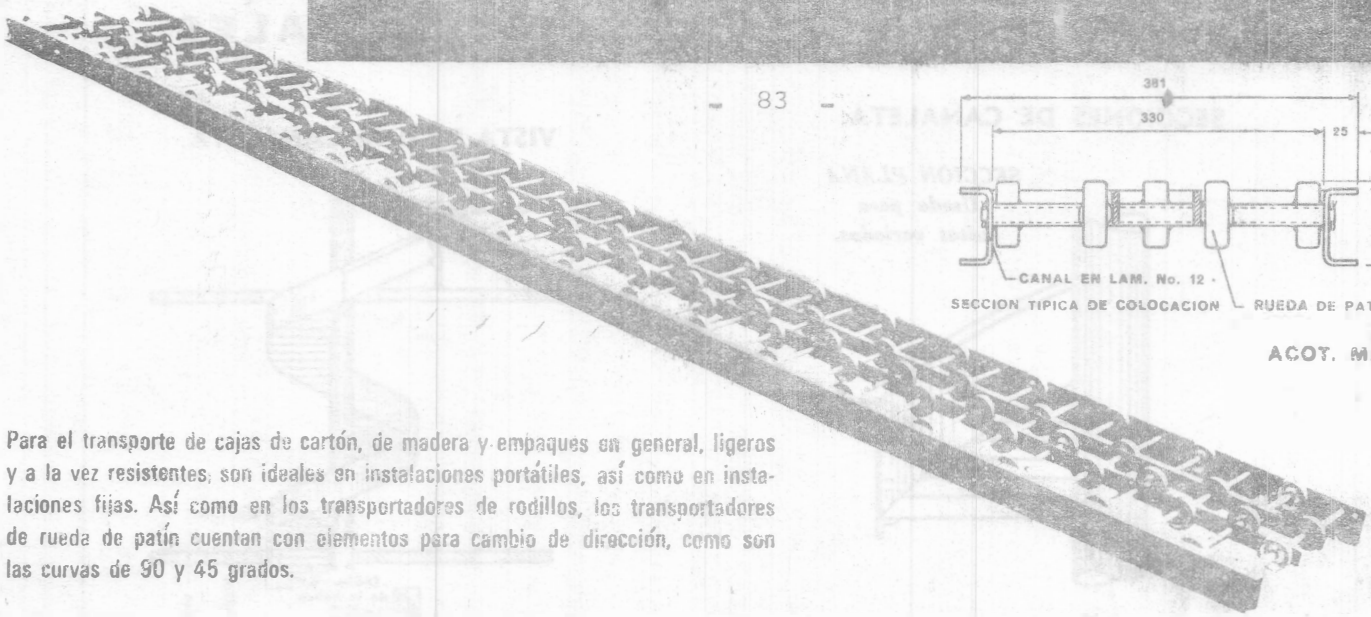
## CARGA INTERMEDIA



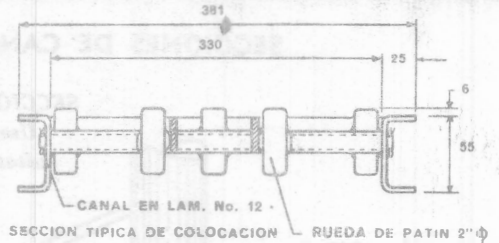
## DESCARGA INTERMEDIA



# TRANSPORTADORES DE RUEDAS DE PATIN



83



SECCION TIPICA DE COLOCACION RUEDA DE PATIN 2"φ

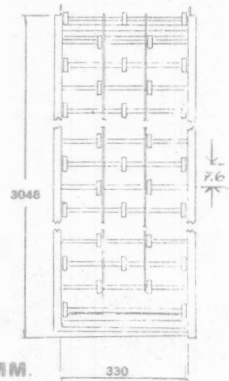
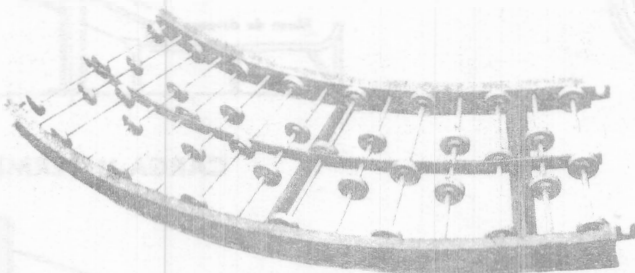
ACOT. MM.

Para el transporte de cajas de cartón, de madera y empaques en general, ligeros y a la vez resistentes, son ideales en instalaciones portátiles, así como en instalaciones fijas. Así como en los transportadores de rodillos, los transportadores de rueda de patín cuentan con elementos para cambio de dirección, como son las curvas de 90 y 45 grados.

arg. de lám. doblada:	Long del tramo:	Ancho total:	Ruedas por tramo:	Distancia entre ejes.	Peso total:
Calibre 12.	3.05 m. (10').	38 cms. (15").	100	7.6 cms.	31 kg.

NOTA: Los transportadores de ruedas de patin se surten también en otras dimensiones y capacidades.

## CURVAS DE TRANSPORTADOR DE RUEDAS DE PATIN



ACOT. MM.

DISTRIBUCION TIPICA EN T. RECTO STD.

RUEDA DE PATIN 2"φ



ACOT. MM.

Para los cambios de dirección en las líneas de transportadores, contamos con curvas de 45 y de 90 grados, con las siguientes dimensiones

Modelo:	Ruedas por tramo:	Radio interior:	Peso total del tramo:
90°	50	762 mm.	18 kg
45°	25	762 mm.	11 "

Para la instalación de estos transportadores, también se usan los tripies y los apoyos similares a los que se usan en los transportadores de rodillos.

**RODACARGA**

S. A. de C. V.

CALLE 45 NORTE 1074 COL. INDUSTRIAL VALLEJO • MEXICO 16, D. F.

TEL. 5-87-33-11

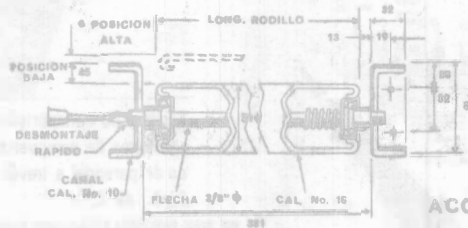
• APARTADO 13 BIS

SUCURSAL MONTERREY: AV. CONSTITUCION 735 OTE. • TEL. 43-09-05

SUCURSAL GUADALAJARA: CALZADA GONZALEZ GALLO 2501 • TEL. 17-16-80

SUCURSAL LEON: BLVD. A. LOPEZ MATEOS 803 OTE. • TEL. 3-75-56

Automatice el manejo de sus materias primas, productos en proceso y productos elaborados por medio del uso de transportadores de gravedad. Reduzca así sus costos e incremente sus ganancias. Ideales para carga y descarga de mercancía. Disponibles en tramos de 3.05 mts. (10'). Son fácilmente manejables y desmontables; no ocupan espacio vital. Estos transportadores de rodillos se utilizan con eficacia para el manejo de carga pesada. Sumamente resistentes, son recomendables para instalaciones fijas y en algunos casos también para instalaciones portátiles. Para el transporte de tambores, barriles y barricas, cajas de cartón, etc. y muy especialmente en la industria embotelladora.

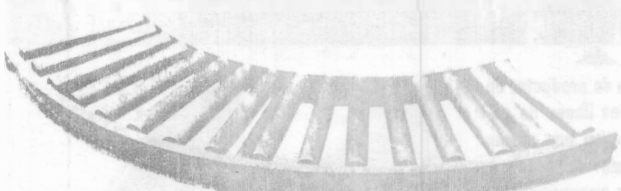


ACOT. MM.

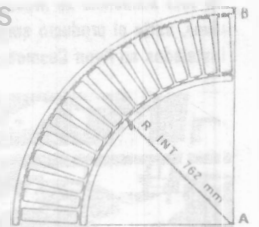
Larg. de lant. doblada:	Long. del tramo:	Ancho total:	Ancho entre Larg.:	Long. útil del rodillo:	Rodillos emb. por tramo:	Distancia entre ejes:	Peso total del tramo:
Calibre 10.	3.05 (10')	44 cms. (17 1/2")	38 cms. (15")	36.5 cms. (14 3/8")	30	10 cms. (4")	55 kg.

NOTA:—Los transportadores de rodillos se surten también en otras dimensiones, capacidades y diámetro de rodillo

## CURVAS DE TRANSPORTADOR DE RODILLOS



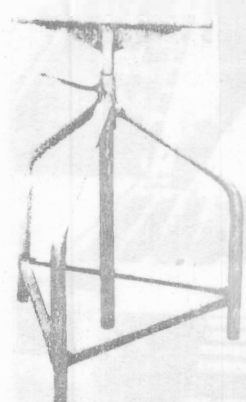
Modelo:	Rodillos embalerados por tramo:	Radio interior:	Peso total del tramo:
90°	16	762 mm	30 kg.
45°	9	762 mm	15



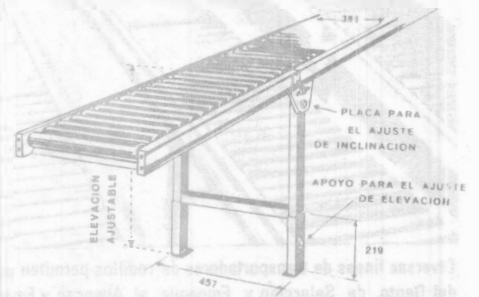
CURVA DE RODILLOS

ACOT. MM.

## TRIPIES Y SOPORTES PARA TRANSPORTADORES



El peso de los transportadores lo soportan en el caso de instalaciones semifijas, livianos pero resistentes tripiés de construcción tubular de hierro y ajustables a diversas alturas para dar la inclinación requerida al transportador, y en el caso de instalaciones fijas, soportes ajustables tipo "L", hechos de robusta lámina doblada en calibre 12; tanto la altura como la inclinación se gradúan por medio de dos tornillos por lado, pudiendo fijarse al piso por sendos barrenos en la parte inferior.



ACOT. MM.



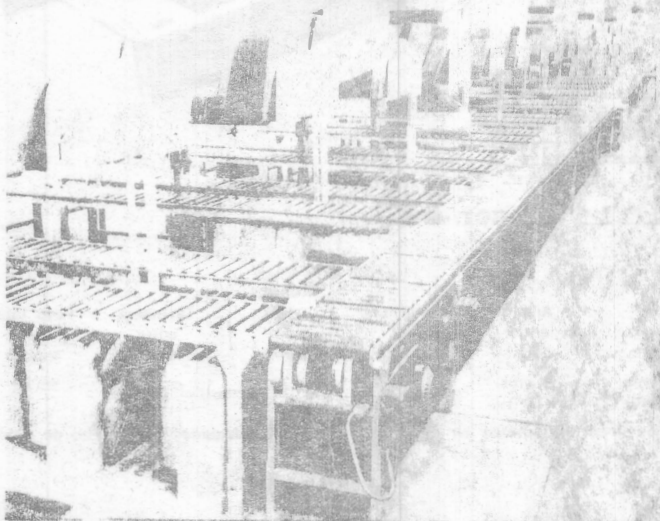
CALLE 45 NORTE 1074 COL. INDUSTRIAL VALLEJO • MEXICO 16, D. F.  
TEL. 5-87-33-11 • APARTADO 13 BIS

SUCURSAL MONTERREY: AV. CONSTITUCION 735 OTE. • TEL. 43-09-05  
SUCURSAL GUADALAJARA: CALZADA GONZALEZ GALLO 2501 • TEL. 17-16-80  
SUCURSAL LEON: BLVD. A. LOPEZ MATEOS 803 OTE. • TEL. 3-75-56

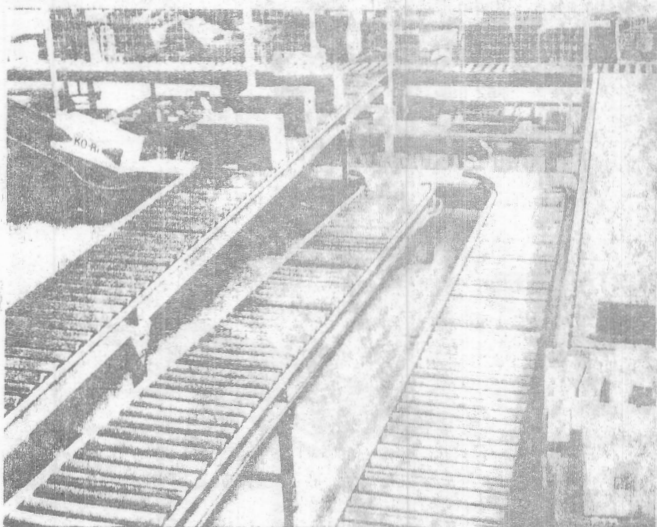
# TRANSPORTADORES DE RODILLOS



Sección de un sistema de transportadores muy completo que muestra los diversos componentes como son: Banda inclinada, rodillos, ruedas de presión, deflector para cambios de dirección, y soportes ajustables de altura e inclinación.

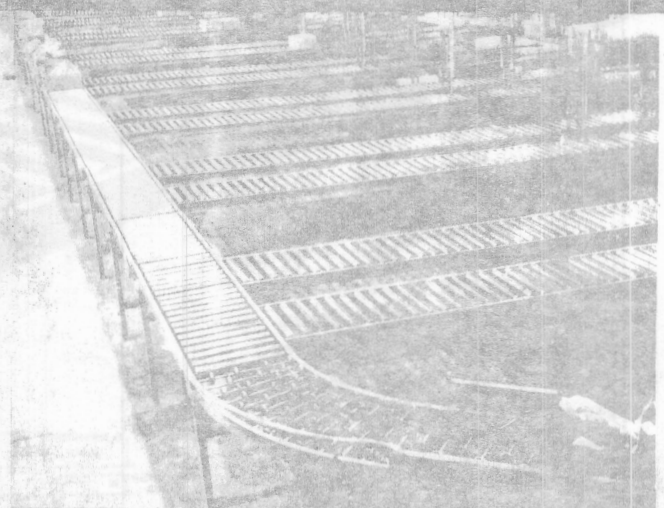


En esta secuencia se muestra como una sección de transportadores de rodillos vivos, surte el producto empacado hacia el departamento de sellado de cajas. Instalados en Avon Cosmetics, S. A. de C. V.

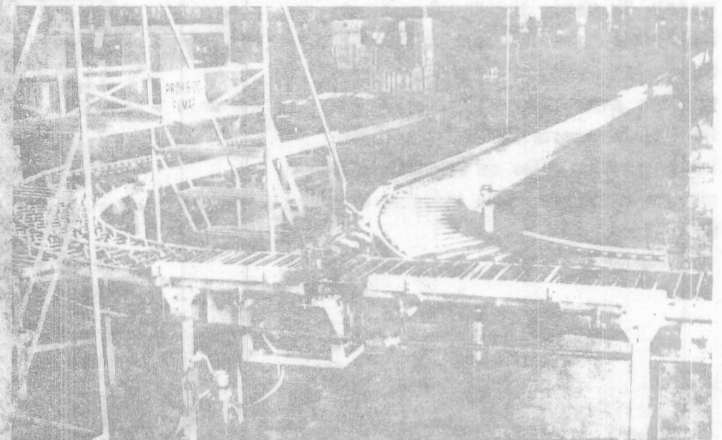


Diversas líneas de transportadores de rodillos permiten enviar todos los productos del Depto. de Selección y Empaque, al Almacén y Embarques. Se completa el sistema con transportadores de banda horizontal e inclinado. Instalación en Laboratorios y Agencias Unidas, S. A.

35

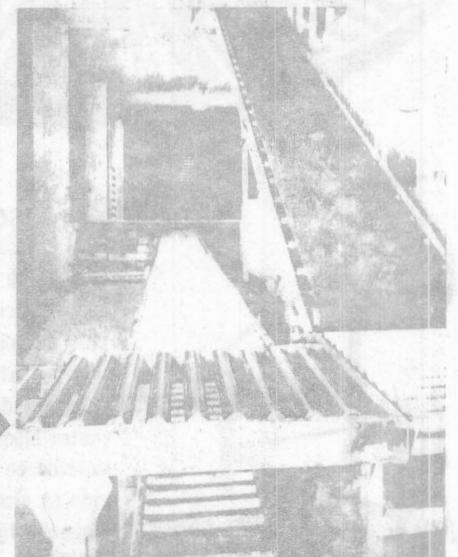


Sistema de transportadores de rodillos para surtir diversas líneas de empaque, con secciones de compuertas contrabalanceadas que permiten el paso rápido y cómodo de personal a través de los transportadores. Instalación de Avon Cos S. A. de C. V.



La afluencia de productos de dos diferentes líneas de rodillos convergen por curvas especialmente diseñadas a una línea de transportadores de rodillos. La selección del tráfico de cajas se efectúa por la acción de un deflector automático. Instalación para Avon Cosmetics, S. A. de C. V.

Sistema de transportadores de rodillos por gravedad para recibo y despacho de productos. Se completa el sistema con una banda transportadora reversible de superficie rugosa que permite el movimiento de cajas entre pisos. Instalación en Casa Autrey, S. A.



**RODACARGA**

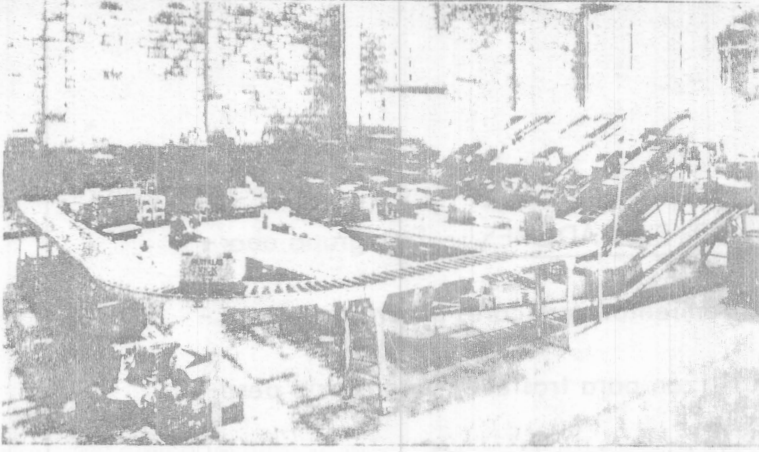
S. A. de C. V.

CALLE 45 NORTE 1074 COL. INDUSTRIAL VALLEJO • MEXICO 16, D. F.  
TEL 67-33-11 • APARTADO 13 BIS

SUCURSAL MONTERREY: AVENIDA COLON 860 PTE. • TEL. 75-26-71

SUCURSAL GUADALAJARA: CALZADA GONZALEZ GALLO 2501 • TEL. 7-18-80

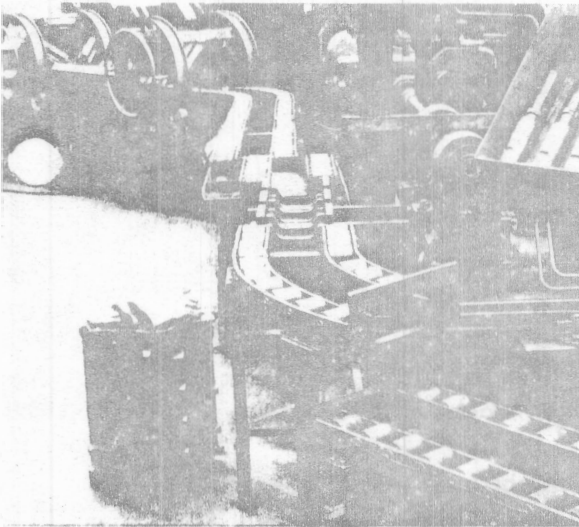




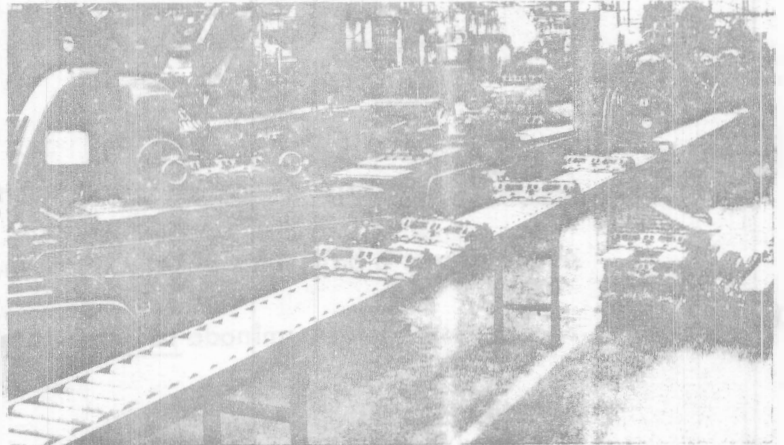
Sistema de transportadores de rodillos de gravedad rectos combinados con tramos curvos en una sección del almacén en Richardson Merrell, S. A. de C. V.



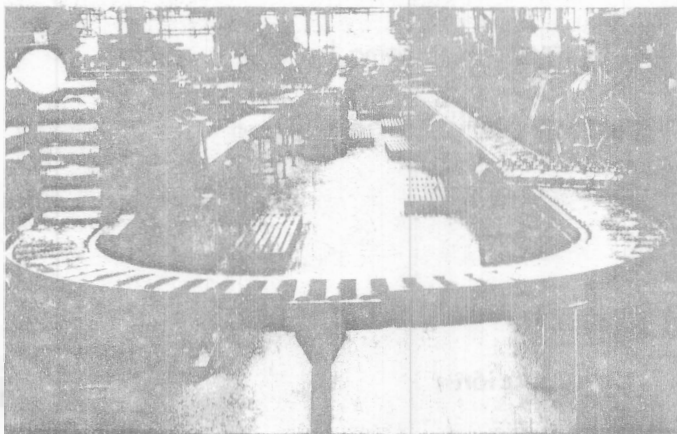
Adecuada línea de transportadores de rodillos en "V" para la sección de machuelado de piezas de motor V8 de gasolina en la línea de producción en Fábricas Automex, S. A. de Toluca, Edo. de México.



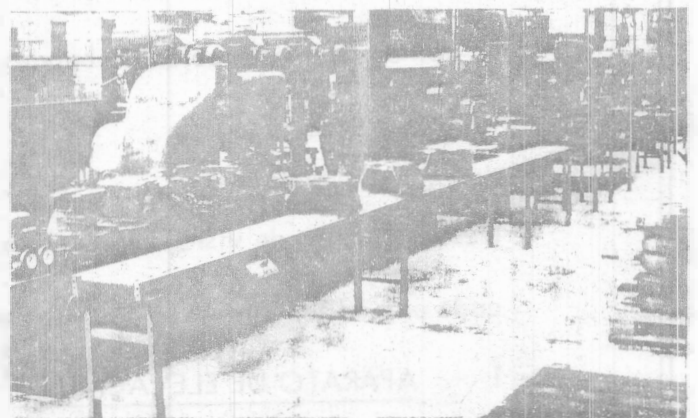
Las operaciones de volteo de motores V8 se realizan fácilmente con volteadores especiales de rodillos y sobre una doble hilera de rodillos para carga pesada. Instalado para una línea de ensamble y rectificado en Fábricas Automex, S. A.



Línea de transportadores de rodillos de carga pesada para el maquinado de cabezas de motor V8 en la línea de producción de Fábricas Automex, S. A.



Sistema de transportadores de rodillos para trabajo pesado mostrando una sección curva con apoyos ajustables de altura e inclinación. Equipado también con una compuerta contrabalanceada que permite el paso del personal en forma rápida y cómoda. Instalado en Fábricas Automex, S. A., en Toluca, Edo. de México.



Transportadores de rodillos para trabajo pesado que reducen los costos de operación en el maquinado de cubiertas de embrague de motores Diesel. Instalados en Motores Perkins, S. A.

**RODACARGA**

S. A. de C. V.

CALLE 45 NORTE 1074 COL. INDUSTRIAL VALLEJO • MEXICO 16, D. F.  
TEL 67-33-11 • APARTADO 13 BIS

SUCURSAL MONTERREY: AVENIDA COLON 880 PTE. • TEL. 75-25-71

SUCURSAL GUADALAJARA: CALZADA GONZALEZ GALLO 2501 • TEL. 7-16 80

II GRUPO : GRUAS, POLIPASTOS, ELEVADORES : Este grupo abarca aquellos equipos destinados a desplazamientos verticales u horizontales o en ambas direcciones. En general se utilizan para trasladar cargas muy pesadas, pieza por pieza y frecuentemente de forma irregular. Genéricamente puede subdividirse en los siguientes tipos principales :

- 1.- Grúas de vías fijas.
- 2.- Grúas móviles.
- 3.- Malacates.
- 4.- Accesorios.

1.- Grúas de Vías Fijas : Son equipos de transporte mediante los cuales se puede elevar o bajar una carga y también desplazarlo en un plano horizontal, estando determinada la autonomía del desplazamiento por el diseño de la grúa.

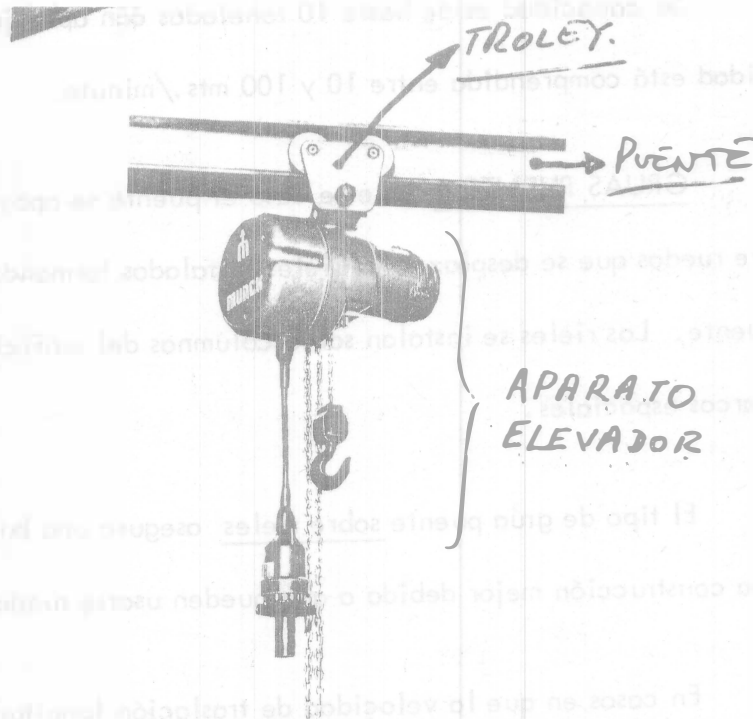
Su uso más frecuente es para piezas pesadas e irregulares como las que se dan en la construcción de buques, grandes equipos industriales como turbinas, Etc.

Desde el punto de vista constructivo una grúa puede dividirse en 3 partes, cada una de las cuales se desplaza según una dirección :

1. APARATO DE ELEVACION : Posibilita el movimiento en sentido vertical. Comúnmente se les denomina malacates. Son accionados a mano, cuando su uso no es muy frecuente, y eléctricamente o neumáticamente, en caso de serlo.

2.- EL TROLLEY : Sobre él se monta el aparato de elevación y es el que permite el movimiento en sentido lateral. Como el anterior, puede ser accionado a mano o eléctricamente.

3.- EL PUENTE : Sobre el que se deslaza el trolley. Dicho movimiento también puede ser eléctrico o manual. En los monorrieles el puente es fijo, en otros como los puentes grúa, el puente se deslaza sobre dos vías aéreas. En otros tipos, el puente tiene un movimiento giratorio alrededor de un eje vertical.



MUNCK LINK CHAIN HOIST, 750, 1100, 1500, 2200lbs. capacity.

GRUAS MONORRIEL : Consisten en una vía aérea en forma de doble T sobre la que se desplaza un Trolley con un mecanismo elevador. La superficie de la grúa es en este caso una línea recta. Dado que la vía aérea va sujeta del techo o las paredes, este sistema de transporte puede instalarse y utilizarse sin interferir para nada con las operaciones que tienen lugar en el área situada debajo del mismo y por consiguiente ofrece algunas ventajas sobre los transportes terrestres que necesitan espacio libre sobre el suelo.

El sistema de monorriel se usa especialmente en la industria metalúrgica pesada, en la industria química, cerámica, Etc.

Su capacidad es de hasta 10 toneladas con aparejos eléctricos y su velocidad está comprendida entre 10 y 100 mts./minuto.

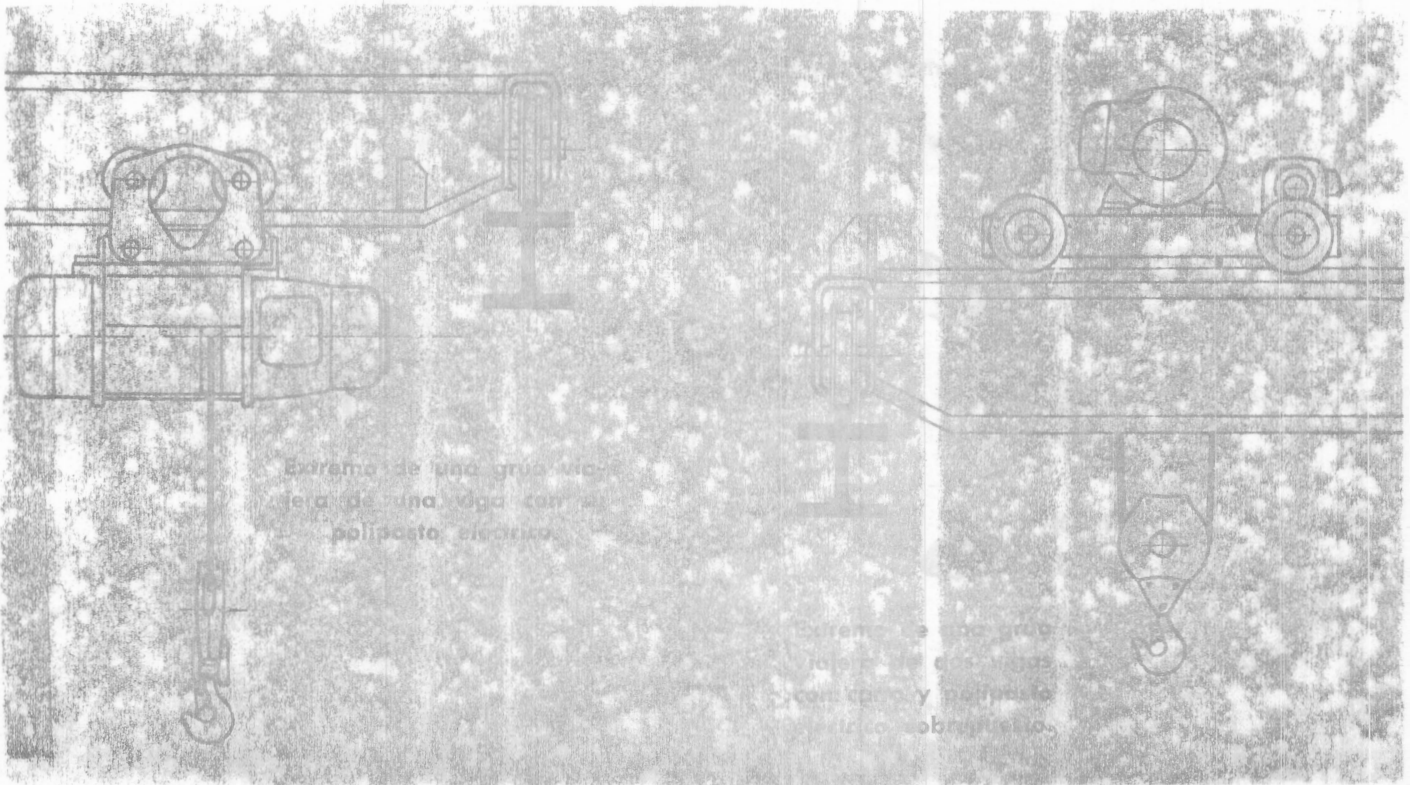
GRUAS PUENTE : En este caso el puente se apoya en ambos extremos sobre ruedas que se desplazan en rieles instalados formando ángulo recto con el puente. Los rieles se instalan sobre columnas del edificio, estructuras aéreas o marcos espaciales.

El tipo de grúa puente sobre rieles asegura una buena operación y permite una construcción mejor debido a que pueden usarse ruedas grandes.

En casos en que la velocidad de traslación longitudinal de la grúa excede la velocidad a la que puede caminar un operario ( 80 mts/min ), éste puede viajar en la cabina de la grúa o usar un control remoto.

Los puentes grúas grandes tienen un motor para impulsar el puente y, por

lo general, otros dos motores para accionar el trolley y el polipasto, respectivamente. Los puentes grúa eléctricos, que son los más comunes, tienen una capacidad muy variable, que puede llegar hasta las 360 toneladas. Las más comunes tienen entre 4 y 27 toneladas. La velocidad del puente varía desde 8 a 14 mts/min. cuando es necesaria una gran exactitud en los movimientos y llega hasta 130 mts/min. cuando lo esencial es la rapidez.

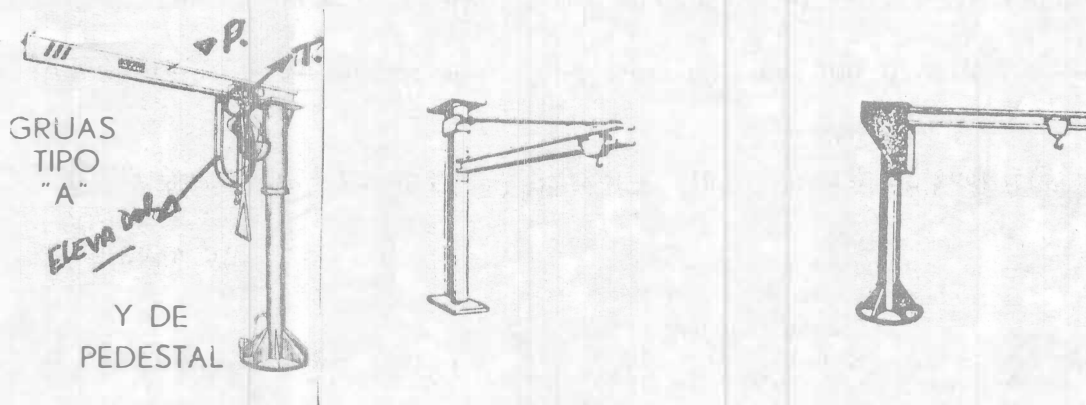


GRUAS FIJAS DE PARED Y PLUMAS . La viga principal de estas grúas gira al ededor de un eje vertical de modo que el área barrida es un segmento de círculo. Este eje vertical en las grúas está sujeto a la pared mientras que

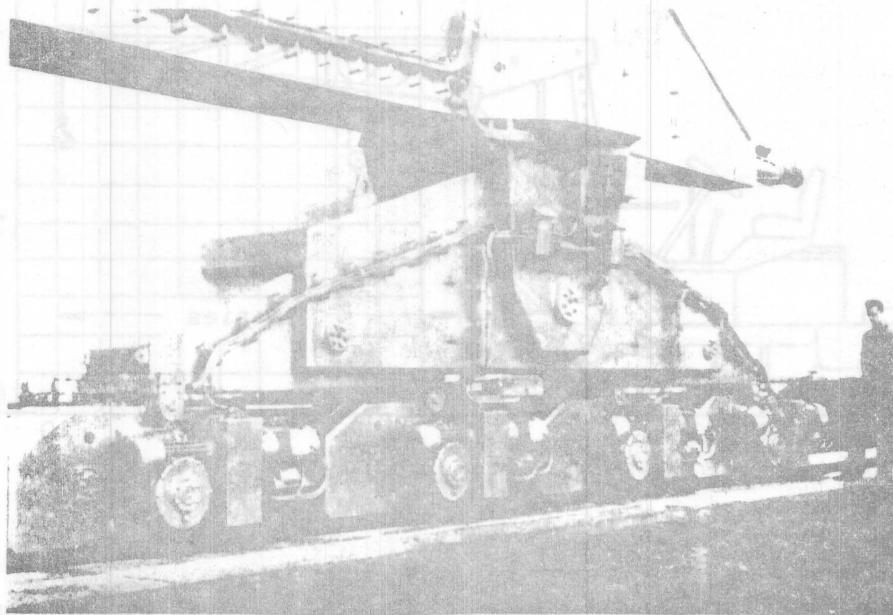
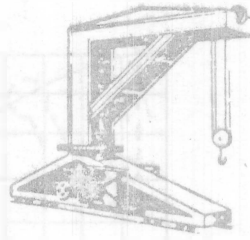
en las grúas pluma está en una columna que puede construirse en cualquier lugar. El ángulo de giro de la grúa fija está limitado a  $180^\circ$  ó a  $270^\circ$  si se construye en un rincón o esquina. En los equipos normalmente encontrados en la industria, la carga máxima es de 5 toneladas y la longitud varía de 1 a 8 mts.

Estas grúas se instalan por lo general cuando se necesita elevar a menudo en un lugar fijo.

Es posible también construir una grúa fija de tal manera que pueda moverse una distancia corta a lo largo de la pared.

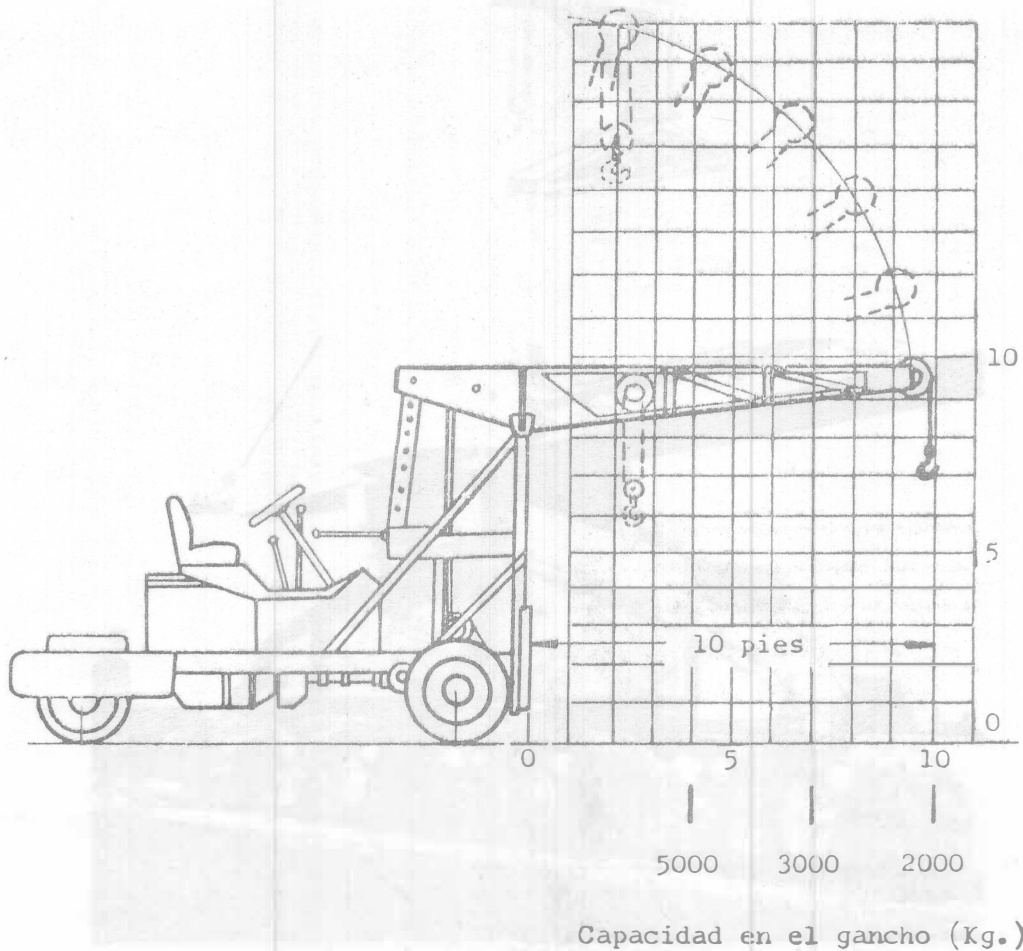


GRUA DE RIELES. - Este tipo de grúa (ver figura), está montada sobre un vehículo que puede ser arrastrado sobre rieles standard de ferrocarril por locomotoras u otra forma de tracción. La grúa gira alrededor de un eje vertical de modo que el área cubierta es un círculo alrededor del punto de giro. Estas grúas se construyen normalmente en tipos de 5 a 15 toneladas con radio de 2 a 20 mts. y, por lo general, son conducidas por medio de un motor diesel o de gasolina aunque también pueden ser eléctricas.



2do. GRUAS MOVILES: Las grúas móviles tienen la característica de que pueden ser conducidas a grandes distancias cuando están cargadas. Normalmente consisten en un vehículo automotor con una estructura que sostiene la pluma. La pluma puede desplazarse verticalmente y el aparato de elevación puede desplazarse sobre la pluma. En algunos tipos de grúas, se reemplaza la pluma por un brazo con una pala de modo que pueda utilizarse para transportar tierra. Las aplicaciones más comunes de estas grúas son en patios de fábricas, de ferrocarril, muelles, Etc.

Existen otros modelos en los cuales el vehículo va montado sobre orugas.



3ro. MALACATES : Un malacate es un dispositivo mecánico suspendido para -  
elear y bajar cargas en dirección vertical con un pequeño esfuerzo.

Los tipos más difundidos son :

- 1). De mano : utilizado en general para fines no productivos y cuando su uso se reduce a bajas alturas y poca frecuencia.
- 2). Malacate diferencial : es la forma más simple de elevación mecánica y -  
consiste de una cadena sin fin única, operada sobre un tambor doble o dife-



rencial, y a través de una polea inferior. La diferencia o el diferencial en los diámetros de la polea doble es tan pequeña que la fricción de las distintas partes acopladas sirve para mantener la carga suspendida en cualquier punto cuando se deja de ejercer tracción sobre la cadena.



a. Diferencial

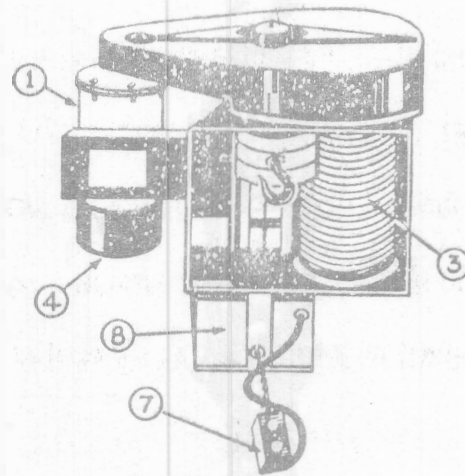
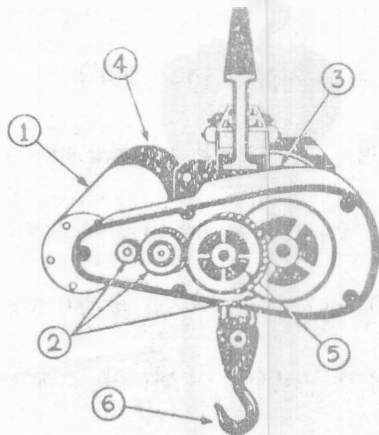


b. De engranajes planetarios

#### Aparejos de accionamiento manual

Se baja o se sube ejerciendo tracción en uno u otro de los lazos de la cadena sin fin que cuelga. Se necesita un hombre para su accionamiento y su uso es hasta 1.5 toneladas. Dado que la reducción de fuerzas se determina por la relación de los diámetros de las dos poleas de arriba, dicha reducción es muy pequeña.

Casos más elaborados de malacates, son los de reducción por engranajes y más aún los eléctricos, en los cuales las fuerzas requeridas para elevar la carga es proporcionada por un motor eléctrico acoplado al malacate, siendo este motor controlado por un operario mediante botonera. Tienen además un tambor donde se enrolla el cable y están provistos de un mecanismo de freno.



- |                    |                       |                   |
|--------------------|-----------------------|-------------------|
| 1. Motor eléctrico | 2. Tren de engranajes | 3. Tambor y cable |
| 4. Freno del motor | 5. Freno de la carga  | 6. Gancho         |
| 7. Control         | 8. Panel de control   |                   |

#### Aparejo eléctrico

Existen también malacates accionados por aire comprimido para usarse en lugares donde no se permiten chispas o donde la regulación suave es esencial, siendo su capacidad limitada a unas 5 toneladas.

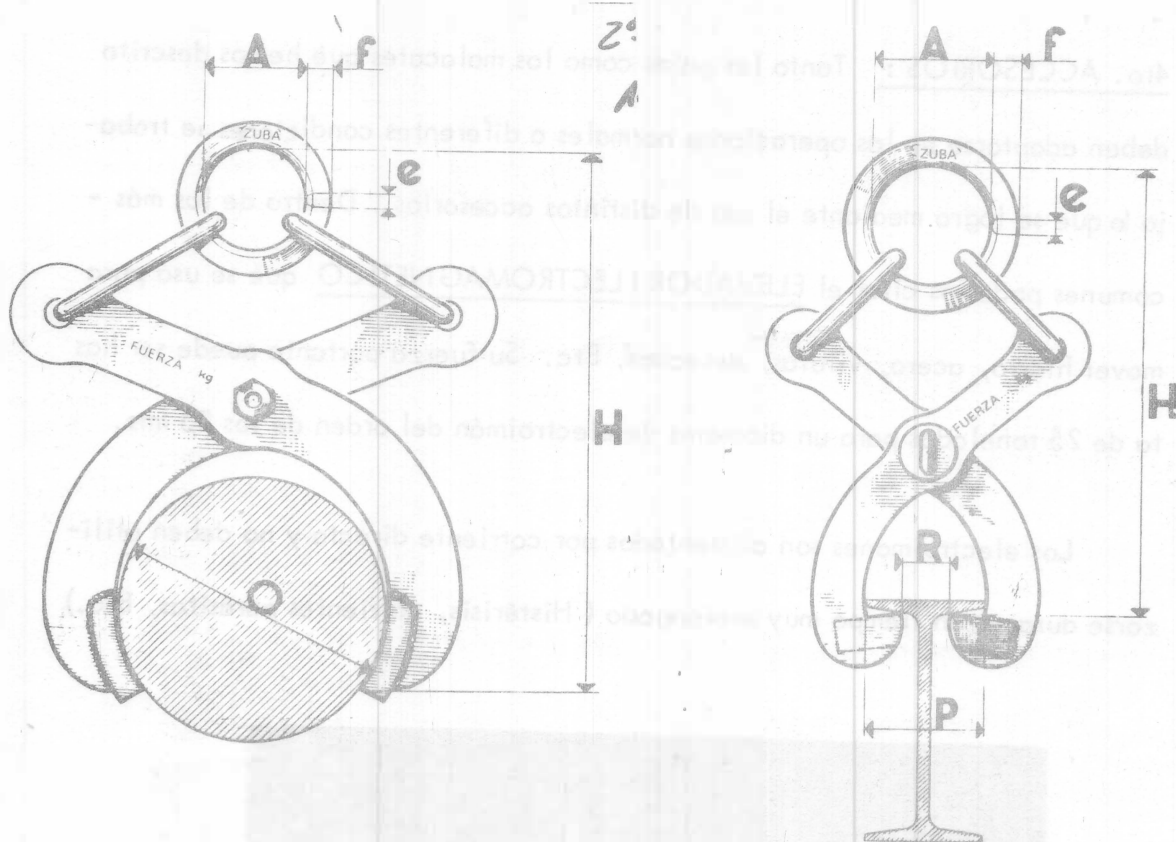
... ##

4to. ACCESORIOS : Tanto las grúas como los malacates que hemos descrito deben adaptarse en las operaciones normales a diferentes condiciones de trabajo lo que se logra mediante el uso de distintos accesorios. Dentro de los más comunes podemos citar el ELEVADOR ELECTROMAGNETICO que se usa para mover hierro, acero, virutas, desechos, Etc. Su fuerza portante puede ser hasta de 25 toneladas para un diámetro de electroimán del orden de los 25 mts.

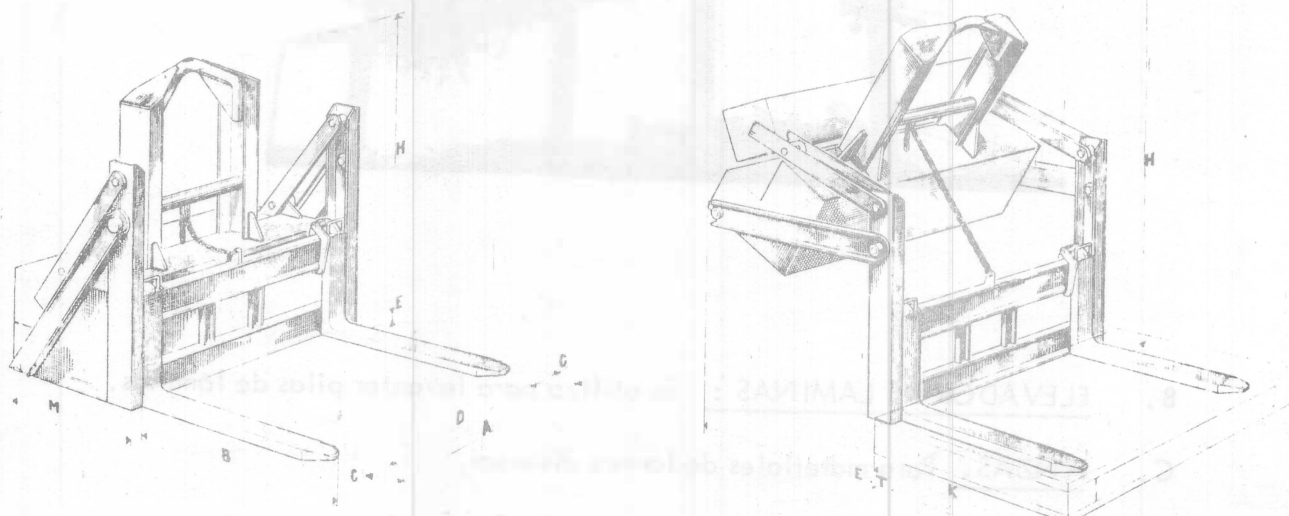
Los electroimanes son alimentados por corriente directa y no deben utilizarse durante un tiempo muy prolongado ( Histéresis, corrientes parásitas, Etc.)



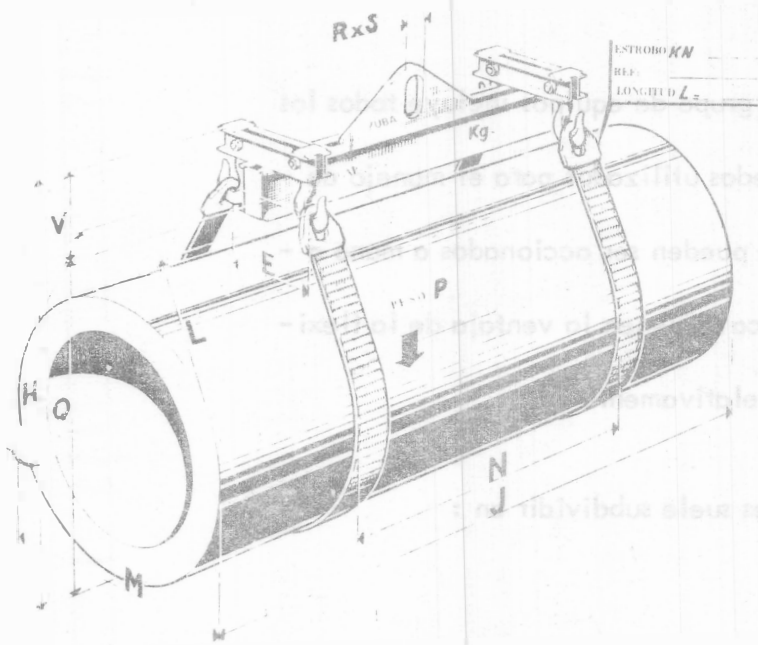
- B. ELEVADOR DE LAMINAS : Se utiliza para levantar pilas de láminas.
- C. PINZAS. Para materiales de formas diversas.
- D. CUCHARAS : Para descargar grava, carbón, Etc.
- E. CINTURONES : Para evitar dañar la carga o que ésta se resbale.



## uñas en L para tarimas

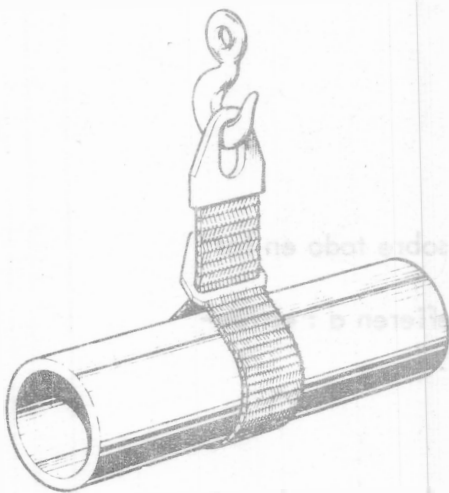


PERDIDA DE ALTURA H REDUCIDA



**SEGURIDAD**

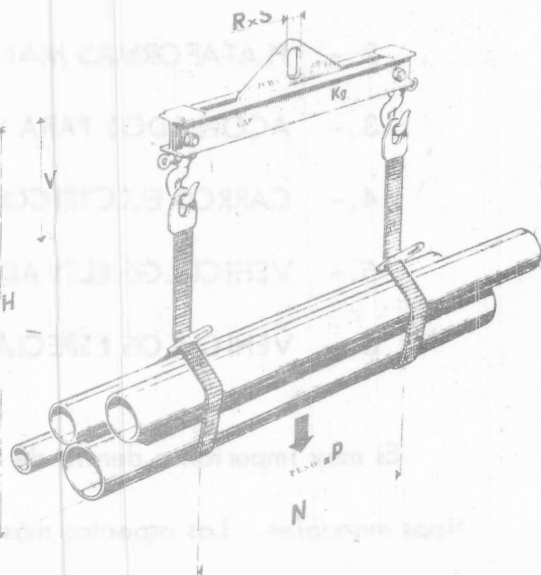
Adecuado y perfecto que evita cualquier resbalamiento de la carga.



**ECONOMIA**

Superficie de contacto muy grande que evita lastimar los objetos manejados.

Altura perdida mínima con el acoplador especial C. D. M. Consulte nuestro boletín "Acopladores".



**NUDO CORREDIZO**

Sobre pedido podemos proporcionar una oreja corrediza, lo que permite utilizar el cinturón con nudo corredizo.

**DISTRIBUIDOR AUTORIZADO:**

F. VEHICULOS INDUSTRIALES. - Este grupo de equipos incluye todos los vehículos autónomos de dos o más ruedas utilizados para el manejo de materiales dentro de la fábrica y que pueden ser accionados a mano o por fuerza motriz eléctrica o mecánica. Tienen la ventaja de la flexibilidad y su costo de adquisición es relativamente bajo.

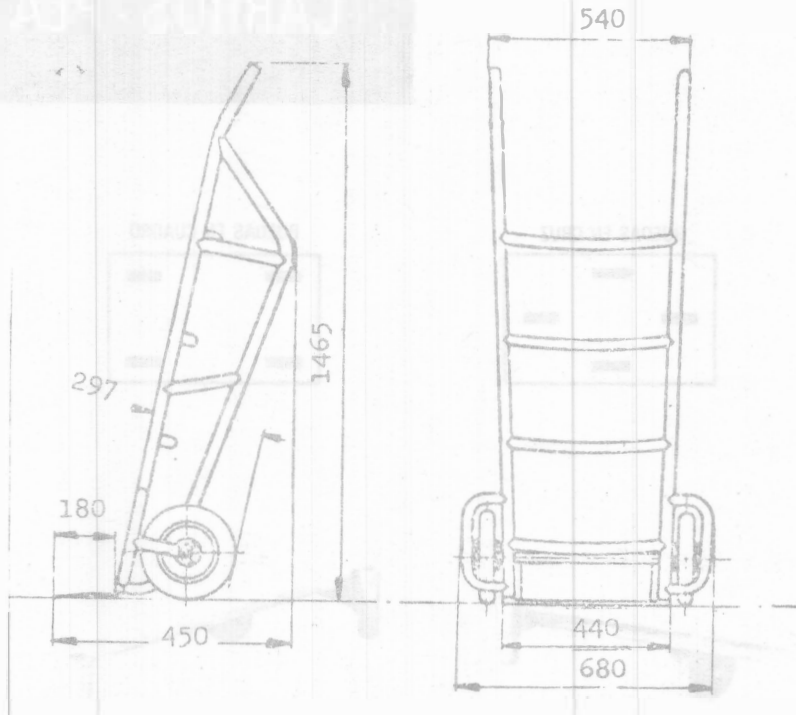
Dada la gran cantidad de tipos, se les suele subdividir en :

- 1.- CARRETILLAS MANUALES.
- 2.- PLATAFORMAS MANUALES DE 3 ó 4 RUEDAS.
- 3.- ACOPLADOS PARA USAR CON TRACTORES.
- 4.- CARROS ELECTRICOS DE PLATAFORMAS.
- 5.- VEHICULOS ELEVADORES.
- 6.- VEHICULOS ESPECIALES.

Es muy importante dentro de este grupo el factor diseño, sobre todo en los tipos manuales. Los aspectos más importantes son los que se refieren a : estructura, ruedas y cojinetes .

Carretillas Manuales. (Diablos). Consisten en un armazón, generalmente tubular, de acero, aluminio o de aleación liviana y provisto de dos ruedas fijas. La carga se levanta empujando la carretilla debajo de aquélla y dejándola caer.

Se usa para el transporte de bolsas, cajas grandes, tambores, Etc., sobre distancias de varias decenas de metros.



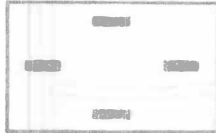
2.- PLATAFORMAS MANUALES DE 3 ó 4 RUEDAS. Pueden ser de acero o madera y consisten en una plataforma montada sobre ruedas. Se usan para recorridos cortos con rutas variables y la carga máxima es de ----- 4,000 Kgs.

Existen modelos adoptados para aplicaciones especiales. En algunas las ruedas tienen bases giratorias. También hay de base fija o combinadas.

El modelo de base giratoria es difícil de controlar mientras que el de base fija es difícil de maniobrar.

# CARROS - PLATAFORMA

RUEDAS EN CRUZ



RUEDAS EN CUADRO



Carros - plataforma indispensables en toda fábrica y almacén, así como en laboratorios, hospitales, hoteles, litografías, tiendas de víveres, lavanderías, tintorerías, etc. Construidos de hierro estructural de alta resistencia, con plataforma de madera de primera y manerales de hierro tubular. Capacidades de 400 a 1,000 kilos. Equipados con dos rodajas giratorias y dos fijas, colocadas en cuadro para su manejo donde no existe problema de espacio y en cruz para su uso en espacios reducidos. Disponibles con uno ó dos manerales y distintos tamaños de plataforma. Puede surtirse cualquier tipo ó tamaño sobre pedido. Existencia constante de los siguientes modelos:

Modelo:	Dimensión de plataforma:	Con rodajas:	Cap. en kgs. en cuadro:	Cap. en kgs. en cruz:
2446-54	61 cms. x 117 cms. (24") x (46")	F5-111 y G4-132	400 kilos	400 kilos
2754-66	69 cms. x 137 cms. (27") x (54")	F6-132 y G6-132	600 kilos	600 kilos
2754-86	69 cms. x 137 cms. (27") x (54")	F8-1932 y G6-132	800 kilos	800 kilos
3060-10/6	76 cms. x 152 cms. (30") x (60")	RHV-10x2 1/4 y G6-132	1,000 kilos.	1,000 kilos





3.- ACOPLADO PARA TRACTORES. Se les emplea especialmente para formar trenes y ser remolcados por un tractor. Consisten en una plataforma generalmente sin estructura superior y con 4 ruedas. Cuando se usan en trenes, tienen dispositivos especiales que enganchan al ser empujados los carros uno sobre otro.

4.- CARROS ELECTRICOS DE PLATAFORMA. Se trata de vehículos de tres o cuatro ruedas propulsados por un motor eléctrico a batería colocado en el mismo carro. En algunos tipos el operador va parado sobre la plataforma delantera y controla el desplazamiento mediante pedales, en otros va sentado y tiene un volante. Se usan para distancias medias, con movimientos frecuentes y con carga demasiado pesada para el movimiento manual.

5 - VEHICULOS ELEVADORES: Son vehículos de 3 ó 4 ruedas, provistos de un dispositivo por medio del cual pueden ser llevados paquetes apilados sobre plataformas. Pueden considerarse como el desarrollo posterior de los vehículos no elevadores en los cuales los paquetes son descargados uno a uno.

Existen dos tipos principales que son :

- 1.- Vehículos de plataformas : Tienen una plataforma por medio de la cual pueden tomar un pallet o tarima.
- 2.- Elevadores de Horquillas : Son los vehículos industriales de elevación más comunes y tienen una horquilla con dos uñas cortadas en forma de bisel o dispositivos especiales, por medio de los cuales - pueden elevar una plataforma, barriles, Etc.

Vehículos de Plataformas : Es un autoelevador de tres o cuatro ruedas con una plataforma o unas que se elevan . Es propulsado a mano o por un motor siendo la elevación de accionamiento hidráulico o eléctrico . En general, se usan para el transporte de materiales pesados como matrices, fundiciones de hierro, tambores - en la fabricación de pinturas, Etc.

Autoelevador de Horquillas : El autoelevador es un vehículo de cuatro ruedas con un mástil y una horquilla que se desliza hacia arriba y hacia abajo . Está construido de manera tal, que la horquilla y la carga están fuera de las ruedas delanteras, lo cual es necesario para estibar, y en consecuencia, debe agregarse un contrapeso al vehículo que, constructivamente, está formado por el motor, el bastidor y en caso de ser necesario por pesos extras . Las ruedas delanteras en general -

son más grandes debido al alto peso del vehículo cargado y pueden ser macizas o neumáticas.

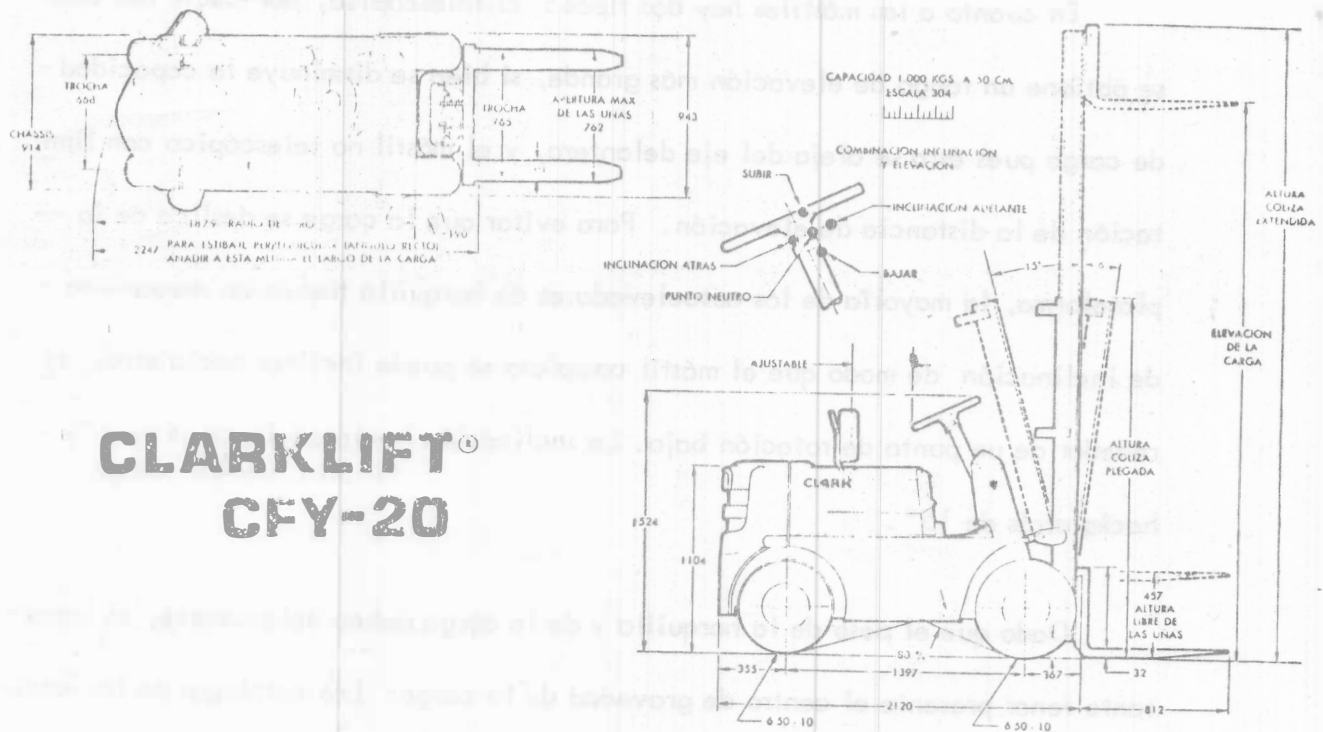
Las neumáticas acojinan la marcha y ejercen menos presión sobre el piso por razón de su gran superficie de contacto. Esta es una consideración importante para vehículos que trabajen al exterior o por superficies sin pavimentar o en interiores en que los pisos están mojados o resbaladizos. Las llantas macizas sin embargo duran más. Todos los autoelevadores tienen cambio de dirección en las ruedas posteriores.

En cuanto a los mástiles hay dos tipos: El telescópico, por medio del cual se obtiene un rango de elevación más grande, si bien se disminuye la capacidad de carga pues ésta se aleja del eje delantero, y el mástil no telescópico con limitación de la distancia de elevación. Para evitar que la carga se deslice de la plataforma, la mayoría de los autoelevadores de horquilla tienen un mecanismo de inclinación de modo que el mástil completo se puede inclinar hacia atrás, al rededor de un punto de rotación bajo. La inclinación hacia adelante es de  $6^{\circ}$  y hacia atrás de  $15^{\circ}$ .

Dado que el peso de la horquilla y de la carga deben balancearse, es importante tener presente el centro de gravedad de la carga. Los catálogos de los fabricantes traen estas especificaciones. Otro aspecto a considerar, es la resistencia de los pisos, ya que estos constituyen muchas veces una limitación, y los anchos necesarios de pasillos de acuerdo a la forma en que se quiera estibar. Los catálogos traen datos, como el radio de giro, distancias al eje delantero, Etc., y fórmulas matemáticas que permiten calcular los pasillos de acuerdo a la carga, la velocidad, -

la posibilidad de tránsito de ida y vuelta.

En cuanto a la potencia, podemos decir que si las cargas se llevarán a grandes distancias o si hay rampas empinadas, se preferirá el montacargas impulsado por motor de gasolina, gas de petróleo licuado o diesel. Dichos montacargas presentan el inconveniente de que emiten gases. Los montacargas eléctricos son limpios, silenciosos y sin gases y se suelen preferir cuando la pulcritud es un requisito.



## CLARKLIFT® CFY-20

## ESPECIFICACIONES Y MEDIDAS

# ESPECIFICACIONES TECNICAS

## MODELO

CFY-20	Peso	2.065 Kgs.
CY	Peso	2.133 Kgs.

## CAPACIDAD Y DISTRIBUCION DE PESO

Porcentaje sobre las ruedas motrices (vehículo vacío) ..... 54 %  
 Capacidad nominal: 2000 Kgs. a 50 cm. del centro de carga.  
 Para otras capacidades ver tablas.

## RODADO

Standard	Medida	Telas	Presión
Tracción simple y dirección	6,50 x 10	10	100 lbs.

### Opcional

Tracción dual y dirección	6,50 x 10	10	100 lbs.
Tracción simple y dirección	6,50 x 10	macizo especial	

## VELOCIDAD Y DECLIVES

	Embrague o fricción	HIDRATORK
Velocidad de desplazamiento con carga nominal	16,9 Km/hora	17,6 Km/hora
Capacidad de subir rampas con carga nominal	31 %	31,5 %
	COLIZA STANDARD cargado	vacío
Velocidad de elevación	25,3 mts./minuto	28,6 mts./minuto
descenso	18,3 " "	24,4 " "

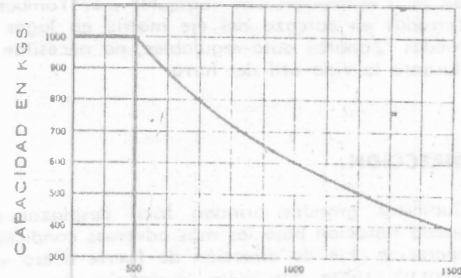
## MOTOR

IKA de 4 cilindros con regulador de velocidad centrifugo actuando en la punta del árbol de levas. Distribución a engranajes de diente helicoidal rectificado. Carburador ascendente.

Modelo	4L-151
Alesaje	84,138 mm.
Carrera	111,125 mm.
Cilindrada	2480 cm <sup>3</sup>
Cap. carter	4,75 lts.
Revoluciones reguladas con carga	2200
HP a revoluciones reguladas	49,5
Torsión máxima mkg.	16,6
Cap. tanque de combustible	37,5 lts.

Nota: LP Gas opcional a costo extra.

## TABLA DE CAPACIDADES



Centro de la carga en mm. desde el frente de las uñas.

Las capacidades nominales arriba indicadas están computadas con la coliza en posición vertical.

Se aplican para altura máxima de elevación de carga de hasta 4,00 Mts.

## DIMENSIONES Y ALTURAS DEL SUELO

Largo hasta el frente de las uñas	2120 mm.
Distancia entre ejes	1397 mm.
Ancho (ruedas motrices simples)	943 mm.
Trocha (matriz)	765 mm.
Radio de giro	1879 mm.
Pasillo básico para estibar en ángulo recto (añadir longitud de carga)	
Coliza	136 mm.
Eje matriz	184 mm.
Eje de dirección	181 mm.
Centro de chasis	203 mm.
Luz central	80 %

## FILTROS DEL MOTOR

Tres tipos: (1) Filtro de combustible (2) Filtro de aceite con elemento cambiabile de papel tipo automotor (3) Filtro de aire tipo seco con elemento cambiabile de papel plegado de 5 micrones.

## SISTEMA ELECTRICO

Batería	NEGATIVO A MASA
Tensión	12 Volts nominales
Capacidad	40 ampere-hora
Regulador de carga compuesto por	Disyuntor
	Limitador de intensidad
	Regulador de tensión

### Generador

Volts	12 nominales
Amperes	35 nominales

### Motor de arranque

Tensión	12 Volts nominales
Bendix	Centrifugo

## FRENOS

(Dos sistemas) Torsión del pedal multiplicada a través de reducción final en cada rueda motriz que reduce el esfuerzo y prolonga la vida de los frenos. Doble zapata de expansión hidráulica interna y forros adhesivos. Pedal ancho central en modelos Hydratork de fácil aplicación con cualquier pie. Tambores encerrados en carcasa del eje motriz en lugar de las ruedas. Zapatas auto-regulables, no necesitan ajuste durante la vida útil del forro.

## DIRECCION

Cubiertas grandes brindan fácil desplazamiento y buena flotación bajo las más adversas condiciones de operación. Eje de dirección de fuerte acero vanadio montado sobre dos bujes torsionales de goma que amortiguan y brindan articulación contra desniveles del piso hasta 15 cm. de altura. Topes eficaces para estabilidad lateral. Pivotes inclinados disminuyen el efecto de golpes. Tren de dirección tipo a bolidos circulares. El punto central geométrico y la angulación de 75° permiten giros cortos. Rótulas tipo automotor. Volante de 457 mm. de diámetro.

## EJE MOTRIZ Y CAJA DE VELOCIDADES

Montaje integral de tres puntos que incluye: motor, embrague, caja de velocidades, piñón y corona, diferencial y conjunto de eje motriz totalmente flotante. El peso del vehículo lo soporta la cañonera y no el eje palier. Reducción final planetaria en ruedas motrices totalmente blindada.

## EMBRAGUE A FRICCION

Monodisco seco de 280 mm. de diámetro de cambio rápido "quick-change" con revestimiento renchado de 25 mil g de torsión; control a pedal tipo automotor. Dos palancas de cambio directas a la caja: adelante-atrás y alta-baja que seleccionan 2 velocidades adelante y dos atrás.

## TRANSMISION HYDRATORK (OPCIONAL)

Das velocidades, engranajes en acople constante y eje de dirección. El convertidor multiplica la torsión del motor sin castigar la línea motriz ni engranajes. El aceite es enfriado por separado en un tanque situado en la parte inferior del radiador y filtrado a través de un elemento cambiante tipo automotor. Palanca direccional sobre el lado izquierdo de la columna de dirección. En lugares cerrados el juego libre del pedal de frenos acciona hidráulicamente una válvula que permite disminuir gradualmente la fuerza de frenado, incluso aunque el motor funcione a plena potencia para una elevación rápida.

## CILINDROS DE ELEVACION E INCLINACION

Embolos de inclinación cromados. Espectores para compensar el desgaste de empaquetaduras, cambiables desde afuera. Válvula de seguridad de inclinación garantiza un control eficiente contra derivas. Todos los cilindros tienen aros metálicos de protección para las empaquetaduras. Embolo de elevación tipo pistón de esfuerzo lateral mínimo. Regulador de caudal modulado reduce la velocidad de bajada cuanto más pesada la carga.

## INSTRUMENTAL

Amperímetro, Presión de aceite motor, Medidor de temperatura, Medidor de combustible, Cuenta-horas opcional a costo extra.

## COLIZA

Coliza telescópica de guías embutidas con roletes blindados. Perfil central de acero tratado SAE 1045 embutido en perfil fijo del mismo material, proveen un funcionamiento uniforme y brindan mayor durabilidad. Carro porta uñas con roletes de empuje lateral montados exteriormente para dar mayor estabilidad y evitar esfuerzos de la coliza. Una traba impide que la coliza interna se eleve antes de la completa elevación libre de las uñas.

## SISTEMA HIDRAULICO

Válvulas tipo carrete totalmente balanceadas a precisión brindan puestas en marcha y paradas suaves. Válvulas de alivio para sobrecargas, roscas SAE rectas y "O" rings de goma en todo el sistema de presión. Bomba hidráulica de paletas accionada por el motor a través de engranajes. Tanque hidráulico de chapa de 8 mm. montado sobre el chasis como parte integral del mismo. Mangueras hidráulicas de goma y malla de acero trenzado. Protección contra la suciedad: (1) Respiradero del tanque hidráulico con elemento cambiante de 5 micrones. (2) Filtro de caudal completo dentro del tanque de 25 micrones.

## CARRO PORTA UÑAS Y UÑAS

Construcción enteramente soldada para trabajos pesados, de acero 1045 contra impactos. Ajuste lateral de uñas de 0-1015 mm. con o sin parrilla opcional. Conveniente traba de acción rápida para asegurar las uñas. Uñas forjadas y tratadas térmicamente para mayor resistencia en toda la sección del talón.

## MANTENIMIENTO

El acceso a los órganos mecánicos del autoelevador es simple. Con tan solo abrir las tapas laterales y el capot quedan expuestos para la inspección la tapa de llenado del aceite hidráulico, varilla de nivel del aceite de motor, tapa de llenado de aceite del mismo, etc. Batería montada en plataforma giratoria para su mejor inspección y mantenimiento. Contrapeso de encajes laterales y un solo bulón de fijación, permite ser retirado rápidamente.

## ASIENTO

Amplio asiento y respaldo de goma espuma cubiertos de Vinil plástico. Cómodo respaldo curvado e inclinable. Corredera que permite un ajuste longitudinal de hasta 90 mm.

## TECHO Y PARRILLA

Estos accesorios son opcionales. CLARK EQUIPMENT COMPANY recomienda su uso y aconseja al propietario considerarlos indispensables.

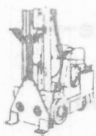
## COLORES

Dos tonos: Gris plateado combinado con uno de 5 opcionales: rojo, anaranjado, amarillo, verde o azul.

## OTROS

Reserva auxiliar de combustible accionada a mano de 2 lts. de capacidad. Acople tipo perno empotrado a 30 cms. del suelo. Bulones y tornillos cadmiados. Silenciador resonante detrás del radiador, frente a la corriente de aire, esparce el gas evitando el recalentamiento. Todas las superficies expuestas con antióxido y pintadas a soplete.

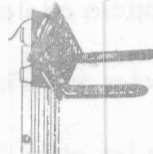
## Accesorios para autoelevadores



Sujecion de canastos



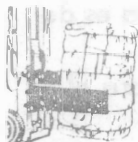
Accesorios de empuje



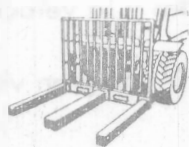
Horquilla giratoria



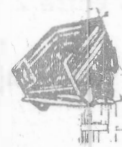
Pluma cuello de ganso



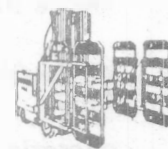
Dispositivo de sujecion



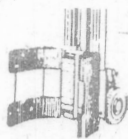
Horquilla de mordaza



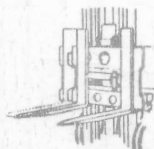
Canasto volcable



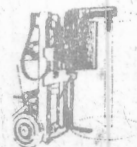
Sujecion de cartones



Sujecion giratoria de rollos



Giro lateral



Adaptador neumático



Manipuleo de barriles

6.- VEHICULOS ESPECIALES : Modernamente se han desarrollado una gran cantidad de vehículos diseñados y construidos para aplicaciones no comunes ; sin embargo, algunos tipos se han difundido llegando a ser más o menos comunes.

Entre ellos deben mencionarse dos :

1.- Autoelevador de carga lateral : Es un autoelevador de horquilla con cuatro ruedas normales y un mástil, que puede moverse lateralmente. Cuando tiene que tomar una plataforma, se coloca el vehículo a lo largo de la plataforma, el mástil y la horquilla se mueven hacia afuera, para tomar la carga, levanta, vuelve hacia atrás y baja y luego se desplaza el vehículo. El mástil tiene también un pequeño movimiento de inclinación hacia adelante. Se utiliza este equipo, preferentemente, para transportar materiales en los cuales predomina una dimensión con respecto a las otras dos, como son tablas, caños, vigas de acero, Etc. y en la mayoría de los casos no se utilizan pallets. Normalmente llevan cargas entre 2 y 15 toneladas y la velocidad máxima es de 40 Km/Hr. Tienen la ventaja de permitir una gran visibilidad para el operario.



*La carga larga completa  
puede ser manejada  
fácilmente por el  
montacargas.*



- 2.- ACARREADOR DE HORCADAS. En un elevador de cuatro ruedas, diseñado para que el material sea tomado por la parte inferior del vehículo. La carga, que en algunos casos se coloca en pallets, se levanta por medio de zapatas elevadores. Se ha difundido mucho en los últimos años -- en los E.E. U.U. y es muy apto para transportar materiales largos o voluminosos. Su capacidad puede llegar hasta 50 toneladas y tiene la ventaja adicional de poder desplazarse distancias grandes a una velocidad de 50 Km/Hr., aproximadamente, como por ejemplo del puerto a la fábrica directamente.

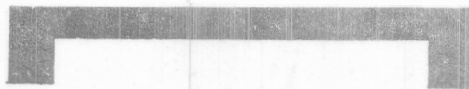
...##



Grupo 8 CAJAS DE TRANSPORTE Y EQUIPOS ESPECIALES : Las cajas de transporte (containers) pueden definirse como recipientes destinados a contener una cantidad de cierto material para su movimiento entre procesos, hacia depósitos, Etc. Existen una gran variedad de cajas de transporte normalizados y especiales, diseñadas para acarrear productos, partes, Etc. a través de todas las fases del ciclo de producción incluyendo expedición.

Veamos algunos tipos :

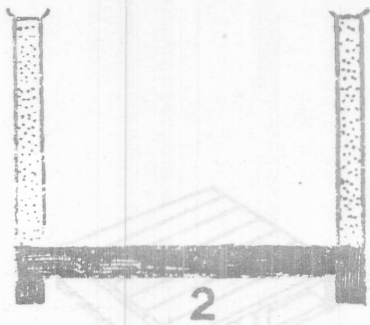
1).-



Esta es simplemente una plataforma (pallet).

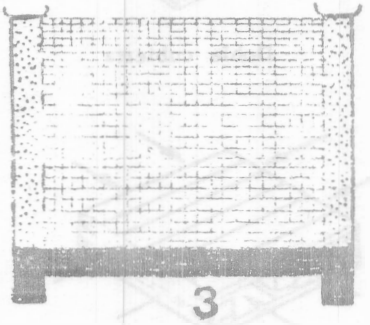
Destinado a transportar bolsas, paquetes, Etc. Existen diferentes medidas estandarizadas.

2).-



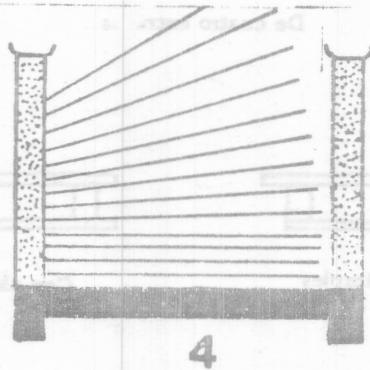
Igual al anterior con el agregado de cuatro columnas, lo que permite transportar tubos redondos, caños, Etc.

3).-



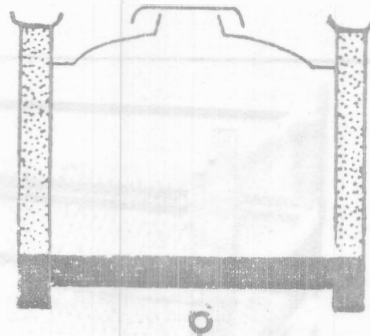
La forma básica se completa con tela metálica para el almacenamiento de partes que pueden estar en contacto, tales como piezas de fundición, piezas de plástico, Etc.

4).-



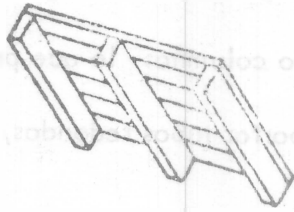
Consiste en base, columnas, costados y estantes para transportar piezas chicas en bandejas.

5).-

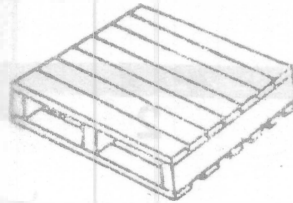


Similar a los anteriores, pero forjado interiormente para el transporte de material granular. Pueden hacerse también para transportar líquidos o elementos congelados.

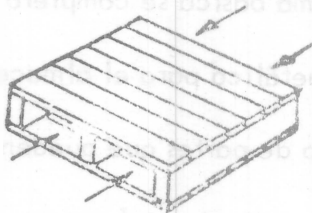
En la práctica, estas formas elementales adquieren diferentes configuraciones para servir a propósitos específicos. En algunos modelos, las paredes son desmontables o plegadizas a efectos de disminuir el espacio ocupado cuando están vacíos.



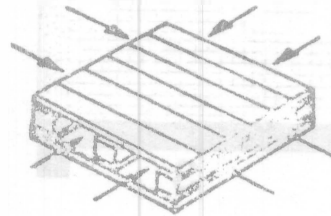
Simple cubierta



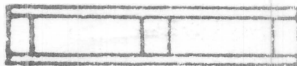
Doble cubierta



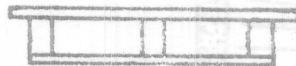
De dos entradas



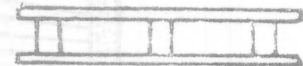
De cuatro entradas



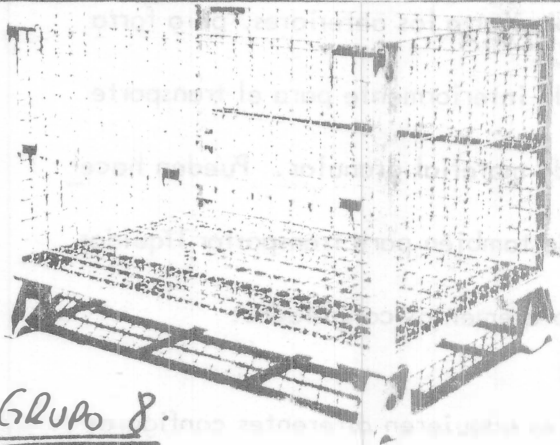
Sin aletas



Con aletas simples

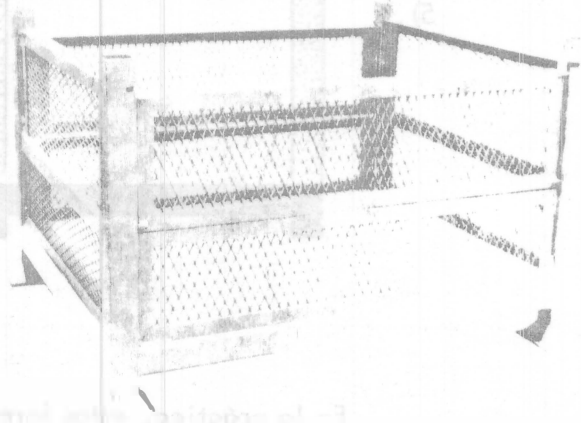


Con aletas dobles



Grupo 8.

Caja autoestibable de malla de alambre para almacenaje de materiales ó productos a granel. Por la ventaja de poderse estibar unas sobre otras, se logran mayores áreas aprovechables, ahorrando espacios horizontalmente. Se pueden acumular de 4 a 5 estibas, dependiendo de la altura de elevación de su motoestibador. En uso en Thompson Ramco, S. A. de C. V.



Caja autoestibable con malla de metal desplegado, de estructura tubular con una compuerta para operaciones de carga y descarga. Se pueden acumular de 4 a 5 estibas, dependiendo de la altura de elevación de su motoestibador. En uso en Massey Ferguson de Mexico, S. A. de C. V.

PALETIZADORES : Son máquinas destinadas a hacer pilas de productos que, generalmente, vienen en cajas, como son cerveza, productos alimenticios o también bolsas de cemento, Etc. La máquina recibe cajas individualmente y las acomoda sobre una plataforma o pallet de acuerdo a un patrón predeterminado, en el número de capas requerido. El pallet se monta generalmente sobre un pistón hidráulico. Las cajas se alimentan a la parte superior de la máquina y van descargando sobre el pallet que hace bajar el pistón.

Celdas fotoeléctricas cuentan el número de cajas y determinar orientación.

La carga completa es automáticamente descargada de la máquina. En la mayoría de los casos el pallet cargado es tomado por un montacargas.

Ejemplo de patrones que pueden hacer un paletizador a efectos de aprovechar óptimamente la superficie del pallet. (ver página No. 101).

Seguridad en el manejo de materiales . Este tema lo vemos, pues muchos ingenieros industriales, por causas no muy claras, son nombrados Jefes de Seguridad.

La seguridad en el manejo de materiales depende de las mismas normas y -

principios que los programas de seguridad en general. Los accidentes son de dos tipos principales :

- a). Debido a condiciones inseguras.
- b). Provocados por actos personales.

Las causas principales de las primeras son :

- 1.- Defensas inseguras.
- 2.- Diseño o construcción inseguro.
- 3.- Iluminación deficiente.
- 4.- Ventilación deficiente.
- 5.- Ropas inadecuadas.
- 6.- Herramiental no apropiado.
- 7.- Pisos en mal estado, Etc.

En cuanto a los actos personales que pueden provocar accidente, pueden

mencionarse :

- 1.- Operar equipos sin autorización.
- 2.- Trabajar con un equipo a velocidad peligrosa.
- 3.- Usar manos en vez de herramientas.
- 4.- Trabajar dispositivos de seguridad de los equipos.
- 5.- Distracciones, bromas, Etc.
- 6.- No utilizar dispositivos de seguridad (anteojos, guantes, Etc.).
- 7.- Dar mantenimiento a máquinas trabajando.

Con referencia a equipos específicos, los fabricantes proveen de normas e instrucciones para su operación. Como ejemplo de normas para vehículos industriales motorizados, podemos mencionar :

- 1.- Mantenga su carga lo más bajo posible estando en movimiento.
- 2.- Evite arranques o paradas bruscas.
- 3.- Disminuya su velocidad al acercarse a puntos peligrosos.
- 4.- Informe de pisos sucios.
- 5.- Asegúrese de levantar toda la carga.
- 6.- Use el claxón, Etc.



## EFICIENTE ALIMENTACIÓN DE VARIAS LÍNEAS

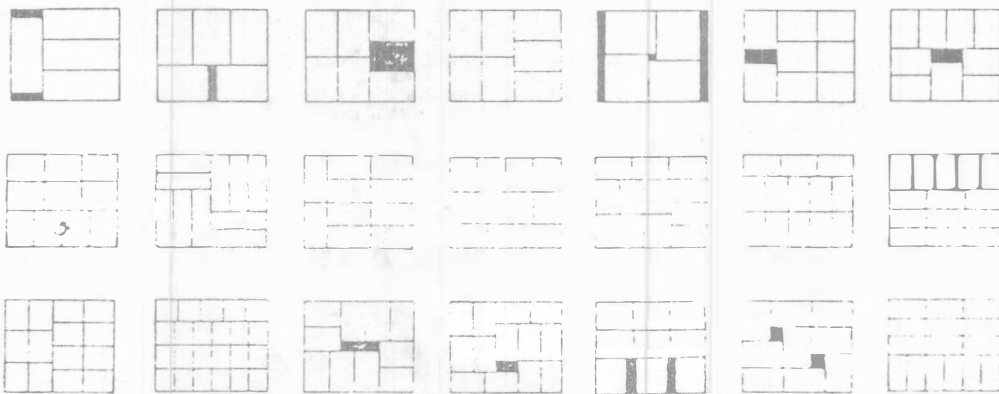
El dibujo muestra tres transportadores de acumulación transportando paquetes desde tres centros de producción diferentes. Cuando los controles de cualquiera de estas tres líneas de transportadores indiquen que una carga completa de paquetes ha sido acumulada, una señal es enviada al paletizador. Si el paletizador no está paletizando otra carga, aceptará los paquetes de la línea de acumulación que ha enviado la señal, y automáticamente contará las unidades de una carga completa. Si el paletizador está en operación al recibir la señal, esta será registrada en la memoria hasta que la carga en proceso se haya paletizado, en cuyo momento el paletizador aceptará los paquetes de la línea de acumulación en espera.

Cada producto tiene un patrón de estibo predeterminado, el cual es seleccionado automáticamente por la máquina al aceptar dicho producto. Un singular mecanismo de control permite el manejo de diferentes productos en cada línea de acumulación, asegurando que los mismos serán paletizados separadamente y sin mezclas. Si una carga completa de paquetes se ha acumulado en cada una de las tres líneas simultáneamente, éstas están diseñadas con una longitud de acumulación tal que les permite recibir la producción adicional durante el tiempo requerido en paletizar dichas líneas.

La carga completa es automáticamente descargada de la máquina. En la mayoría de los casos, la plataforma cargada es trasladada del transportador de descarga por medio de montacargas, aunque también es posible transportar la carga directamente a su punto de destino en el almacén.

## POSIBLES PATRONES PARA CAJAS, BOLSAS, O FARDOS

A continuación se muestran algunos de los tantos patrones que se pueden ejecutar en el paletizador Alvey. Otros innumerables patrones también pueden ser formados.





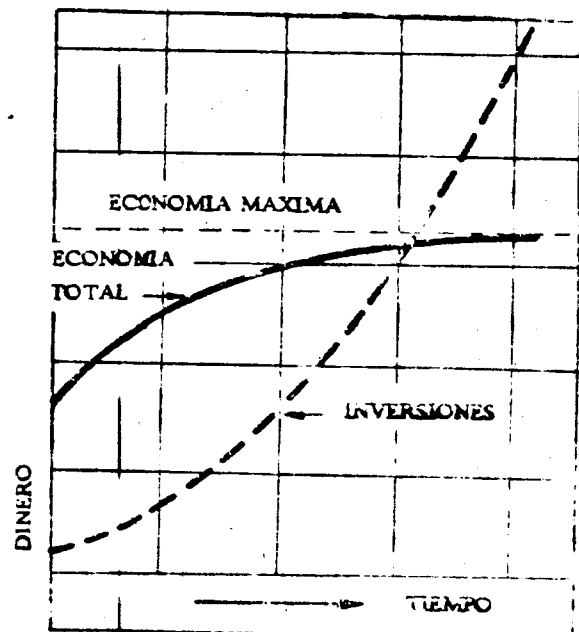
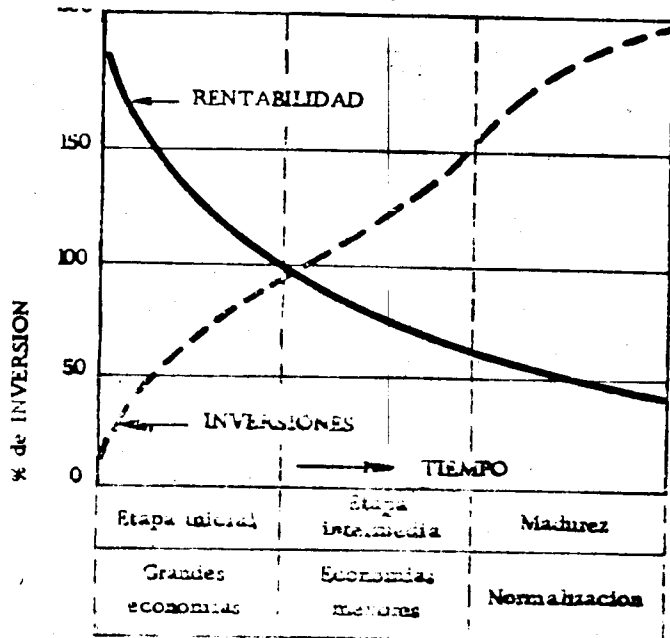
ANALISIS ECONOMICO : En el mejoramiento del manipuleo de materiales - pueden identificarse tres formas bien definidas :

- 1.- Etapa Inicial.
- 2.- Etapa Intermedia.
- 3.- Madurez.

Por supuesto que las líneas de división no son precisas.

En la primera etapa hay gran receptibilidad por parte de la dirección.

Cambios muy simples pueden producir economías muy grandes. A medida que el programa avanza, se van estableciendo mayores metas de rentabilidad lo -- cual en general no se verifica, pues se llega al límite de los rendimientos decrecientes. (Ley de los Rendimientos Decrecientes).



La etapa inicial, de gran desarrollo y rentabilidad, llega a agotarse y el programa entra en una faz intermedia en la cual los Ingenieros Industriales de-

dican mayor tiempo para obtener menores resultados siendo sus proyectos más detallados.

Al llegar a la etapa de madurez, los cambios son más limitados y específicos. En esta etapa la atención de los especialistas se centra en la normalización de equipos y métodos, mejorar el mantenimiento y las condiciones de seguridad. Es decir que todo el programa llega a límites de refinamiento, de investigación de nuevas técnicas y la incorporación de los últimos adelantos. En todas las etapas, pero especialmente en la última es indispensable contar con un método uniforme, simple y confiable para que la Dirección pueda realizar las propuestas económicas. Se puede aplicar el método que veremos en selección de maquinaria en el cual se calculaban los costos totales anuales para las alternativas. Suele disponerse también de formularios impresos como el de la figura.

ANALISIS DEL COSTO ANUAL PARA EQUIPOS DE MANEJO DE MATERIALES

Basado en \_\_\_\_\_ dias habiles

CONCEPTO	Metodo A			Metodo B			Metodo C		
	8	16	24	8	16	24	8	16	24
<b>INVERSIONES</b>									
Precio de compra del equipo									
Gastos de instalacion									
Cambios en instalaciones existentes									
Flete									
Trabajos de adaptacion									
Varios									
<b>TOTAL DE INVERSIONES</b>									
<b>GASTOS FIJOS</b>									
Depreciación (___ años)									
Intereses (___ %)									
Seguros									
Impuestos									
Supervisión									
Gastos administrativos									
Personal de mantenimiento									
Otros gastos									
<b>TOTAL GASTOS FIJOS</b>									
<b>GASTOS VARIABLES</b>									
Operarios									
Electricidad y/combustibles									
Lubricantes									
M.d.o. de mantenimiento									
Repuestos									
Otros gastos									
<b>TOTAL GASTOS VARIABLES</b>									
<b>TOTAL GASTOS ANUALES</b>									

\* Horas diarias de utilizacion

UNIDADES MAG (Adaptado del Systematic Layout Planning de Richard Muther).

En producciones diversificadas, que impliquen una apreciable variedad de materiales a transportar, ni el peso ni el volumen pueden usarse como magnitudes para mediciones con fines comparativos. Por este motivo y a fin de poder realizar el planeamiento global de una disposición, antes de establecer métodos y -- equipos de movimiento de materiales, se ha introducido la unidad denominada - MAG, que mide la transportabilidad de diferentes materiales.

El concepto y la aplicación de la unidad MAG, tiene sus limitaciones y puede esperarse del sistema una precisión del orden del 20%. No está basado - en investigación Científica sino que fue desarrollado en base a la experiencia - de especialistas en Lay Out y Movimiento de Materiales.

Los diferentes factores que afectan la facilidad o dificultad del transporte pueden reducirse básicamente a los 6 siguientes :

- A. Tamaño del elemento.
- B. Densidad o estado de agregación.
- C. Forma.
- D. Riesgo de daño al material, personal o equipos.
- E. Condiciones del elemento (limpio, aceitoso, Etc.)
- F. Costo (Incluido sólo en algunos casos).

El peso no se incluye porque para un material dado, es proporcional al tamaño y además indicamos la densidad o estado de agregación.

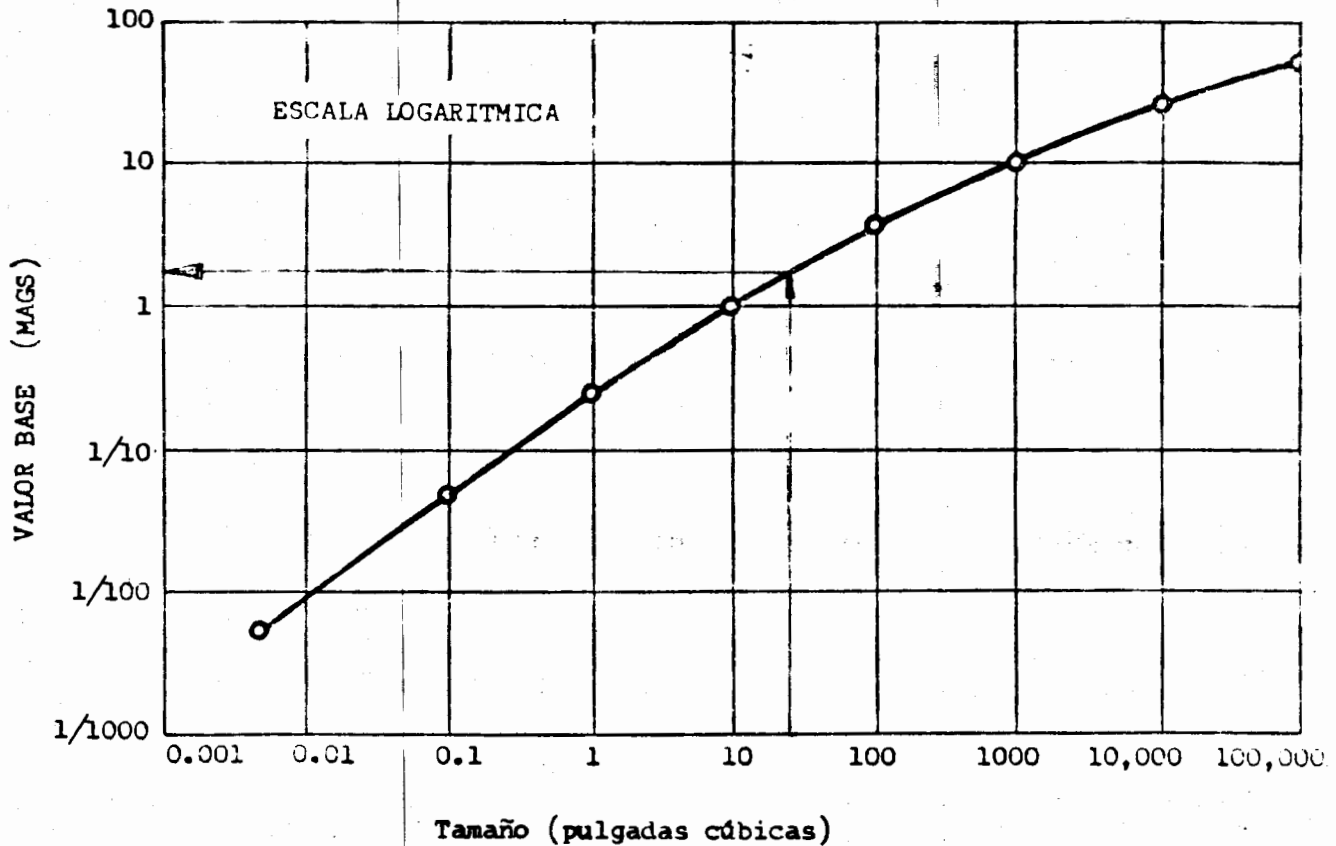
El sistema que aplica la unidad MAG establece un valor básico para el tamaño, que se incrementa o reduce luego, según valores que tienen en cuenta los factores mencionados anteriormente. Por definición un MAG es igual a una pieza de material que reúne las siguientes condiciones.

- 1.- Puede tenerse cómodamente en una mano.
- 2.- Es razonablemente sólido.
- 3.- Es de forma compacta y puede apilarse.
- 4.- Poco susceptible de ser dañado.
- 5.- Es razonablemente limpio, firme y estable.

Un ejemplo típico de 1 MAG es un cubo de madera seca de 10 pulgadas cúbicas de volumen.

Sobre esta base, una cajetilla de cigarros es 1/2 MAG, Etc. Para el factor A, existe un gráfico en escala logarítmica.

... ##



Puede consultarse en el libro de Richard Muther. Se observa que el valor base, no es directamente proporcional al volumen, dado que es relativamente más fácil transportar un material a medida que el volumen aumenta.

Al medir el volumen para usar este gráfico, debe tomarse las dimensiones exteriores y no restar los contornos irregulares o cavidades.

Para cualquier elemento, el número de MAGS, se calcula por la fórmula :

$$\text{MAGS} = A + 0.25A (B + C + D + E + F)$$

Los valores B, C, D, E, se encuentran tabulados. El factor F, no se incluye en la tabla dado que en general no lleva variaciones de transportabilidad dentro de la fábrica. No obstante, si la situación requiriése considerarlo, bastaría -- con fijarse un valor cero y desarrollar la escala.

Quando se transportan elementos planos en una pila, la unidad es la pila y

no la pieza individual. Entonces se aplicarán los seis factores a la pila : debe notarse que la cantidad de MAGS puede variar mucho de una operación a la otra a pesar de que la cantidad de material no lo haga, como en operaciones de pintura, estampado, Etc.

Ejemplo : A fin de planear una nueva disposición de talleres metalúrgicos, se trató de establecer, entre otras cosas, la intensidad de movimiento de materiales. Uno de los productos, es un tapón para ruedas de automóviles. El análisis del producto es :

Def: Tapón metálico de 12" cúbicas de volumen.

Operaciones :

- |                               |                          |
|-------------------------------|--------------------------|
| 1.- Corte de lámina en tiras. | 2.- Estampado en prensa. |
| 3.- Recorte.                  | 4.- Baños galvánicos.    |

Producción : 200,000 piezas/año.

Determinar el número de MAGS para el movimiento de estampado a recortado (op. 2 a 3).

Del gráfico, entrando con 12 pulgadas cúbicas, obtenemos  $A = 3$ .

De la tabla :  $B = -2$      $C = -1$      $D = 0$      $E = +1$

$$\text{MAGS} = A + 0.25 A (B + C + D + E)$$

$$= 3 + (0.25) (3) (-2 - 1 + 1) = 3 - 1.5 = 1.5 \text{ MAGS/pza.}$$

$$= 1.5 M/\text{pieza y } 200,000 \text{ piezas año.}$$

Intensidad de movimiento :

$$= 300\,000 \text{ MAGS/año.}$$

UNIDAD MAG.

GRADO	B. DENSIDAD	C. FORMA	D. RIESGO	E. CONDICION
-3	-----	Muy delgado y apilable o completamente anidable (lámina de hierro, hojas de papel, madera terciada)	-----	-----
-2	Muy liviano y vacío (láminas metálicas voluminosas)	Fácilmente apilable o anidable (Bloque de papel, cacerola)	No susceptible a ningún riesgo (Chatarra)	-----
-1	Liviano y voluminoso (Cartón corrugado plegado)	Bastante apilable o ligeramente apilable (Libro, tapón)	Susceptible a muy escaso riesgo (Fundición compacta)	-----
0	Razonablemente sólido (Bloque de madera seca)	Básicamente cúbico y apilable (Bloque de madera)	Ligeramente susceptible a algún daño (madera cortada a medida)	Limpio, firme y estable (Bloque de madera)
+1	Bastante pesado y denso (Fundición gris con cavidades)	Largo, redondo o algo irregular (Bolsa de cereal, barra corta)	Susceptible de daño por aplastamiento, rotura o raspadura (Piezas pintadas)	Aceitoso, resbaloso, inestable o incómodo de tomar (Virutas aceitadas)
+2	Pesado y denso (Fundición sólida)	Muy largo, esférico o irregular (Teléfono)	Muy susceptible a daño (Tubo de TV)	Cubierto de grasa, caliente, resbaloso o difícil de tomar
+3	Muy pesado y denso (Plomo, matriz metálica)	Muy largo, curvado, o muy irregular (Viga de acero larga)	Altamente susceptible a daños (cristales de vidriera)	(Superficies con adhesivos frescos)
+4	-----	Muy largo, muy curvado o particularmente irregular (Estructura de tubos, silla de madera)	Altamente susceptible a grandes daños (Acidos en vidrio, explosivos, material radioactivo)	(Acero fundido)



*valor por la rentabilidad total del manejo de materiales*

LA GERENCIA DE MATERIALES.

*Seguimiento y Suministro de movimiento.*

Controlar existencias y movimientos de materiales con miras a su eficiencia global, ha sido de particular interés en las grandes compañías, y adquirió jerarquía científica, con la introducción de la Investigación de Operaciones y el Procesamiento Electrónico de datos. Con relación a esas actividades, una interesante innovación se ha registrado en los últimos años. Se trata de la Gerencia de Materiales, una nueva función básica, cuyo objetivo es incrementar la rentabilidad de los capitales invertidos en materia prima, artículos en proceso y productos terminados.

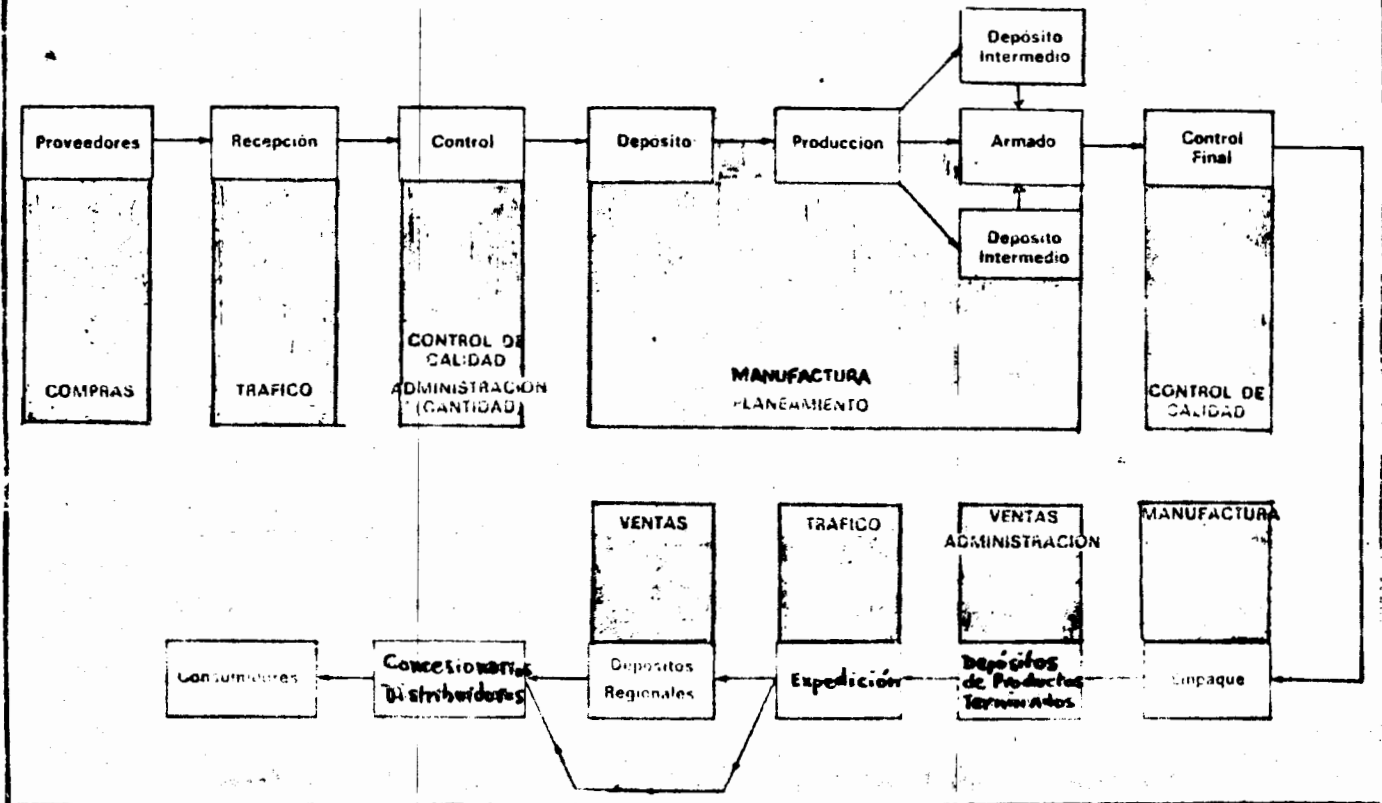
Tradicionalmente la administración de materiales es confiada en forma fragmentada a diferentes áreas de la empresa, que separadamente los controlan en cantidad y calidad, organizan sus movimientos y almacenajes, Etc.

La Gerencia de Materiales, en cambio, centraliza las subfunciones y -- personas que planean, programan, compran y controlan materiales desde la provisión de materia prima hasta su distribución física, bajo la autoridad y responsabilidad de un ejecutivo que actúa al mismo nivel que los gerentes de producción, compras, ventas, Etc.

Ejemplo : Si se considera el desplazamiento de los materiales y las responsabilidades pertinentes en una empresa integrada de producción y distribución, tendríamos un esquema como el siguiente :

... ##

### DESPLAZAMIENTO DE MATERIALES EN UNA EMPRESA DE PRODUCCION Y DISTRIBUCION



Se observa que la responsabilidad sobre los materiales y sus costos asociados, está dividida en varios departamentos sin la suficiente coordinación sobre la rentabilidad total. Dado la diversidad de funciones, sub-funciones y Departamentos de la Empresa que pueden tomar decisiones, que afectan el movimiento de materiales, es necesario CONCENTRAR la responsabilidad y autoridad bajo un gerente único que pueda planear, ejecutar y controlar las operaciones en su totalidad, independientemente de los intereses particulares de áreas específicas.

ASPECTOS ECONOMICOS. Dado el peso decisivo que sobre los costos del producto terminado, y el costo de inventarios, tienen los materiales, se considera actualmente, que el capital inmovilizado en ellos, debe ser objeto de un

... ##

análisis científico.

El control de inventarios, consiste en mantener los lotes óptimos que resulten de la aplicación de la Investigación de Operaciones, estableciendo -- los límites económicos para órdenes de compra, transporte, producción y depósitos. \*

Una de las primeras empresas que concretó la idea de la Gerencia de Materiales fue la GOODYEAR TIRE AND RUBBER Co. que hizo una descripción de 5 puntos principales para la función :

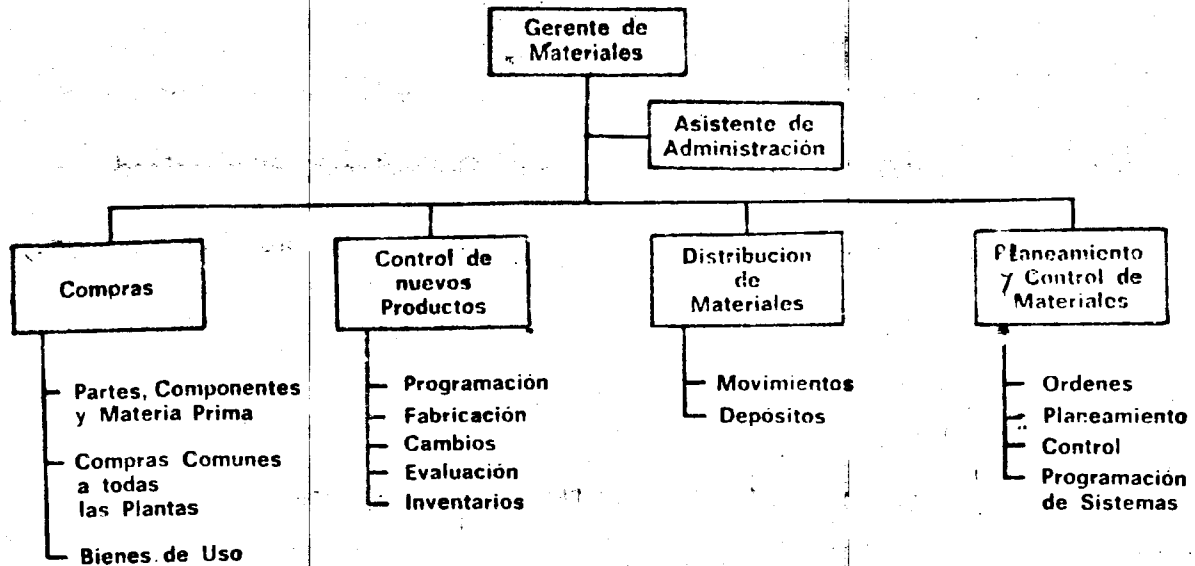
*Son  
Puntos  
Básicos  
de la  
función  
del  
gerente  
de  
materiales*

- 1.- Asumir plena responsabilidad por toda la inversión en materiales a fin de satisfacer a ventas sin ser dominado por él.
- 2.- Coordinar con producción los lotes económicos que impidan inventarios inaceptables.
- 3.- Implementar las directivas financieras con respecto a los inventarios. *(Como se voy a pagar! si hay artículos como)*
- 4.- Preparar pronósticos a corto plazo para control de Producción e inventarios.
- 5.- Considerar todos los factores estacionales y de obsolescencia referentes a los productos de la Empresa.

Posteriormente la IBM hizo una exposición más detallada de la función. -

Su organigrama toma la siguiente forma :

## LA GERENCIA DE MATERIALES EN LA DATA SYSTEM DE IBM



La oficina de movimientos cubre desde la recepción hasta la expedición y distribución geográfica.

Publican una serie de resultados con este organigrama :

- 1.- Rotación de materiales en proceso : Aumento 55% del 60/62. (anual)
- 2.- Demoras en despacho de máquinas : NINGUNA.
- 3.- Ordenes de compra procesadas por día/hombre : Aumento 16%.
- 4.- Se cumplieron las metas fijadas en compras.

Otras empresas como CHAMPION, ALLIS CHALMERS, RCA, muestran - cifras cuyo promedio es :

- Reducción de Inventarios : 40%
- Productividad por hombre : Aumento 28%
- Rotación de Inversiones : Aumento 50%

... ##

TECNICAS UTILIZADAS. Aparte del cambio que se produce en la organización formal, la Gerencia de Materiales no implica ninguna novedad, ya que, su dinámica participa de la aplicación de técnicas conocidas y que han sido gradualmente convalidadas con la experiencia y la práctica industrial.

Dado que el campo es muy amplio, muchas son las técnicas, de eficiencia y organización que pueden aplicarse.

Dentro de ellas mencionaremos :

1o. Para inventarios

Regla 20/80, ABC, Lote Económico.

Lo que entra primero sale primero.

Lo que entra primero sale último, Etc.

2o. Costos de movimientos y almacenaje

Estudios de tiempos y métodos.

Muestreos

Programación Lineal.

3o. Análisis y Comunicaciones.

Estadística, Inv. de Operaciones.

( colas, Etc. ).- Análisis Margi--  
nal.

Computación, Etc.

## CRITERIOS EUROPEOS

Algunas empresas han aceptado la idea de la Gerencia de materiales, aunque no todas aceptan sus consecuencias estructurales. En general, se ha tratado de desarrollar y centralizar funcionalmente los aspectos tecnológicos relativos al movimiento y almacenaje de materiales, más que a promover una integración económica financiera del control de los materiales. El criterio general en Europa parte de una definición de objetivos un poco diversa a la norteamericana: se considera como meta de la gerencia de materiales la reducción de costos en la recepción, almacenaje y movimiento de materiales durante el proceso y expedición. Se excluyen en casi todos los casos las actividades de compras y programación.

### Iniciación de un Programa.

Dado que una reestructuración con vista a la administración integral de los materiales exige una redistribución de funciones y personas, no puede iniciarse fácilmente desde niveles inferiores de la organización. En las empresas que lo han experimentado en los últimos años, la nueva función ha debido contar con el apoyo firme de la dirección y fueron gradualmente afectando a los gerentes.

Un punto clave del nuevo esquema es la selección del ejecutivo máximo que ha de dirigirlo. De acuerdo a la experiencia, no hay una especialidad que habilite más que las otras. Hay en la actualidad gerentes de materiales que anteriormente se desempeñaban en compras, ingeniería, administración, Etc.

ob. fue 2  
de un  
de un  
de un  
de un

No obstante, y dado el nivel en que actuará, es evidente que la persona seleccionada además de ser un ejecutivo capaz, con relevantes condiciones de organización, deberá poseer experiencia o haber recibido instrucción en los siguientes campos :

- 1.- Movimientos de materiales. (técnicas)
- 2.- Programación y control de la producción. (capacidades)
- 3.- Compras y control de inventarios.
- 4.- Control de calidad.
- 5.- Conocimientos básicos de Ingeniería Industrial y Procesamiento --  
Electrónico de datos.

Posibilidades en México. Si bien cada caso en particular indicará en qué medida las empresas puedan asimilar las experiencias extranjeras, podemos afirmar que, en general, una estructura tal como la tratada puede brindar a las empresas mexicanas considerables ventajas. Es de hacer notar, que el solo hecho de dibujar un organigrama no basta, y que los beneficios económicos financieros han de ser consecuencia de la aplicación inteligente de las técnicas de administración.

Se observa sobre todo en fábricas medianas y chicas que este tema se halla muy descuidado. La causa más frecuente es la falta de análisis por desconocimiento de las técnicas y la idea infundada de que toda racionalización exige grandes inversiones.

En las empresas grandes que cuentan con una sólida infraestructura económica y humana, el cambio de estructura hacia la gerencia de materiales debe -- repetir las experiencias de las empresas norteamericanas con probabilidades de obtener importantes beneficios.

#### Observaciones finales sobre la Administración de Materiales

1.- Como en otras áreas de la Ingeniería Industrial, hay un poco de confusión en la terminología con que se designa ésta función.

Aparte de los ya mencionados Gerencia de Materiales y Administración de -- Materiales, se usan en México otros términos como Aprovisionamientos, Su-- ministros, Logística.

Los dos primeros son fácilmente interpretables.

El término Logística proviene de las fuerzas armadas.

En éste campo se usa para mencionar todas las cosas que apoyan a las per-- sonas que directamente luchan. (armas, comidas, ropas, transportes, tiendas de campaña, etc). Para ejemplificar podemos mencionar dos ejemplos famosos: Se dice que el desembarco de las tropas aliadas en Normandía durante la se-- gunda guerra mundial fué un éxito total de Logística.

Napoleón fracasó en su campaña a Rusia por un problema de logística que hi-- zo que miles de franceses murieran congelados por la nieve o por el hambre.



2.- Proceso de desarrollo de la Administración de Materiales

Por supuesto que el desarrollo de la Administración de Materiales, no es -  
igual en todas las empresas. No obstante, parece ser que, en general, se -  
desarrollan las siguientes etapas:

Etapas 1. Todas las actividades de Administración de Materiales se llevan  
adelante por ejecutivos cuya principal actividad es otra y no -  
son muy concientes de ello.

Etapas 2. Se toma conciencia de las actividades más importantes de la Ad-  
ministración de Materiales pero éstas son desarrolladas por va-  
rias personas sin estar centralizadas.

Etapas 3. Todas las actividades de compras y cosas afines, son agrupadas -  
bajo las órdenes de un solo ejecutivo que gradualmente comienza  
a funcionar como Gerente de materiales.

Etapas 4. La Administración de los materiales se convierte en una verdade-  
ra actividad, considerada ésta como que agrega valor al producto  
(valor agregado). La Gerencia de materiales da asesoría especia-  
lizada a producción y mercadotecnia en sus problemas de distri-  
bución física.

3.- Metas de la Administración de Materiales

Todo Departamento de Administración de Materiales tiene por lo menos 10 ob-  
jetivos.

1. Obtener precios de compra de materiales lo más bajos posibles.
2. Lograr una alta rotación de inventarios.
3. Menores costos de almacenamiento. Si los materiales son movidos y almacenados eficientemente, el costo real disminuye.
4. Provisión continua. Es evidente que la interrupción en la provisión de materiales genera costos de ineficiencia que, de otra manera, podrían evitarse.
5. Consistencia en la calidad. La Administración de Materiales debe ser responsable únicamente por la calidad de los materiales y servicios -- provisión desde afuera de la Compañía. El departamento de producción es responsable por la calidad de los procesos de manufactura.
6. Menores costos de mano de obra. Esto es común a todos los departamentos de la compañía. Pero el problema debe verse en una correcta perspectiva. A veces, conviene pagar un peso más si ello me permite ahorrar \$1.01 en otra área.
7. Buenas relaciones con proveedores. Debe tenerse el concepto que los proveedores pueden contribuir a que una empresa tenga éxito.
8. Desarrollo del personal. Esto también es común. No debe olvidarse -- que las utilidades futuras de la empresa dependerán del talento de sus ejecutivos.

9. Buenos archivos. Ello ayuda a la Administración de Materiales a desarrollar mejor su trabajo. Los compradores de la empresa gastan el dinero de la misma y ello es una gran tentación para caer en la corrupción. Buenos archivos junto con bien planeados controles administrativos y auditorías periódicas, pueden desalentar a la corrupción.
  
10. Estandarización. Cuanto menor sea la variedad de artículos a controlar, más simple y eficiente será el proceso de Administración de Materiales. Por lo tanto, debe promoverse la estandarización y simplificación de las especificaciones. Ingeniería del Producto es la función responsable de esto, pero la Gerencia de Abastecimientos puede hacer contribuciones importantes. Por ejemplo, a través de revisiones periódicas de los inventarios para detectar artículos no estandarizados.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1.- "Manejo de Materiales". Immer, J. R. Ed. Hispano-Europea. 1972.
- 2.- "Manual de Ingeniería Industrial" Maynard, H. B. Mc. Graw Hill.
- 3.- "Material Handling Systems Design". Apple, J. M. Ronald, 1972.
- 4.- "Materials Management". Ammer, D.S. Irwin, 1974.

## SELECCION DE MAQUINARIA.

La compra de maquinaria, ya sea para reemplazar a otra vieja o que se trate de una nueva instalación, interesa a varios departamentos de la fábrica entre los cuales podemos citar :

1. Producción
2. Control de Producción
3. Mantenimiento
4. Ingeniería
5. Compras
6. Finanzas

los cuales deben ser consultados antes de tomar cualquier decisión.

En empresas grandes donde los ejecutivos deben disponer su tiempo entre varias actividades, se recurre al comité. Es decir que cada uno de los departamentos citados nombre a un representante, los cuales se reúnen periódicamente para tratar todos los asuntos relacionados con la maquinaria.

### MAQUINARIA PARA UNA FABRICA NUEVA.

Es un problema esencialmente diferente al de sustitución por estar vieja que veremos más adelante. Sin ser muy común, lo que si puede llegar a serlo es la elección de maquinaria para un producto nuevo.

Los pasos a seguir son :

- 1.- Obtener las especificaciones del producto y hacer una lista de los materiales, piezas, etc., que se necesitan con planos de las mismas.
- 2.- Determinar el volumen a fabricar.
- 3.- Hacer diagramas de las operaciones para las piezas, submontajes y montaje final.

- 4.- Hacer lista de Operaciones por clase de maquinaria en la que se realizarán.
- 5.- Obtener estimación sobre tiempos St. de las operaciones. Calcular capacidad diaria de las máquinas que se supone se instalarán y determinar el número de - ellas.
- 6.- Escoger los tipos de máquinas o marcas y tamaños que son más apropiados, tratando de mantenerse en la misma línea de las existentes.
- 7.- Estudio de la disposición de la maquinaria. Tener presente aspectos de nivelación, resistencia de pisos, Etc.

#### FACTORES BASICOS PARA EL REEMPLAZO DE MAQUINARIA.

Tanto si las máquinas se reemplazan de acuerdo con un programa, como si sólo se hace cuando surge algún problema relacionado con la fabricación (calidad, -- cantidad, nuevos productos, Etc.), es necesario realizar algún plan de investiga- -- ción. Este plan consistirá en hacer una lista de puntos que sirvan para evaluar la -- maquinaria existente, y la propuesta desde el punto de vista de la conveniencia -- técnica y el costo.

##### A. Factores Técnicos :

1. ¿Está desgastada o es vieja?
2. ¿Es inadecuada por veloc., calidad, resistencia?
3. ¿Carece de los controles, accesorios especiales y dispositivos de se-- guridad de las maqs. más modernas?
4. ¿La máquina propuesta hará además de los trabajos de la vieja algunos extras?
5. ¿Se aumentará la automatización ?
6. La máquina nueva tendrá ventajas desde el punto de vista de facilidad

de preparación del trabajo, comodidad, seguridad, mantenimiento?

B. FACTORES DE COSTO.

1. Costo actual de mantenimiento relacionado con el costo de mantenimiento de la maquinaria propuesta.
2. Costo de modificación de la maquinaria vieja.
3. Posibilidad de disminuir el desperdicio. (Productividad de los materiales).
4. Calidad de la mano de obra requerida.
5. ¿Podrá reducirse el No. de operarios para igual producción?
6. Vida útil estimada.
7. Período de Recuperación del Capital Invertido =  $\frac{\text{Inversión}}{\text{Utilidad}}$
8. En caso de cambios de diseño ¿ la máquina servirá ?
9. ¿ Ahorrará espacios?
10. ¿ Se dispone de fondos? ¿ Puede financiarse?

Todos estos puntos tienen una adaptación especial a la industria de que se trate, pero en forma general, son comunes a muchas.

ESTUDIOS SOBRE REEMPLAZO.

Se han desarrollado diferentes fórmulas para este problema pero ninguna es totalmente satisfactoria. No es fácil encontrar un método de teoría correcta y lo bastante sencillo para su aplicación práctica.

Ciertos métodos tabulares tienen la ventaja de hacer intervenir todos los factores, de manera tal, que se realiza un cálculo seguro.

El método que veremos a continuación es de esta clase. Consiste en hallar los costos totales (por lo general anuales) para fabricar la cantidad deseada para las alternativas que se comparan.

Sea

I = Inversión en la maquinaria existente o propuesta. Para la propuesta, es el costo instalada y en condiciones de funcionamiento. Para la existente, es el valor realizable cualquiera sea el valor de libros.

A = % Anual admitido sobre el capital invertido.

B = % Anual asignado a impuestos, seguros, etc.

D = % Anual asignado a Depreciaciones.

C = Costo anual de conservación (mantenimiento)

E = Costo anual de energía eléctrica, fuerza matriz o suministros.

F = Costo anual del espacio asignado a las máquinas.

M = Costo anual del material.

L = Costo anual de Mano de Obra Directa.

Y = Carga fija total por año  $Y = I (A + B + D)$

R = Carga total por año para producir la cantidad deseada.

$$R = Y + C + E + F + L + M$$

Se usan subíndices para comparar lo propuesto con lo existente.

El Inversión sobre el capital invertido es un punto que requiere especial atención.

Este método supone que A y B se calculan sobre valores depreciados linealmente.

O sea que A y B hay que calcularlos sobre valores medios.

Si A' es el apropiado % anual admitido y N la vida estimada en años, entonces

$$A = \frac{1}{2} A' \left( \frac{N+1}{N} \right) \text{ es decir } N=1 \therefore A=A'$$

$$N=2 \therefore A=3/4 A'$$

si N es grande, A tiende a ser -

$$\text{igual a } \frac{1}{2} A'$$

Ejemplo No. 1 : Una fábrica de muebles estudia reemplazar dos máquinas viejas por otra más moderna y automática. La nueva cuesta \$120,000.00, siendo su vida estimada de 3 años con un rendimiento del 15% sobre la Inversión Media. Las viejas -- costaron \$65,000.00 cada una y se compraron hace 5 años. La vida útil se estimó en 10 años y, por lo tanto, su valor de libros es de \$32,500.00 cada una, aunque su valor realizable es de \$17,500.00 cada una. Las cargas fijas sobre las máquinas existentes se considerarán sobre su valor realizable suponiendo que le quedan 3 años de vida, con un interés de 15% sobre la inversión media. La maquinaria vieja requiere un operario por máquina. La nueva también. Debe considerarse un 2% para seguros e impuestos.

$$A = \frac{1}{2} \times 0,15 \left( \frac{3+1}{3} \right) = 0,10$$

$$B = \frac{1}{2} \times 0,02 \left( \frac{3+1}{3} \right) = 0,013$$



Maquinaria Existente	Símbolo	Maquinaria Nueva
\$ 35,000.00	I	\$ 120,000.00
0.10	A	0.10
0.013	B	0.013
0.333	D	0.333
0.446	A+B+D	0.446
$35,000 \times 0.446 = 15,610.00$	Y	$120,000 \times 0.446 = 53,520.00$
5,000	C	3,500.00
3,500	E (Energía)	3,100.00
800	F (Espacio)	400.00
- . -	M	- . -
134,000.00	L (Mano de Obra)	67,000.00
\$ 158,918.00	R	\$ 127,520.00

En consecuencia convendrá realizar el cambio por la máquina nueva, pues tendremos un ahorro anual de \$ 31,390.00 y además se garantiza un A del 10%.

Ejemplo No. 2: Por ampliaciones una compañía que fabrica piezas para la industria automotriz necesita 32 tornos más de 1 huso, que cuestan \$960,000.00. Un operario atiende 4 tornos. Se ha sugerido adquirir tornos de husos múltiples siendo entonces necesario solamente 6 tornos que cuestan \$1.200,000.00, siendo necesario en este caso un operario por torno. Se estima que ambos tipos de tornos tienen una vida útil de 5 años con un interés del 25% sobre la inversión media y un 3% asignado a seguros e impuestos.

$$A = \frac{1}{2} \times 0.25 \left( \frac{5+1}{5} \right) = 0,15$$

$$B = \frac{1}{2} \times 0.03 \left( \frac{5+1}{5} \right) = 0,018$$

31 Tornos de 1 huso	Símbolo	6 Tornos Husos Múltiples
\$960,000	1	120,000
0,15	A	0,15
0,018	B	0,018
0.20	D	0.20
0,368	A+B+D	0,368
960,000x 0,368=353,280	Y	1.200,000x 0,368=441,600
65,000	C	60,000
55,000	E	49,500
22,000	F	18,000
- . -	M	- . -
(8 operarios) 949,000	L	(6 operarios) 711,750
\$1,444,288	R	#1,280,850 <sup>00</sup>

En consecuencia la compra de los tornos automáticos proveerá una economía anual de \$ 163,438.00

En realidad, éste es un problema de Selección de maquinaria más que de Reemplazo. En vista del resultado obtenido, podría pensarse en analizar la conveniencia de reemplazar los tornos que la fábrica ya tiene, por otros de husos múltiples. Para ello habría que determinar el precio de venta (I) de los tornos usados y desarrollar el cálculo en forma análoga.

El método explicado es independiente de los métodos generales de contabilidad y calcula la depreciación en forma lineal. Puede incluirse un parámetro T que es el costo de la mano de obra indirecta. No lo hemos incluido debido a que en general no varía. Es de hacer notar que no es correcto suponer que la economía de mano de obra indirecta sea proporcional a la directa.

Estos estudios se hacen basándonos únicamente en el costo. Pero puede existir muchas otras razones en la decisión como son : calidad, imagen en la compra, publicidad, intangibles, etc.

INDICES QUE PUEDEN ACOMPAÑARSE A ESTUDIOS DE  
FACTIBILIDAD

1ro. Rentabilidad =  $\frac{\text{Utilidad}}{\text{Capital ó Inversión (para un equipo)}}$  (1)

Recordando que : Activo = Pasivo

$$\text{Activo} = \text{Capital} + \text{Pasivo Exigible} = K + P.E.$$

$$\therefore K = A - P.E.$$

Reemplazando en (1)

$$R = \frac{\text{utilidad}}{A - P.E.}$$

Esta fórmula nos permite enunciar un principio financiero muy importante .  
A efectos de maximizar la Rentabilidad, se deberá tratar de trabajar con activos mínimos. Naturalmente que mínimos significa que no sean excesivos, pero no que sean tan bajos que ya no generen los ingresos necesarios. O sea que a igualdad de ingresos, hay que tratar de tener los menores activos posibles. En consecuencia se deberá tratar de trabajar con un mínimo de cuentas por cobrar, de inventarios, de máquinas, Etc.

En empresas normales , la Rentabilidad comúnmente aceptada es del orden del 10 al 20% en dinero constante.

2.- Período de Recuperación del Capital Invertido (P.R.C.I.)

$$P.R.C.I. = \frac{\text{Inversión}}{\text{utilidad/periodo}} = \frac{1.000,000 \$}{250,000 \$ / \text{año}} = 4 \text{ años}$$

Como su nombre lo indica, nos da el tiempo en el cual se recupera la inversión realizada.

### 3.- Índice de Endeudamiento

$$\text{I. de E.} = \frac{\text{Pasivo Exigible}}{\text{Pasivo Total}} = \frac{\$ 100,000}{\$ 400,000} = 0.25$$

Significa que por cada \$ 100, que tenemos como financiamiento, \$25.00 provienen de terceros (bancos, proveedores, etc.).

Este índice puede ser importante pues hay empresas que fijan un límite muy rígido a éste índice de manera tal que en oportunidades se deben desechar proyectos para no pasarse del límite.

Además los bancos antes de prestar dinero, calculan este índice.

Se considera como normal un índice del endeudamiento cercano al 50 %. - Valores mayores indican que la empresa no tiene mucha solvencia de pago.

### 4.- Rotación del Patrimonio

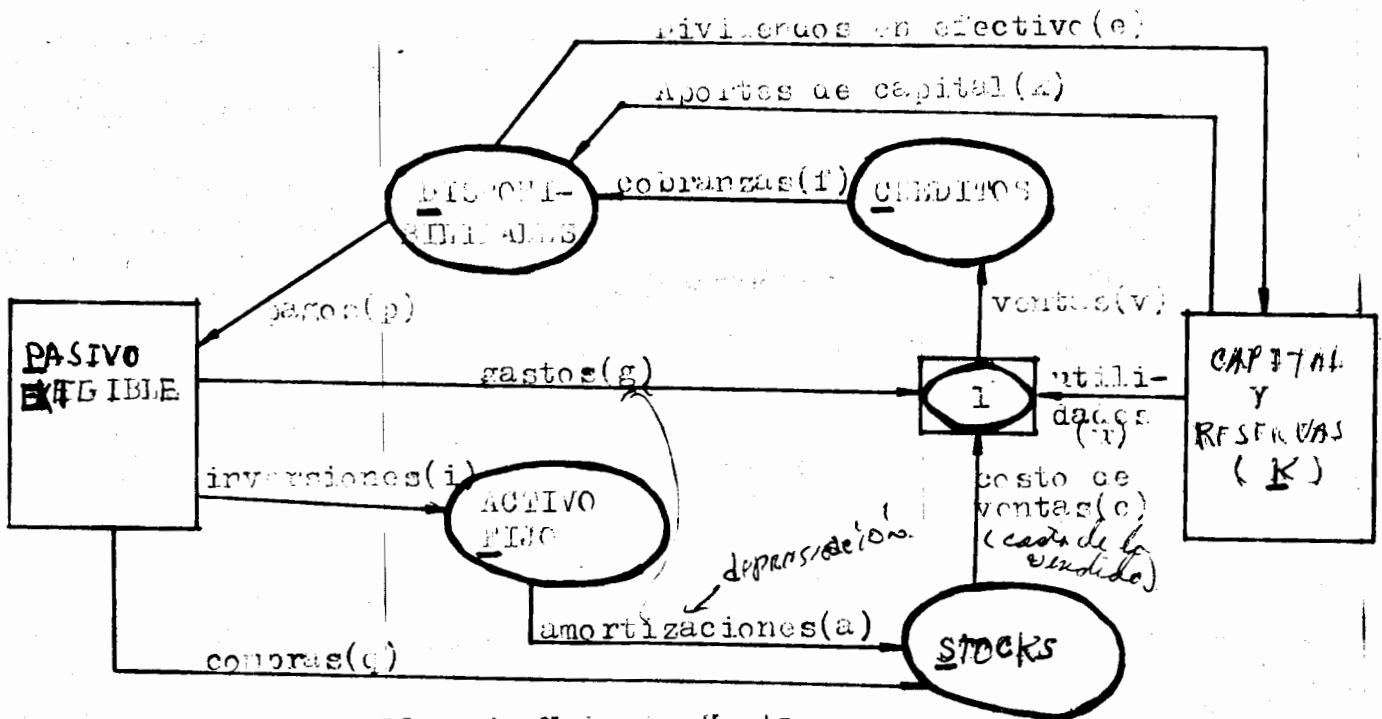
$$\text{R. del P.} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Inversión}} = \frac{\$ 300,000.00}{\$ 150,000.00} = 2.$$

Significa que por cada peso de inversión por parte de los dueños, se venderán dos pesos. Se define para un período dado.

Varía este índice de 2 a 4 para empresas livianas y está alrededor de 1 en empresas de grandes inversiones.

DINAMICA ECONOMICA FINANCIERA

Vamos a ver en casos simplificados, distintos tipos de empresas en evolución y qué es lo que ocurre con la economía y las finanzas de esas empresas ante cambios en el mercado, o sea, qué es lo que ocurre ante expansiones o contracciones de las ventas. Usaremos un modelo simplificado con cuatro cuentas de activo y dos de pasivo. Para representar el esquema usaremos un modelo hidráulico, que simula tanques y tubos que conduce un fluido, que es dinero.



1.- Es el llamado Nudo de Ventas.-

*costo de inventarios no vendidos*

Conviene aclarar la diferencia fundamental entre lo que se llama aspecto financiero y aspecto económico en una empresa.

El aspecto financiero se refiere a lo que acontece en el tanque disponibilidades o caja. Para que la empresa funcione bien financieramente, la disponibilidad de efectivo en caja debe exceder siempre a las demandas. El aspecto económico se refiere a lo que ocurre en el nudo de ventas y en particular al signo y al ---

monto de las utilidades. Una empresa evoluciona bien económicamente, si está obteniendo ganancias proporcionales al monto del patrimonio de la empresa.-

Es decir, que el indicador económico fundamental es la relación entre las utilidades y patrimonio. A dicha relación la hemos definido como Rentabilidad. La Rentabilidad en una empresa debe ser mayor de lo que cuesta el dinero en el mercado a efectos de compensar el mayor riesgo y la inmovilidad del capital.-

Es natural que una mejor situación económica trae aparejada una mejor evolución financiera.-

El caso contrario es una empresa que tiene una situación financiera aceptable y un serio problema económico, como ocurre con algunas empresas del estado que éste mantiene por motivos sociales muy importantes pese a que dan pérdidas. Ello significa que si bien financieramente la situación no es brillante, económicamente la situación es mala.

Volviendo al modelo hidráulico, las leyes que relacionan a todas esas variables son:

Activo = Pasivo

$$D + S + F + C = K + P.E.$$

Para las variaciones: Cuentas de Activo: Lo que entra menos lo que sale.

Cuentas de Pasivo: Lo que sale menos lo que entra.

$$\begin{aligned} \Delta F &= i - a ; \Delta K = k + u - e ; \Delta C = v - f ; \Delta S = q + a - c \\ \Delta D &= f - p + k - e ; \Delta P.E. = q + i + g - p ; u = v - c - g \end{aligned}$$

Estudiaremos 2 ó 3 casos concretos con este esquema a efectos de ver como evolucionan estos elementos.

1a). Empresa Deudora ante contracción de ventas : Llamamos empresa de estructura deudora a aquella que tiene pasivos exigibles mucho mayores que sus créditos. es decir que compra a plazos y vende al contado. Veremos que una empresa de este tipo tiene problemas financieros ante una contracción de ventas e inversamente tiene holgura ante expansión de ventas.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)
P	v	c	g	u	q	a	i	k	e	f	p	$\Delta D$	D	C	S	F	P	K
													8	0	20	50	24	54
1	10	6	2	2	5	1	1	0	0	10	8	2	10	0	20	50	24	56
2	10	6	2	2	5	1	1	0	0	10	8	2	12	0	20	50	24	58
3	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	8	-3	9	0	20	49	20	58
4	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	8	-3	6	0	20	48	16	58
5	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	8	-3	3	0	20	47	12	58
6	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	4	1	4	0	20	46	12	58
7	5	3	2	0	2	1	0	0	0	5	4	1	5	0	20	45	12	58

*Balances al final del mes*

Explicación :

Columna(1) = Son los períodos.

(2) = Las ventas caen de 10 a 5 en el 3er. período.

(3) = Al caer las ventas, el costo de las mercancías vendidas también cae a la mitad.

(4) = Los gastos son esencialmente fijos y por lo tanto no varían.



(5) = La empresa venía ganando 2 y por la recesión paso a trabajar en el punto de equilibrio.

(6) = Las compras disminuyen por la recesión.

(7) = Las amortizaciones son constantes.

Columna (8) = La empresa venía invirtiendo la mitad de lo que ganaba. Cuando se produce la recesión, la empresa reduce sus inversiones a cero, - tratando de manejarse de la forma financiera más adecuada.

Columna (9) y (10) = Suponemos que no hay aportes ni dividendos.

Columna (11) = Las cobranzas coinciden con las ventas pues dijimos que es una - empresa de estructura deudora.

Columna (12) = Las compras se hacían a 3 periodos. Aquí es donde se crea el problema pues apenas en el 6o. trimestre va a pagar 4.

Columna (13) = Lo calculamos en función de  $f - p$ .

Partiendo del dato de la 1era. situación se puede entonces reconstituir la estructura de activos y pasivos. (columnas 14 a 19). Estos valores deben ir intercalados entre las columnas 1 a 13 pues indican el resultado del periodo.

Por lo tanto el resultado económico es una reducción de utilidades.

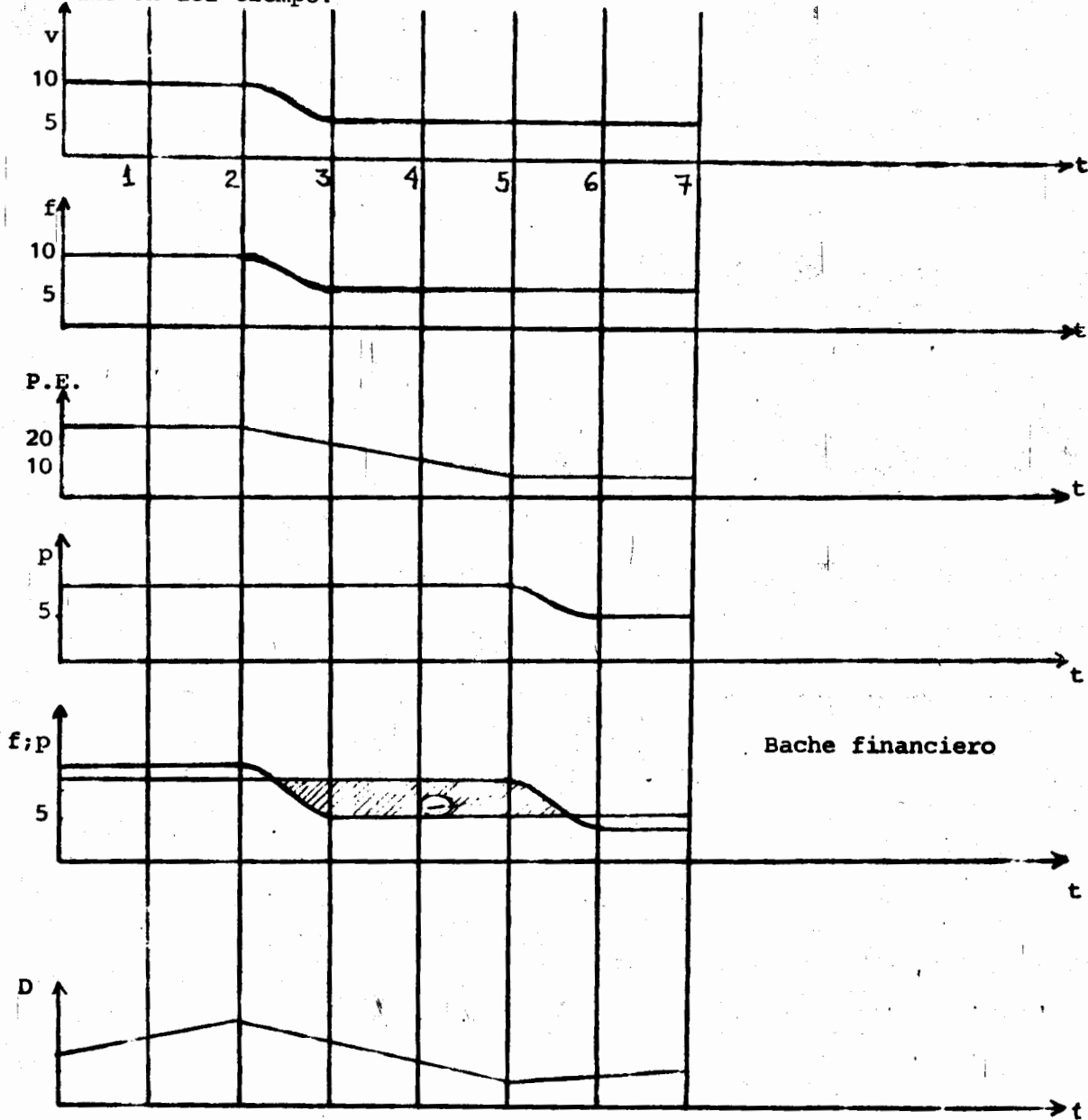
El resultado financiero es que la empresa tiene dificultades llegando en el - ejemplo a un mínimo de 3, que podría haber sido negativo si la disponibilidad inicial hubiera sido de 4 por ejemplo.

Nótese que antes de las crisis, nuestros proveedores nos estaban financiando - 24 de pasivos. En el nuevo régimen que se establece, nuestros proveedores siguen manteniendo los 3 periodos de créditos, pero a un nivel de operaciones mucho menor, que-

re decir que, en 3 períodos nos desaparecen 12 de financiamiento, o sea que, nuestros Pasivos Exigibles se reducen, lo que trae siempre problemas financieros.

Otra manera de ver ésto es graficando los principales índices en-

función del tiempo:



Otro asunto que conviene hacer notar es el siguiente :

Teníamos que :

$$D + C + S + F = K + P.E$$

$$\Delta D + \Delta C + \Delta S + \Delta F = \Delta K + \Delta P.E.$$

$$\Delta D = \Delta P.E - \Delta C - \Delta S + a - i + k + u - e$$

Para el estado inicial y final la empresa se encuentra en régimen es decir que no varían los Pasivos Exigibles ni los créditos ni los stocks, no hay aportes ni dividendos en efectivo y por lo tanto :

$$\Delta D = a - i + u$$

$$\Delta D(1) = 1 - 1 + 2 = 2$$

$$\Delta D(7) = 1 - 0 + 0 = 1$$

De aquí se deduce otro principio general : Cuando la empresa está en régimen o sea ventas, compras, cobranzas, etc., constantes, la variación de disponibilidades es igual a las amortizaciones, más las utilidades, menos las inversiones. Esto explica como una empresa puede estar en pérdida durante un tiempo y no notarlo financieramente, pues puede ocurrir que las pérdidas sean menores que las amortizaciones y entonces financieramente no se siente e incluso puede haber incrementado de disponibilidades.

Si hiciéramos el caso contrario para una estructura como la planteada, es decir, que las ventas pasarán de 10 a 14, por ejemplo, veremos que el problema es opuesto y se genera un superávit financiero abultado.

... ##

2do). Empresa de Naturaleza Acreedora : La definimos como aquella en la -  
 cual los Créditos son mayores que los Pasivos exigibles, es decir que --  
 compra al contado y vende a plazos . Veremos que una empresa de este  
 tipo tiene problemas financieros ante una expansión de las ventas y tiene  
 holgura financiera en casos de contracción.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
P	v	c	g	u	q	a	i	k	e	f	p	AD	D	C	S	F	P	K
1	10	7	2	1	6	1	1	0	0	10	9	1	20	30	20	50	9	111
2	10	7	2	1	6	1	1	0	0	10	9	1	21	30	20	50	9	112
3	20	14	2	4	13	1	2	0	0	10	9	1	22	30	20	50	9	113
4	20	14	2	4	13	1	2	0	0	10	17	-7	23	40	20	51	17	117
5	20	14	2	4	13	1	2	0	0	10	17	-7	16	50	20	52	17	121
6	20	14	2	4	13	1	2	0	0	20	17	3	9	60	20	53	17	125
7	20	14	2	4	13	1	2	0	0	20	17	3	12	60	20	54	17	129
													15	60	20	55	17	133

Explicación :

Columna No. 1 : Son los períodos.

Columna No. 2 : Las ventas saltan en el tercer período al doble.

Columna No. 3 : El costo de las mercancías vendidas pasa al doble.

Columna No. 4 : Los gastos fijos son constantes y se mantienen en 2.

Columna No. 5 : Las utilidades se incrementan a 4 con la expansión de las ventas.

Columna No. 6 : Las compras eran de 6 y pasan a 13.

Columna No. 7 : Las amortizaciones con constantes.

Columna No. 8 : Las inversiones se incrementan de 1 a 2. Esto es un caso bastante común que a un mayor nivel de actividad corresponden mayores inversiones como por ejemplo acelerar un programa de renovación.

Columna 9 y 10 : Suponemos que no hay aportes ni dividendos.

Columna No. 11: Las cobranzas eran de 10. Como las ventas se realizan a tres períodos, recién en el sexto saltan a 20.

Columna No. 12: Suponemos que los pagos se realizan a 1 período. Por lo tanto en los tres primeros pagamos 9 y luego saltan a 17 de manera que:

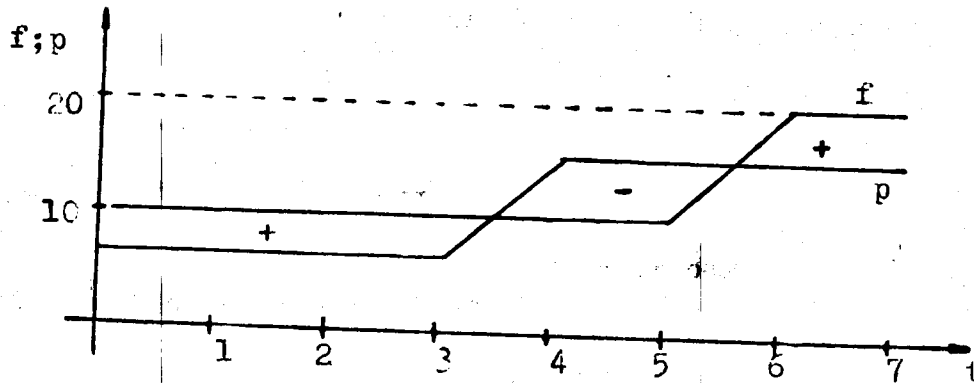
$$p = g + q + i$$

Columna No. 13: La variación de caja la calculamos con la fórmula. Dado que - los pagos se incrementan más rápido que las cobranzas, durante - los dos períodos de diferencia hay un déficit.

Partiendo de un balance inicial como el indicado (dato), vamos calculando la evolución de las columnas 14 a 19.

La conclusión es que una empresa de Estructura Acreedora, frente a una reactivación del mercado, tiene como efecto económico una mejora notable, pues la duplicación de las ventas produce una cuadruplicación de las utilidades y como efecto financiero ocurre que la empresa tiene dificultades.

Representaremos :



Como ejemplo podemos citar a algunas empresas textiles que venden en promedio a 6 u 8 meses y pagan a 2 ó 3 meses, al producirse una reactivación brusca del mercado se encuentra con que vende más, gana más e igual se le presentan problemas financieros.

Naturalmente que en este tipo de empresas ocurre exactamente lo contrario en las recesiones o sea que bajan las ventas, comienzan a perder, pero financieramente tienen holgura.

Para finalizar podemos hacer una lista de situaciones que traen aparejados problemas financieros.

- (1) Por contracción de actividades en empresas deudoras.
- (2) Por expansión de actividades en empresas acreedoras.
- (3) Contracción del crédito de los proveedores (verlo en la fórmula del flujo de caja).

$$\Delta P = q + i + g - p \quad \therefore P \text{ aumenta, } \Delta P \text{ es menor y } \Delta D \text{ es menor.}$$

- (4) Vencimientos importantes de obligaciones no renovables.  $\Delta D$  disminuye en la fórmula del flujo de caja.
- (5) Inversiones de Activo Fijo financiados a corto plazo.
- (6) Acumulación importante de stocks de cualquier naturaleza.  
Ello se debe a que aparece  $\Delta S$  en la fórmula con signo negativo.
- (7) Dividendos en efectivo importantes.
- (8) Alargamiento de los plazos de créditos concedidos (fórmula del flujo).
- (9) Pérdidas (Cambia el signo de u en la fórmula del Flujo de Caja).



## MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

### 1. INTRODUCCION.

El fin perseguido por el mantenimiento es conservar en buen estado los edificios, terrenos, maquinaria e instalaciones de fabricación.

En las fábricas pequeñas las actividades de mantenimiento se combinan con el trabajo de otros departamentos, como el de Ingeniería ó el de Producción.

En las fábricas grandes se organiza éste trabajo independientemente, con un ejecutivo encargado que despacha directamente con el Gerente Industrial o el Superintendente. El término empleado a menudo para designar la función de mantenimiento, en el sentido más amplio, es el de Ingeniería de Fábrica.

La tendencia moderna de organizar el trabajo de mantenimiento, es consecuencia de varias cosas. Entre ellas podemos mencionar:

1. Las interrupciones de la producción pueden ser causa del incumplimiento de los plazos de entrega convenidos, con graves consecuencias y pérdidas de clientes.
2. Los gastos de servicios auxiliares como vapor, aire, electrici-



dad, agua, etc., se reducen mediante un trabajo de conservación continuo.

3. La especialización en el trabajo de mantenimiento, da como resultado una mayor garantía en el trabajo realizado, al mismo tiempo que se reduce el costo.
4. El planeamiento correcto de las actividades de mantenimiento, asegurará la existencia en almacén de las piezas de recambio necesarias.
5. La creciente mecanización que, si bien disminuye los costos de mano de obra directa, exige que, por lo menos una parte del beneficio obtenido, se gaste en conservar las instalaciones.

De estos puntos mencionados, vemos que el principal objetivo del mantenimiento es anticipar e impedir las interrupciones no programadas en la producción y conservar la maquinaria en un estado tal, que permita obtener un alto rendimiento.

#### 1. Organización del Mantenimiento.

Para analizar la organización del Departamento de Mantenimiento, conviene dividir el tema en 3 partes:

2.a. Responsabilidades

2.b. ¿Qué papel desempeña?, o sea, qué hace o debería hacer.

2.c. ¿Qué posición debe tener el Mantenimiento en la organización?,

¿Cómo encuadra en la Toma de Decisiones?

2.a. Los objetivos del Mantenimiento deben encuadrar dentro de --  
los objetivos generales de la empresa. En principio, sus --  
objetivos son:

1) Maximizar la disponibilidad de equipo para producción.

2) Preservar las instalaciones minimizando el deterioro.

3) Conseguir los dos objetivos anteriores a un costo mínimo.

Por supuesto que puede haber otros objetivos secundarios. Además--  
los objetivos no deben de ser estáticos.

La principal cooperación de Mantenimiento a los objetivos gene--  
rales de la empresa es el mejoramiento de los beneficios que ésta--  
obtiene.

Para la consecución de estos objetivos, los deberes, responsá--  
bilidades y resultados esperados, deben ser descritos con todo de--  
talle, es decir, deben establecerse Especificaciones de Puesto --

para que la gente sepa bien lo que se espera de ella. Las actividades deben delinearse con toda precisión.

Una lista no exhaustiva de actividades comprende los siguientes puntos:

- a) Planear y programar todas las actividades de Mantenimiento.
- b) Conservar y reparar toda la maquinaria, incluyendo equipos de movimiento de materiales e instalaciones, asegurando siempre un buen estado de funcionamiento.
- c) Instalar, mover y retirar maquinaria para facilitar la producción.
- d) Fijar especificaciones para la compra de nueva maquinaria (en colaboración con Ing. del Producto).
- e) Especificar y aplicar los lubricantes adecuados (Mantenimiento menor).
- f) Proporcionar aseo a toda la planta (pisos, baños, etc.)
- g) Proporcionar estadísticas de costos, tiempos, vidas útiles, etc.
- h) Llevar un adecuado inventario de piezas de repuesto y material de Mantenimiento.
- i) Solicitar herramientas, accesorios, piezas especiales, etc., - que ayuden a llevar con éxito la función.

- j) Seleccionar y capacitar al personal para llevar a cabo -- las diferentes tareas.
- k) Cuidar el cumplimiento de normas de seguridad en calderas, hornos, etc., controlando el funcionamiento de los dispositivos de seguridad.

## 2.b. Papel del Mantenimiento en la Fábrica.

Existen algunos factores que afectan la organización del Mantenimiento y su papel dentro de la Compañía. Ellos son:

- 1º Clase de fábrica.
- 2º Clase de servicios.
- 3º Clase de equipo.
- 4º Clase de conocimientos.

Estos factores afectan las tareas del Mantenimiento y su organización.

### 1º Clases de fábrica:

Tipo básico.- Locales fabriles sin requerimientos especiales.

Piso, techo, paredes y oficinas comunes. En este caso, el Mantenimiento es de poca importancia. Ejemplo: fábricas ensambladoras.

Tipo complejo.- Son diseñadas para fabricar un producto. Por-

ejemplo:

Cerveza (ollas, refrigeración, tubería, bombeo), fábrica de automóviles (mucho movimiento de materiales, líneas balanceadas, movimiento de equipos), embotelladoras, refinerías de grasas, aceite, etc.

En este caso el Mantenimiento tendrá mucha importancia y requerirá de conocimientos especializados.

Tipo multifábrica.- Hay empresas que cuentan con varias plantas. Si estas plantas hacen productos diferentes, el Mantenimiento será individual y caerá en una de las categorías anteriores. Si las diferentes plantas son de la misma naturaleza (ej. cemento), el Mantenimiento se maneja a nivel corporativo. En este caso se fijarán políticas generales y se debe estudiar muy a fondo la organización del Mantenimiento para que no redunde en costos excesivos.

2º Clases de servicios. Toda fábrica necesita de servicios como energía eléctrica, agua, gas, eliminación de desperdicios, etc.

Podemos distinguir entre:

Servicios básicos: Son los comunes. Una vez hecha la contratación no se requiere nada especial.

Servicios complejos: Entre ellos podemos mencionar: equipos, colectores de polvos en molinos, de humos por uso de calderas, -- drenajes para desechos corrosivos o venenosos, anticontaminantes, etc.

Salta a la vista que, en la organización del Mantenimiento, se deberá tener en cuenta el tipo de servicios requerido por la fábrica.

3º Clase de equipo.- Haremos aquí la diferencia entre fábricas con equipo básico (máquinas de línea como tornos, fresadoras, hornos, etc.) y equipos de diseño especial.

Equipo básico.- Las refacciones no son especiales, por ello, la importancia del Mantenimiento no es muy grande y variará proporcionalmente a la importancia del equipo.

Equipos de Diseño Especial.- En este caso el Mantenimiento es más difícil y cobra más importancia por los conocimientos especializados que se requieren. En general, los paros de máquina son muy costosos, por lo cual debe procurarse que estos equipos trabajen 3 turnos. Ejemplos: equipo para fabricar vidrio, hojas de --

afeitar, prensas u hornos muy grandes, etc.

4º Clase de conocimientos.- Hay empresas que trabajan con equipos especiales que requieren de personal muy experto y profesional.

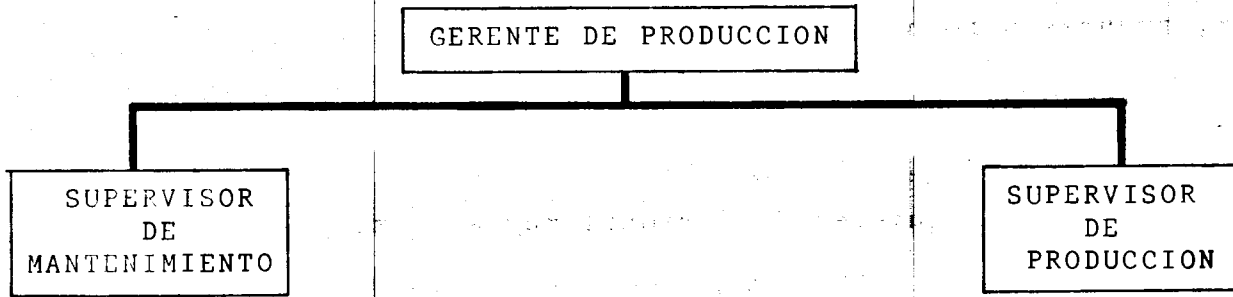
La precisión es un requisito fundamental (por ej. plantas de alto vapor, equipos con controles electrónicos o computarizados).

Es evidente que estos factores influyen en la posición que ocupa el Mantenimiento en la fábrica.

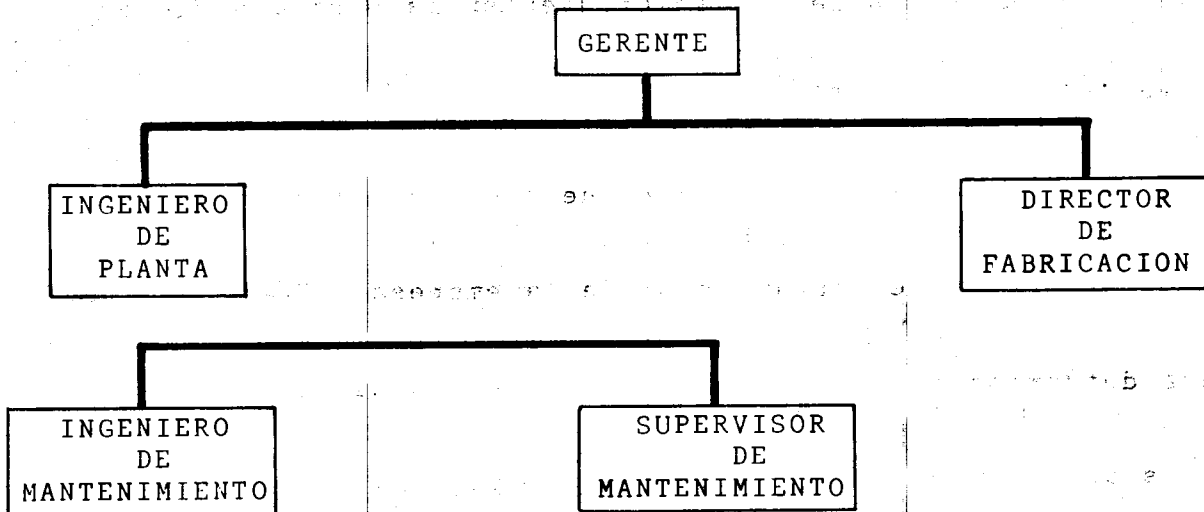
2.c. Pasamos ahora a analizar el lugar que debe ocupar el subsistema de Mantenimiento en el organigrama de la empresa. El tamaño de la fábrica determinará los centros de Toma de Decisiones.

Podemos analizar el caso de una empresa pequeña, una mediana y una grande. En principio se deberían tener organigramas como los indicados en las figuras.

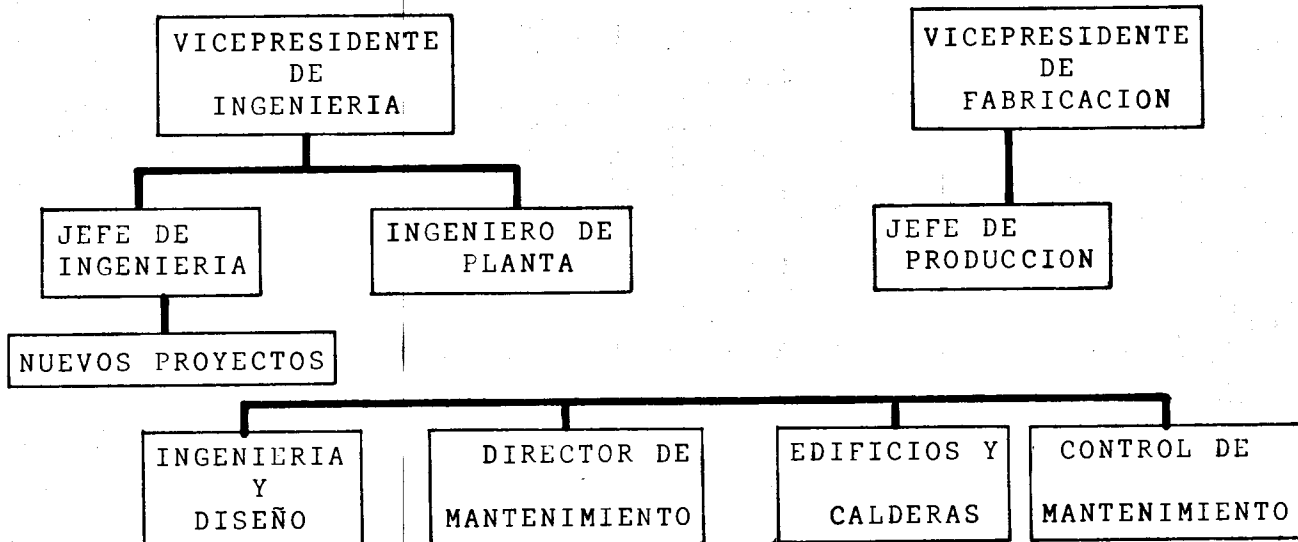
FABRICA PEQUEÑA:



FABRICA MEDIANA:



FABRICA GRANDE O MULTIFABRICA:





Se pueden desarrollar una gran cantidad de ejemplos de organigramas de acuerdo con el tamaño y tipo de la fábrica.

El organigrama del Mantenimiento debe desarrollarse de acuerdo a los factores vistos y las necesidades de la empresa.

### 3. ASPECTOS BASICOS DEL MANTENIMIENTO.

La administración del Mantenimiento necesita contar con medios claros y precisos para solicitar, autorizar y ejecutar trabajos; - computar tiempos, materiales y costos; saber que acciones tomar - para reducir el costo del Mantenimiento, etc.; poder comparar lo - planeado con lo real.

Para ésto, se deben llevar controles directos, que consisten - en una serie de documentos.

Los trabajos de Mantenimiento deben clasificarse según el tipo de actividad, por ejemplo con dos dígitos:

04 Mto. preventivo

- a) Inspección y ajuste
- b) Aceitar y engrasar.
- c) Reponer partes gastadas.
- d) Limpiar.

05 Mto. Correctivo

- a) De urgencia
- b) Habitual
- c) Patios e instalaciones

06 Cambios y renovaciones

- a) De maquinaria y equipo
- b) De edificios e instalaciones.

07 Seguridad

- a) Cambios, construcciones, etc., que mejoren la seguridad.

08 Fabricación.

- a) Piezas para reparaciones, renovaciones, construcción, etc.

Esta clasificación contribuye a un rápido análisis de costos.

3.1. Solicitudes de trabajos de Mantenimiento y su autorización.

La ley fundamental es que todo trabajo de Mantenimiento debe originar un documento. En casos de urgencia, puede realizarse el trabajo pero con la idea de hacer una orden de trabajo lo antes posible. Toda solicitud debe ir firmada por un responsable especificando fecha, cuenta de cargo, descripción del trabajo, etc. Suele incluirse en estas formas una estimación del costo del trabajo para determinar quién autorizó la realización del trabajo. Cada empresa debe desarrollar su forma de solicitud que muchas veces se convierte posteriormente en la orden de trabajo.

La figura que anexamos es un ejemplo bastante completo de lo que debe contener una orden de trabajo.

**ORDEN DE TRABAJO No.**

**No.**

REPORTE

Solicitado por \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Sección \_\_\_\_\_ Máquina \_\_\_\_\_ No. \_\_\_\_\_

Descripción del Trabajo Solicitado \_\_\_\_\_

**URGENTE**

**NORMAL**

Fecha en que se necesita:

\_\_\_\_\_ Reportó

\_\_\_\_\_ Aprobó

\_\_\_\_\_ Recibió

**MANTENIMIENTO**

**MEJORA**

**REPOSICION**

INSTRUCCIONES

Defecto Observado \_\_\_\_\_

Programación:

Instrucciones al Taller \_\_\_\_\_ Inc:

Term:

ESTIMACION TOTAL

MECANICA	ELECTRICO		Hores Reg _____	Costo promedio por hora	Costo total mano de obra	Materiales \$ _____
TUBERIA	CARPINTERIA					Hores Ext. _____
TRANSPORTES	PINTURA					
MAQUINADO	ALBAÑILERIA					
CILINDROS	PATIOS					
SOLDADURA						

\_\_\_\_\_ Vo. Bo. Trabajo Recibido

\_\_\_\_\_ Supervisor

\_\_\_\_\_ Ing. de Mantenimiento

**M A T E R I A L E S**

**REVERSO**

Vale No.	Descripción del Material	Importe

**M A N O D E O B R A**

Fecha	No. de Oper.	DE	A	DE	A	Trabajo Efectuado

Fecha	Operarios	DE	A	D E M O R A S	Vo. Bo.

Observaciones

El procedimiento de aprobación: El trámite de aprobación debe-  
ir de acuerdo con el organigrama del Departamento. Para facilitar  
las cosas suele hacerse una tabla del tipo:

PUESTO QUE AUTORIZA	TIPO DE TRA BAJO	SOLICITADO POR	OBSERVACIONES
El mismo	Emergencia	Supervisor de Mantenimiento	Verbal
Supervisor de Mantenimiento	Reparaciones meno res. Ajustes-Mante nimiento preventi vo.	Supervisor de producción	con solicitud
Jefe de Man- tenimiento	Reparaciones ma- yores.	Supervisor de mantenimiento	Con estimación de costos.
Gerente de producción.	Proyectos-Redispo- siciones.	Ingeniería de Fábrica.	Estudio de Facti bilidad aprobado.

El procedimiento para informar acerca del tiempo:

Es imprescindible hacer un buen cargo del tiempo empleado en -  
las distintas actividades de Mantenimiento para que tengan sentido  
los informes de costo. Hay varios procedimientos para ello:

1. Relojes checadores de tarjetas de los operarios colocados en -  
varias áreas de la fábrica.
2. Anotación de tiempos por cuenta del supervisor.



FECHA DE

INSPECCION

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52											
TALLER MECANICO																																																															
TALLER ELECTRICO																																																															
TALLER LUBRICAN.																																																															

CARACTERISTICAS DE EQUIPO


EQUIPO ELECTRICO		REDUCTOR		TRANSMISION POR			
MARCA	No. SERIE	MARCA	No. SERIE	BANDAS	COLE	CADENA	
ARMAZON	VOLTAJE	REL. VEL	No. MODELO	CANT.	MARCA	MARCA	
FASES	AMPERS	TAMAÑO	TIPO	POLEA MOT	TIPO	CLASE	
HP	R. P. M.	POT. RED.	FLECHA ENT	RANURAS	TAMAÑO	SPROKET. MOT.	
ESTILO	TIPO	FLECHA SAL	FLECHA	Ø PASO	FLECHA ENT.	# DIENTES	
CICLOS	Ø FLECHA			Ø FLECHA	BUSHING	PASO	
				BUSHING	CUÑA	Ø FLECHA	
				CUÑA	FLECHA SAL.	BUSHING	
				POLEA COND.	BUSHING	CUÑA	
				RANURAS	CUÑA	SPROKET. COND.	
				Ø PASO		# DIENTES	
				Ø FLECHA		PASO	
				BUSHING		Ø FLECHA	
				CUÑA		BUSHING	
						CUÑA	

- 172 -

3.3 ESTANDARES DE TRABAJO: Debido a que la variedad de trabajos que se presentan es bastante amplia, la asignación de los mismos suele hacerse sin una instrucción o inspección adecuada. Ello conduce a un costo elevado. Deben, entonces, irse introduciendo gradualmente los estudios de tiempo. Ello lleva a menudo a la implantación de nuevos métodos de trabajo o al empleo de mejores herramientas, lo cual constituye por sí mismo una mejora importante. Si, además, podemos llegar a implantar un tiempo estándar, las economías serán mayores.

En un programa para la instalación de un mantenimiento planeado en una fábrica textil de 3,000 operarios, en el cual participé, los ahorros de mano de obra en el primer año fueron del orden del 30%. Usamos las técnicas clásicas de estudio del trabajo, pero, en especial, la que más nos sirvió, por sus posibilidades de generalización, fue la técnica denominada DATOS ESTANDAR (Standard Data). Un paso posterior de este programa fue la implantación de incentivos en mantenimiento. Creo que las técnicas de incentivos escapan a este trabajo y debe consultarse ese tema en especial.



No obstante, debe tenerse el concepto claro de que el Estudio de Trabajo no sólo debe aplicarse a actividades productivas.

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO-CONTROL: El éxito del mantenimiento preventivo depende en gran parte del establecimiento de un programa adecuado de control, y el ideal es remediar los efectos de poca monta antes de que den lugar a la necesidad de hacer reparaciones importantes. El control será la forma más adecuada de acercarnos al ideal. Un buen programa de inspección abarcará todo campo de la fábrica y la maquinaria.

Los puntos que hay que tener en cuenta al organizar un programa son:

1. Ilustraciones detalladas sobre los elementos que hay que inspeccionar, las medidas necesarias y los límites de tolerancia y servicio.
2. Regulación de las inspecciones en cuanto a frecuencia de las mismas y su coordinación con las operaciones de mantenimiento.
3. Asignación de los trabajos de control a las personas adecuadas.
4. Instalación de registro de control y de un sistema de segui-

miento.

Para las instrucciones detalladas se deberán formular machotes como el de la figura anexa.

Informe de Inspección de transportadores N° 31	
Transportador N° 23	Sección 12 F. Fecha 10-2. Inspeccionado por G. Ring
Motor	bien
La cadena motriz del motor está floja	
Regulador	Contactos quemados
Guías de cadenas	bien
Tímbrico de alarma	/
Tornillo sin fin	/
Rueda del tornillo sin fin	/
Cajinetes	Un perno flojo en el cojinete del eje motor
Ejes y collares	bien
Engranajes	bien
Ruedas dentadas para cadenas	Tornillo cransomero flojo
Cadenas	bien
Budillos	Soporte torcido
Portadores de la carga	bien
Guías de cadenas	bien
Armadura del transportador	Perno suelto en el segundo soporte
Defensas de seguridad	bien
General	Enrgio

Hoja de Informe de Inspección para conservación de transportadores

La regulación de las inspecciones tiene por objeto distanciarlas lo más posibles, con el fin de reducir el costo, pero sin salirse de los límites de seguridad del tiempo durante el cual no se desarrollen los defectos, hasta el punto de necesitar atención.

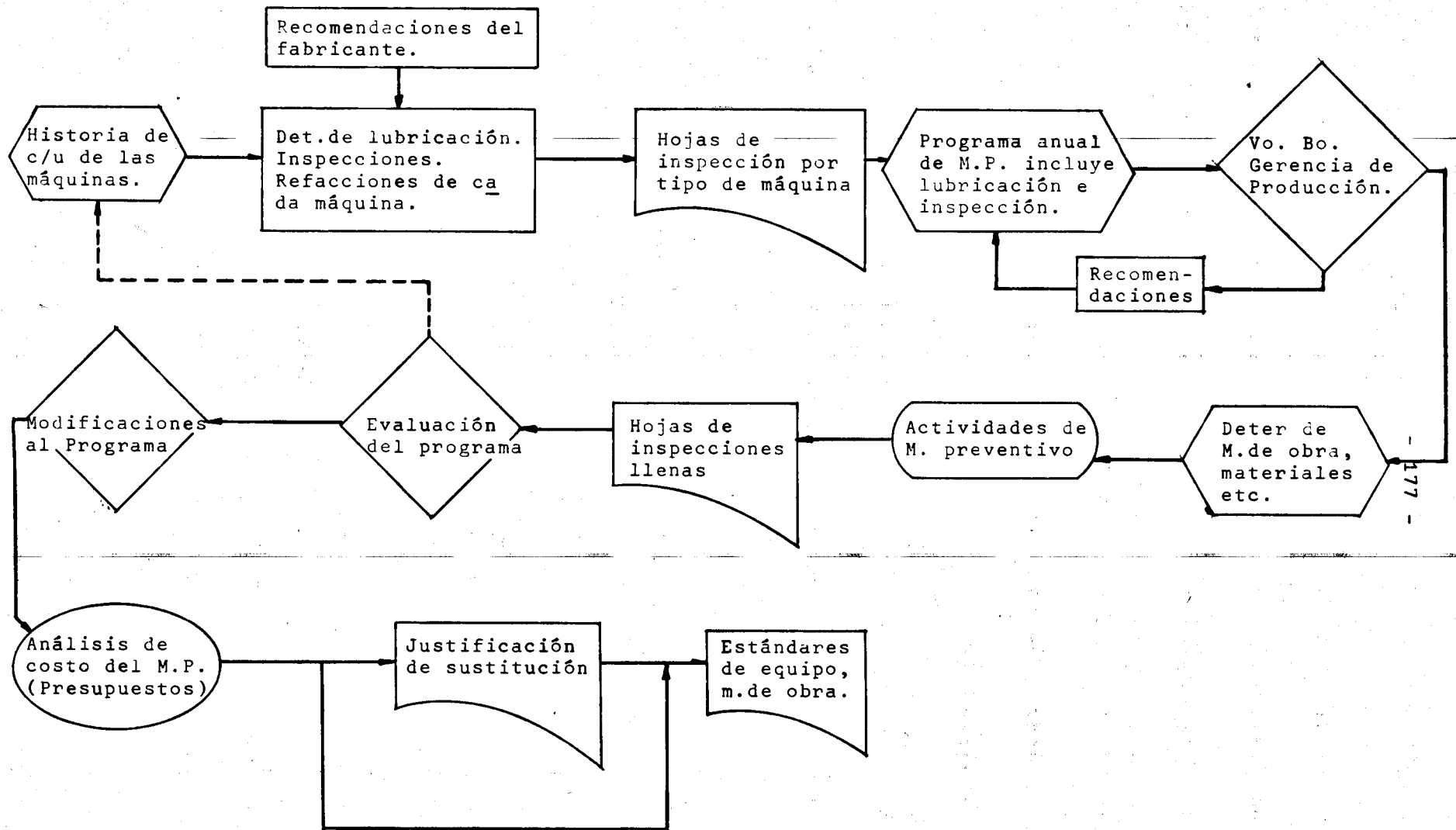
Deben tratar de combinarse las inspecciones con los trabajos de mantenimiento.

La frecuencia inicial de la inspeccion se fijará basándose en el criterio personal y en la experiencia general con la maquinaria de que se trate. Los registros de inspección y conservación indicarán cuándo debe cambiarse la frecuencia.

#### 4.1 METODOLOGIA

Más que con palabras, trataremos de ver la metodología de un sistema de mantenimiento preventivo a través de una gráfica.

METODOLOGIA DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Comentarios:

Ya hemos comentado qué son las hojas de historia de cada máquina y las hojas de inspección

5. El programa anual de Mantenimiento Preventivo (M.P.) debe ser discutido y aprobado con la complicidad de producción. El programa debe volcarse en gráficas de Gantt, como se verá más adelante.
8. La mano de obra, materiales y refacciones del Mantenimiento Preventivo se determina en base a la historia de las máquinas, recomendaciones del fabricante y del programa del Mantenimiento Preventivo.
11. El plan de Mantenimiento Preventivo debe ser revisado anualmente, evaluando los resultados, costos, experiencias, etc. De esto se deduce que el programa de Mantenimiento Preventivo no es estático, sino que debe mejorarse continuamente.
13. La historia de las máquinas servirá de base para justificar su sustitución, un Mantenimiento Preventivo más intenso y una modificación.

Volviendo sobre el punto No. 5, el plan deberá hacerse en gráficas del siguiente tipo:

Departamento y maquinaria	Ciclo	Fines de semana											
		Eng. 5 12 19 26	Feb. 2 9 16 23	Mar. 6 13 20 27	Abr. 3 10 17 24	May. 1 8 15 22 29	Jun. 5 12 19 26	Jul. 3 10 17 24	Aug. 7 14 21 28				
Depto "A"													
Cadena N° 1	Resonancia	•											
2	" "		•										
3	" "			•									
4	" "				•								
5	" "					•							
6	" "						•						
Depto "B"													
Orden de trabajo N° 1506	" "												
1507	" "												
1508	" "												
1509	" "												
Depto "C"													
Morno N° 20	" "												
21	" "												
22	" "												
23	" "												
24	" "												
25	" "												
Depto "D"													
Orden de trabajo N° 1011	" "												
102	" "												
103	" "												
104	" "												
105	" "												
106	" "												
107	" "												

Fig. 24. Programa para hacer reparaciones importantes

Al establecer el ciclo de mantenimiento, se deberá cumplir con el principio fundamental de determinar el punto de economía máxima y aquél en el cual aparecen los riesgos. Estos puntos pueden determinarse solamente estudiando la eficiencia de los resultados en cuanto a cantidad, calidad, porcentaje de rechazos, etc.

El estudio detallado del ciclo, de las causas de las averías y del costo de las reparaciones importantes, puede conducir al uso de elementos de construcción más perfectos, a prácticas más concretas en la inspección y, aumentando la frecuencia de las sustituciones poco importantes, a alargar el ciclo principal.

## 5. EVALUACION DEL NIVEL DE MANTENIMIENTO

¿A que nivel de mantenimiento se obtiene un beneficio óptimo?

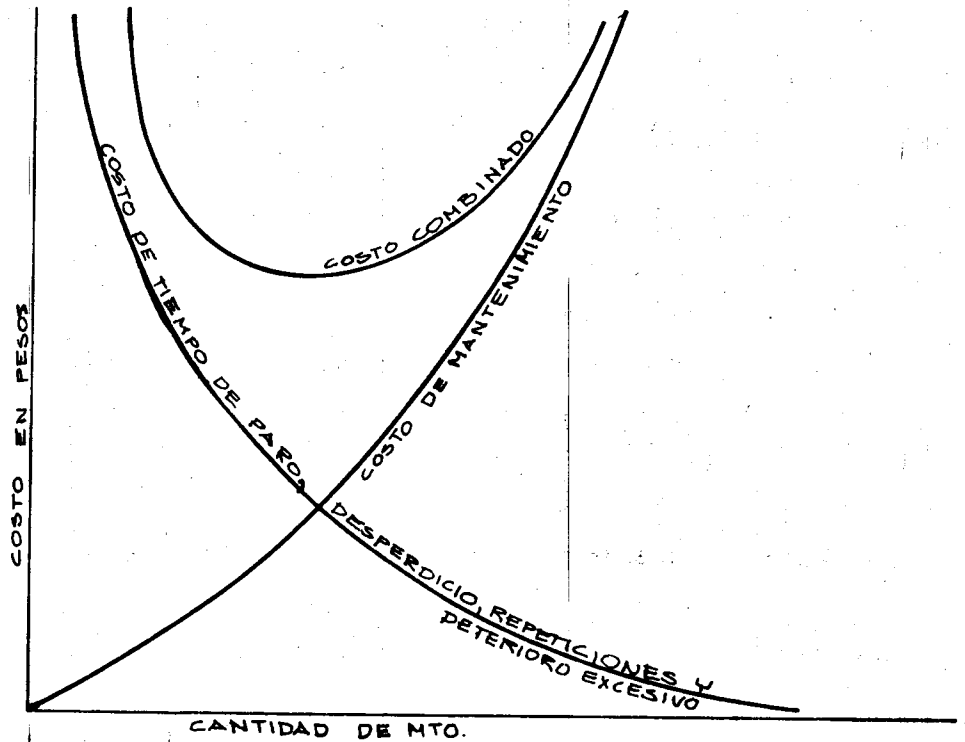
¿Como evaluamos el nivel de mantenimiento?

Debemos evaluar el nivel de mantenimiento para detectar desviaciones respecto de los objetivos. Para poder saber cual es el nivel de mantenimiento de la fábrica es necesario hacer un buen análisis de los informes de tiempos. Los primeros tiempos que necesitamos (para luego convertirlos a costos), son las horas de paro de máquinas debidas a un mantenimiento deficiente. Estos paros pueden ser consecuencia de: a) deficiencia de mantenimiento b) deficiencias en el diseño de la máquina o parte del equipo c) descuidos del trabajador y, d) fallas en el suministro eléctrico, siniestros, etc. Las horas de paro debidas a mantenimiento preventivo no deben incluirse.

Luego, deben determinarse los costos de materiales desperdiciados y/o los costos de reprocesamiento debidos a un mantenimiento no apropiado. Por último debe precisarse si hay una depreciación excesiva debido a problemas de mantenimiento inadecuado. O sea --

que habrá que investigar la depreciación no garantizada, originado por problemas de mantenimiento. (No debe considerarse la depreciación acelerada debido a un mal uso por los operarios.).

El nivel óptimo de mantenimiento para una instalación es el punto en que los costos combinados de mantenimiento, tiempo de paros debidos a mantenimiento inadecuado, desperdicios y deterioro prematuro son mínimos. Lo anterior puede resumirse en una gráfica.



CANTIDAD OPTIMA DE MANTENIMIENTO



Si los costos combinados se encuentran a la izquierda del --- punto mínimo, ello significa que el mantenimiento es insuficiente y viceversa.

Una vez que se determinó el Nivel Optimo, debemos determinar el Nivel Real. Para ello se usa un método denominado Evaluación del Costo que consiste en determinar un índice de la siguiente --- manera.

$$\text{N.de M} = \frac{\text{Costo de tiempo de paro por Mto def. + Desperdicios + Deterioro Excesivo}}{\text{Costo prefijado de mantenimiento.}}$$

Si el índice da menor que 1, tenemos un nivel de mantenimiento pobre. Si da mayor que 1, el mantenimiento preventivo es mayor -- que lo necesario.

El numerador del índice puede variar mucho de un mes al otro. Para evitar esto debe considerarse el promedio de los últimos seis meses, por ejemplo

#### 6. INDICE DE CLASIFICACION PARA LOS GASTOS DE MANTENIMIENTO (ICGM)

El presupuesto de la empresa fija un límite para los gastos -- de mantenimiento, por ello, este Departamento se encuentra, fre- - cuentemente, con que los trabajos pendientes son excesivos. En --

vista de ésto , deberán asignarse jerarquías o preferencias para -  
saber qué trabajos realizar primero, lo cual no es fácil, ya que, -  
todos querrán ser atendidos primero.

Como consecuencia de las inconformidades surgidas, se creó - -  
un índice de clasificación para los gastos de mantenimiento, con -  
el fin de que la autorización de los mismos se base en reglas más  
equitativas y lógicas.

El índice es una combinación de dos aspectos:

- a) Clave de equipo.- Relaciona capacidad, beneficio y confiabilidad  
dad (en procesos afectados).
- b) Factor de trabajo.-Considera aumento del costo por diferir - -  
costo de producción perdida, costo de cali-  
dad, costo de mano de obra excesiva y clasificación  
ficación de seguridad.

Son dos las finalidades del índice:

- 1) Fijar la importancia relativa de los trabajos de mantenimiento.
- 2) Ayudar a la administración a asignar fondos de manera más co--  
rrecta.

Es de hacer notar, que el índice es muy importante, pues es inevitable que el trabajo de mantenimiento sea mayor que los fondos y tiempo disponible.

Formas de emplear el índice.- Habíamos mencionado que el índice consta de dos partes:

1. Clasificación de cada máquina o unidad.
2. Clasificación de cada trabajo o proyecto.

Se elabora un índice para cada una de ellas y ambas, combinadas, nos dan el I.C.G.M. Este índice nos dará la importancia relativa y la secuencia lógica. Es muy útil para trabajos importantes a largo plazo. Por ejemplo:

Revestimiento de hornos, cambio de tuberías aisladas, reconstrucción de calderas, reparación y balanceo de turbinas, reparar líneas de transmisión, transformadores, etc.

Plantearemos el uso del índice en forma general, puesto que puede simplificarse o complicarse tanto como se quiera. Si se usa para trabajos diarios, veremos una versión simplificada, o sea, se deben dominar los principios y adaptarlos a necesidades específicas.

Veámos, entonces, la clave de equipos.- Se consideran 3 fac--

tores:

- 1) Porcentaje de utilización.
- 2) Porcentaje de rentabilidad.
- 3) Factor de Proceso.

A cada factor le corresponde una escala numérica. La clave -- será la multiplicación de los 3 factores.

1) Es evidente que, el equipo que trabaja todo el día, tiene una importancia mayor al que es usado rara vez. El factor es una -- relación respecto al tiempo disponible (24 hs X 7 días).

% de capacidad	Puntos
100	10
90	9
10	1
0 a 9.9	0

Para equipo estacional, el índice puede tomar 2 valores.

2) Porcentaje de rentabilidad: Debe determinarse la contribución de cada máquina a las utilidades de la empresa.

Cuanto más reducida sea la fábrica, mayor será el efecto de un

equipo sobre el índice.

% sobre la utilidad	Puntos
10	10
1	1
0	0

3) Factor de proceso.- Este factor tiene por objeto ver de qué manera afecta un equipo a los otros. Por ejemplo, en operaciones en línea.

No. de máquinas afectadas	Puntos
más de 10	10
1	1
0	0

Tarjetas de registro.- Como se ve, la clave de equipo podrá variar entre 0 y 1000, y se registrará en el Registro de Maquinaria. -  
Por ejemplo: una prensa pertenece a una línea, funciona 22 hrs/día, durante 5 días a la semana.

1) % de utilización =  $\frac{5 \times 22}{7 \times 24} = 65\%$  . . . Índice 7

2) La prensa produce 0.3% de las utilidades, por ello su rentabilidad es 0.3.

3) Afecta a otras 7 máquinas, por ello tiene un 7.

Su clave será :  $7 \times 0.3 \times 7 = 14.7$

Si una máquina tiene una clave muy alta, deberán estudiarse -- otras alternativas para que la máquina no afecte demasiado.

FACTORES DE TRABAJO: Son una guía lógica para dar prioridad a los problemas de mantenimiento.

La clasificación de la clave de trabajo, comprende la apreciación de los siguientes factores:

- 1) Aumento en el costo de Mantenimiento por diferir el trabajo.
- 2) Costo de producción perdida.
- 3) Costo de calidad.
- 4) Costo de mano de obra excelente

La suma de la calificación correspondiente a cada uno de los - cuatro factores da el factor de trabajo, el cual, junto con la cla- ve de equipo nos da el I.C.G.M.

1) Costo de mantenimiento diferido.- Refleja el costo creciente- en que se incurre si no se hace la reparación.

Supongamos: reparar un cojinete quemado cuesta \$100 de mano de mano de obra y \$90 de materiales. Si no se sustituyera dicho co-

jinete, se dañaría la flecha y el costo total sería de \$380.00, el porcentaje de aumento sería del 100% y el factor a emplear 9 según la siguiente tabla:

Porcentaje de Aumento	Puntos basados sobre el costo original de Mantenimiento				
	hasta \$3000	hasta \$6000	hasta \$9000	hasta \$15000	hasta \$18000
Hasta 10	0	1	2	3	4
20	1	2	3	4	5
30	2	3	4	5	6
100	9	10	11	12	13

2) Costo de producción perdida.- Toma en cuenta el costo perdido por hora de funcionamiento, cuando el volumen de la producción se ve disminuido. Debe realizarse una tabla como la siguiente:

Costo por hora	Puntos
(pesos)	
0 - 50	1
51 - 100	2
más de 7,500	10

Ejemplo: una máquina mojada, se oxidará tarde o temprano a menos que sea limpiada, este costo se estimará sobre una base horaria.

3) Costo de calidad.- Se basa en lo mismo que el anterior pero tomando en cuenta la disminución en la calidad. Para su determinación, se usa la misma tabla anterior. El costo deberá ser el costo de reposición menos el valor de salvamento.

4) Costo de exceso de mano de obra (Mano de obra ociosa).- En muchos casos, puede seguirse operando una máquina defectuosa, -- agregándole mano de obra directa. En otros casos, el operador u operadores de una máquina en malas condiciones pueden permanecer ociosos. Todo esto debe tomarse en cuenta para ver la importancia del trabajo de mantenimiento.

Para determinar este factor se hace una tabla de este tipo:

Costo calculado por ocurrencia (\$)	Puntos
0- 500	1
500- 1000	2
12,000 - 18,000	70
300,000 - 400,000	1750

Existe, también, la llamada clasificación de seguridad el - -



cual toma en cuenta hasta qué punto se pone en peligro la se  
guridad de los trabajadores si no se hace la reparación. En  
el caso de que haya probabilidad de que ocurra un accidente-  
serio o si se pone en peligro la vida de algún operario, se  
debe hacer la reparación. Normalmente este factor no influ-  
ye para los trabajos que pueden analizarse a través del I.C.  
G.M.

DETERMINACION DEL I.C.G.M.- El producto de los puntos de -  
factor trabajo y la clave de equipo, establece el I.C.G.M. -

Ilustremos lo anterior con el ejemplo de la prensa, cita  
do anteriormente:

La prensa tenía una clave de 14.7; supongamos el aumento de  
costo en un 80% sobre una reparación de \$8,000.00 (10 pts), -  
un costo por hora de \$400.00 por pérdida de producción, una  
pérdida de calidad de \$600.00 por hora (10 pts) y un costo -  
por exceso de mano de obra de \$5,400.00 (25 pts.) (no hay -  
problemas de seguridad).

$$\text{I.C.G.M.} = 14.7 \times 53 = 779$$

Otro ejemplo: Una máquina para hacer resortes de la cual

depende una línea para hacer asientos. Los resortes han sido mal calculados y deben ser arreglados antes de ensamblarse.

La máquina trabaja 16 hs/día, 5 días a la semana.

La línea de asientos tiene 14 operarios.

La máquina produce el 48% de los componentes de la línea de asientos, que represente el 17% de las utilidades.

De lo anterior, tenemos:

Capacidad = 48% — 5 pts.

% Rentabilidad =  $0.17 \times 0.48 = 6,8\%$  — 7 pts.

Factor de proceso = 14 operarios = 14 pts.

Clave de equipo =  $5 \times 7 \times 14 = 490$

Supongamos que la reparación cueste \$10,000.00 y el % probable de aumento es 20%. Por ello, tenemos 5 pts. por mantenimiento aplazado.

Costo de producción perdida = \$120.00/hora — 3 pts.

Costo de calidad perdida = \$300.00/hora — 8 pts.

Exceso de mano de obra = \$27,000.00 hasta termi-

nar la producción del modelo, lo cual nos da 140 pts. (no hay problemas de seguridad).

Factor de trabajo = 5 + 3 + 8 + 140 = 156

I.C.G.M. = 156 x 490 = 76,444

Ahora bien, si realizáramos la reparación de inmediato, tendríamos lo siguiente:

Mantenimiento aplazado = 0

Prod. perdida (\$800/hr) = 10

Calidad = 0

Exceso M.O. = 0  
10

I.C.G.M. = 10 x 490 = 4,900

La comparación de ambos valores nos permite ver una clara ventaja por apresurar el trabajo.

APLICACION SIMPLIFICADA DEL I.C.G.M. - Cuando la aplicación del método anterior no resulta práctica, conviene recurrir a una simplificación del mismo. Para ello, sólo se considera la importancia de la máquina y la del trabajo.

Cada máquina, unidad de servicio, etc., se asigna a una de 10 categorías de clave de máquina. Los valores de mayor importancia tienen clave 10, estos valores se asignan a cada máquina

en su ficha. Las claves se observan en la siguiente tabla:

Clave	Descripción del equip
10	<i>Servicios:</i> Equipo de servicios principales, de influjo en más de una unidad de producción. Incluye líneas de transmisión que parten de ese equipo. Una unidad de servicios que afecte a otra de producción, llevará la clave de la unidad a la que sirve.
9	<i>Fresadoras de 44 y 45 pulgadas:</i> Comprenden fresadoras y toda unidad de servicio necesaria, como grúas e impregnadores.
8	<i>Fresadoras de 80 y 66 pulgadas:</i> Comprenden fresadoras y unidades de servicio necesarias como grúas y hornos.
7	<i>Horno básico de oxígeno:</i> Comprende los HBO y toda unidad necesaria de servicio, inclusive instalaciones separadoras.
6	<i>Altes hornos, líneas de captación:</i> Comprende todas las instalaciones de servicio necesarias.
5	<i>Planta de coque, laminado en frío, destemple:</i> Comprende todas las instalaciones de servicio necesarias, inclusive planta de enfriamiento y clarificador.
4	<i>Hogar abierto:</i> Comprende todas las instalaciones necesarias de servicio, inclusive separadoras.
3	<i>Productos derivados:</i> Comprende todas las instalaciones de servicio necesarias.
2	<i>Edificios y caminos:</i> Necesarios para la producción.
1	<i>Edificios, caminos y oficinas:</i> No relacionados directamente con la producción.

FIGURA 15-10. Claves típicas y simplificadas de equipo del ICGM  
Importancia relativa del equipo

Asimismo, todo el trabajo de Mantenimiento se clasifica de la 1 a la 10 en grupos. El de mayor importancia lleva el 10 y el de menor el 1. Se trabaja con una tabla de prioridades.

De acuerdo con esta aplicación simplificada, el I.C.G.M.-- es el producto de los dos factores.

El índice se calcula para cada orden de trabajo recibida.- La prioridad se asignará en base al I.C.G.M. más alto.

Como se ve, el índice ayuda a la toma de decisiones. Las clasificaciones pueden publicarse para que las partes afectadas estén informadas y se eviten resentimientos.

El índice deberá ser dinámico y recibir ajustes periódicos.

COS.	Clasificación de prioridad	Descripción del trabajo de mantenimiento
	10	<b>PARO.</b> <i>Seguridad verdadera:</i> Causa pérdida de producción o calidad deficiente; pérdida de equipo importante de mantenimiento; pérdida de equipo importante de manejo de material; pérdida de equipo importante de embarque; trabajo crítico de seguridad, cuando la vida o la integridad física se encuentran en peligro inmediato; problemas potenciales de importancia, como chumaceras calientes, hidráulicos, eléctricos, etcétera.
	9	<i>Mantenimiento preventivo:</i> Inspecciones, lubricación y reparaciones en sistemas de lubricación automática; reparaciones de sistemas de alerta automática, y otros trabajos pertenecientes a la prevención de paralizaciones o trabajos de compostura.
	8	<i>Servicio a producción:</i> Trabajo necesario que se efectúa durante los turnos de operación. Comprende cambios de rodillos, cuchillas, etcétera, y otro trabajo que puede hacerse para eliminar o reducir el de fuera de turno, que requiere de paro.
	7	<b>PARTES.</b> <i>Mantenimiento correctivo:</i> Trabajo en partes o unidades, cuando no se dispone de una parte de repuesto con que remplazar la pieza dañada. Cualquier trabajo de índole correctiva para eliminar o reducir el trabajo de carácter repetitivo.
	6	<b>TRABAJO DURANTE PAROS.</b> <i>Seguridad que requiere de paro:</i> Trabajo que necesita de un paro de máquinas y que comprende trabajo de seguridad que sólo puede efectuarse en esas condiciones, pero que no es lo suficientemente crítico para exigir un paro inmediato.
	5	<b>TRABAJO DE RUTINA.</b> <i>Trabajo normal de seguridad:</i> Comprende trabajo en partes de repuesto adicionales o unidades, y trabajo normal de mantenimiento, inclusive reparaciones a herramientas y equipo de mantenimiento. Abarca trabajo de seguridad rutinario.
	4	<b>MEJORAMIENTO DE LA PRODUCCIÓN.</b> <i>Mejoría de calidad:</i> Trabajo aprobado necesario para mejorar tanto la calidad como la cantidad de la producción, mantenimiento, materiales, manejo o embarques.
	3	<i>Disminución del costo:</i> Todo trabajo que involucre una reducción del costo y que no encaje en alguna de las categorías superiores; por ejemplo, cerrar las ventanas altas en el otoño para conservar el calor.
	2	<b>SALUBRIDAD.</b> <i>Pintura de mantenimiento:</i> Trabajo en vestidores e instalaciones higiénicas para mantenerlos en buen estado de funcionamiento; pintura protectora para evitar oxidación.
	1	<i>Aseo y orden:</i> Todo trabajo que no pertenezca al trabajo doméstico que no forma parte de esta clasificación.

NOTA: Las emergencias no se encuentran clasificadas, pero se corrigen tan pronto como sea posible.

FIGURA 15-11. Factores de trabajo del ICGM típicos y simplificados; importancia relativa de la clase de trabajo

## 7. Indices de Control de Mantenimiento.

La importancia de la función de mantenimiento en la industria va en aumento. Este costo creciente ha hecho que se preste más atención a mejorarlo, medirlo y controlarlo. Por ello se han hecho algunos índices que sirven para relacionar el costo de mantenimiento con otros factores para ver la forma de reducir su costo. Debe entenderse que ningún índice por si solo es totalmente eficaz.

Es casi imposible establecer un índice que muestre la posición absoluta de mantenimiento. Por lo tanto, la verdadera finalidad de los índices es indicar tendencias, usando el desempeño anterior como referencia, y estimular a la dirección de mantenimiento para mejorar la actuación presente.

### CLASES DE INDICES: 1. Indicadores Amplios.

#### A. RAZON ENTRE EL COSTO DE MANTENIMIENTO Y EL DE VENTAS.

Este índice varia bastante con el tipo de industria. En promedio se habla que debe ser del 5% pero, en algunas industrias como la del acero y la del petróleo, es mucho mas. Creo conveniente tener una idea de este indice para el tipo de in-

dustria en la que se esté trabajando.

B. RAZON ENTRE COSTO DE MANTENIMIENTO Y LA INVERSION. Es un indicador mas representativo que el anterior. En la industria automotriz es del orden del 13%. En la petrolera es del 3%. Estos indicadores son útiles sobre todo para comparar cambios.

2. Indicadores de Cargas de Trabajo.

Dan una idea del tipo y magnitud del trabajo de mantenimiento. Los más conocidos son:

A. Indice de Mantenimiento Preventivo: Apunta el porcentaje de hs. hombre empleados en mantenimiento preventivo, comparado con el total de horas de mantenimiento. Es deseable que varíe de 20 a 40%.

B. Indice de Mantenimiento diario: Son las horas hombre de reparación distintas a las empleadas en M.P. No debe incluir trabajos de "cambios y modificaciones". Se expresa como porcentaje del total de hs. hombre de mantenimiento y debe tratar de disminuirse.

C. Trabajos pendientes en proceso: Señala la cantidad de -

trabajo aprobado para hacerse, expresado en semanas cuadrilla. Tener demasiado trabajo, o muy poco, no es bueno. El óptimo es equivalente a dos o cuatro semanas cuadrilla.

### 3. Planeación.

Indican que tan bien se está haciendo la planeación.

A. Trabajos terminados según programa. Se expresa como porcentaje de los trabajos programados. Si este porcentaje no se mantiene alto, ello indicará que se están acumulando trabajos pendientes.

B. Tiempo de paro. Se expresa como porcentaje de horas-equipo perdidas en virtud del mal funcionamiento o paro de una máquina. El índice mide la calidad del trabajo de mantenimiento y de eficacia del programa de mantenimiento preventivo.

### 4. Indicadores de la productividad.

Indican el aprovechamiento de la mano de obra.

A. Personal de mantenimiento ocupado en forma productiva. Se expresa como porcentaje del tiempo total que realmente tendrían que trabajar. Las determinaciones pueden hacerse con un - -



muestreo del trabajo.

B. Costo de mantenimiento por unidad de producción.

C. Número de operarios de mantenimiento, comparado con el -  
de operarios de la fábrica.

5. Indicadores de Costo.

A. Porcentaje de costo directo de mantenimiento sobre el --  
costo total de mantenimiento.

B. Porcentaje de la nómina de mantenimiento (en relación a -  
la nómina total).

C. Costo real de mantenimiento comparado con el presupuesta  
do.

#### EMPLEO DE LOS INDICES.

Es tarea del ingeniero de mantenimiento el seleccionar aque-  
llos indices que resulten mas representativos y confiables -  
para él. Con una combinación adecuada de estos índices, po-  
drá hacer diagnósticos confiables sobre que factor necesita  
una mayor mejoría.

El uso de los índices dependerá de la situación de la fá-  
brica en cuestión y de la creatividad de las personas encar-

gadas de usarlos.

B I B L I O G R A F I A :

1. Administración de Mantenimiento Industrial. E.T. New - Brough-Diana. 1974.
2. Mantenimiento de Plantas Industriales. Ing. Napoleón - Arguello. Centro Regional de Ayuda Técnica.
3. Manual de la Producción. Alford y Bangs. UTEHA.
4. Plant Engineering Handbook. Steiner. Mc. Graw Hill.
5. Manual de Mantenimiento Industrial. L.C. Morrow. CECSA 1973 (Tres tomos).