

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA



ESTUDIO TECNICO-ECONOMICO PARA LA
RECONSTRUCCION DE MAQUINARIA
EN MEXICO

(Casos especificos un tractor y maquinaria
de proceso)

JOSE SALVADOR GASTELUM CUBEDO
JOSE LUIS CORNEJO BAÑOS

CARRERA
INGENIERO QUIMICO

~~1978~~

1977



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS 1978

NO. M. 105 105

FECHA _____

AÑO _____



Jurado asignado originalmente
según el tema

Presidente: Eduardo Rojo y de Rejil
Vocal: José Luis Padilla de Alba
Secretario: Víctor Pérez Amador
1er. Suplente: Alfonso Franyutti Altamirano
2do. Suplente: Arturo Morales Collantes

Sitio donde se desarrolló el tema: SAHOP

Nombre completo y firma del sustentante:

José Salvador Gastélum Cubedo

José Luis Cornejo Baños

Nombre completo y firma del asesor del tema:

Víctor Pérez Amador

Nombre completo y firma del supervisor del tema:

Carlos Alfonso Morán Moguel

A mis queridos padres a
quienes tanto debo:

Salvador Gastelum Gastelum
María de los Angeles C. de Gastelum

A mis hermanos

María de los Angeles
Marta Cecilia
José Luis
German
Alma Rosa

A la memoria de mis abuelitos

A mis abuelitas

A todos mis compañeros
de escuela

A todas las personas que en alguna
u otra forma han contribuido a mi
formación profesional.

A Marcia

Mi reconocimiento al Ing.
Carlos A. Morán y Moguel
por su apoyo al presente tra-
bajo, así mismo por su gran
interés en la reconstrucción
de bienes de capital en México.

A mis maestros por mi
formación profesional.

Al Ing. Armando Sandoval Juárez
por sus consejos y orientación.

I N D I C E

	Página
Introducción	1
I. - Problemática de la Reconstrucción de Maquinaria	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Diversos Crirerios de Reconstrucción	4
1.3. Análisis de la Posibilidad Técnica	5
1.4. Experiencias y Necesidades	6
1.5. Situación Económica Actual	11
II. - Diferentes Tecnologías de Reconstrucción	17
2.1. Soldadura	23
2.2. Tipos de Procesos de Soldadura	23
2.3. Soldadura Autógena	24
2.4. Sopletes y Llamas para Soldar	24
2.5. Corte de Metales	26
2.6. Procesos metalúrgicos que Ocurren en el Baño de Fusión de la Soldadura	28
2.7. Soldadura a Mano por Arco	31
2.8. Soldadura Automática	34
2.9. Soldadura Eléctrica en Escorias	36
2.10. Producción de Piezas Forjadas y Estampadas	37
2.11. Fundición	45
2.12. Aleaciones	50
2.13. Influencia que ejercen los Aditivos de Aleación en las Cualidades de las piezas de fundición	53
2.14. Acero Fundido	55
III. - Elección de Una Línea de Máquinas a Reconstruir	57
3.1. Descripción y Funcionamiento del Tractor de Oruga	57
3.1.1 El Motor	57
3.1.2 El Bastidor Central	58
3.1.3 El Eje Muerto	58
3.1.4 La Barra de Tiro	59
3.1.5 Embrague del Motor	59
3.1.6 El Tren de Potencia	61
3.1.7 Freno de la Dirección	64
3.1.8 Transmisión Final	64
3.1.9 Las Orugas	65
3.2. Reconstrucción del Tren de Rodaje	69
3.2.1 Ajuste Correcto del Carril	70

	Página	
3.2.2	Medición de la Deflexión del Carril	71
3.2.3	Manera de Medir el Desgaste de los Eslabones	72
3.2.4	Análisis del Desgaste	72
3.2.5	Efecto de las Condiciones del Suelo	89
3.3.	Plazo de Servicio de las Máquinas Solución Analítica	91
3.4.	Ejemplo de la Conveniencia Económica de la Reconstrucción de un tractor	94
3.5.	Reconstrucción e instalación de dos motocompresoras para gas natural en el distrito Frontera Noroeste de Petróleos Mexicanos	99
IV. -	Control de Calidad en la Reconstrucción	128
4.1.	Costos en el Control de Calidad	129
4.2.	Organización de la Inspección	130
4.3.	Designación de Servicio de la Máquina	130
4.4.	Definición de Pieza	131
4.5.	Calidad de Máquina	131
4.5.1	Indices Fundamentales de la Calidad de la Maquina	132
4.5.1a	Exactitud de la pieza	133
4.5.1b	Precisión de la Máquina	136
4.5.2	Otros Indices de la Calidad de la Máquina	138
4.6.	Desviaciones de las Características de la Calidad de los Artículos respecto a las Magnitudes Necesarias	141
4.7.	Muestreo de Aceptación por Atributos	142
4.8.	Clasificación de los Defectos	142
4.9.	Control Estadístico de Calidad	144
4.9.1	Reglas para Formar la Distribución de Frecuencia	145
4.10.	Garantías de Calidad	152
V. -	Estudio Económico	155
5.1.	Panorama Futuro de la Economía	156
5.2.	Generación de Empleos	159
5.3.	Dinámica del Mercado Interno	161
5.4.	Magnitud del Mercado Interno	165
5.5.	Estructura de las Importaciones Según Tipos de Producto	168
	Conclusiones	173
	Propuestas	176
	Bibliografía	179

INTRODUCCION

Dentro de la mecánica, el campo de la reconstrucción resulta sumamente atractivo, por diversos factores.

Nos percatamos de su importancia no sólo para impulsar y desarrollar todo tipo de industria -especialmente la de bienes de capital, sino también para favorecer el ahorro de divisas.

El tema es muy vasto, aún no tratado. Hay poca información disponible y resulta imperiosa la necesidad de iniciar su estudio en nuestro medio.

El objetivo principal de este trabajo es hacer un aporte lo más amplio e ilustrativo posible, dentro de la necesaria concisión impuesta por las circunstancias.

La problemática planteada es la existente en México. En general, se presentan las técnicas básicas más importantes; y en particular, se ejemplifica con la reconstrucción de un tractor, por resultar un caso sumamente ilustrativo, de aplicabilidad extensible a cualquier tipo de equipo. Además, se ilustra acerca de la conveniencia económica que resulta de la reconstrucción de dos motocompresores de proceso para gas natural, de Petróleos Mexicanos.

El importante problema que presenta para la industria el control de calidad, ha sido minuciosamente estudiado en este caso. La presente investigación se cierra con un panorama actual y futuro de la economía mexicana.

La acuciante premisa que ha cimentado la tónica de este trabajo es la siguiente: El desarrollo industrial de los países subdesarrollados ha llegado a ser una de las grandes cruzadas de nuestra época. Nehru expresó la opinión del mundo en vías de desarrollo al decir: "El progreso real debe depender, finalmente, de la industrialización".¹

(1) Desarrollo industrial, Murray D. Bryce, p.

Las naciones subdesarrolladas se han caracterizado por ser productoras de materias primas y han observado que hay una fuerte correlación positiva entre la riqueza y el nivel de vida de un país y la magnitud de su industrialización. Al fluctuar mucho más los precios de las materias primas que de los productos manufacturados, vemos que en una economía que depende de la explotación de materias primas adolece de una inestabilidad en su renta nacional y se ha llegado a la conclusión de que para conseguir una seguridad y estabilidad mayores y un alto nivel de vida debe industrializarse.

México se encuentra actualmente en un proceso de industrialización acelerada y se ha visto en la necesidad de importar los bienes de capital requeridos para este fin, creándose una dependencia tecnológica y económica que ha fomentado una considerable fuga de divisas.

PERSPECTIVAS

Un estudio de la historia económica nos muestra que en todo país industrial, la industria en sus primeras etapas se levantó a costa de los agricultores en casi todos los casos la agricultura fue la gran actividad con la que pudo financiarse la industrialización, así como el único gran sector consumidor que pudo proporcionar un mercado para los nuevos productos industriales. El aumento de la productividad de la agricultura, minería, pesca, forestales, es uno de los medios más sólidos de fomentar la industrialización. Recíprocamente, este progreso no puede ir muy lejos, a no ser que halla un desarrollo industrial para hacerse cargo de la mano de obra disponible y para proporcionar una sólida base técnica para el

equipamiento y los servicios esenciales; por ejemplo en una agricultura modernizada. Sólo en ocasiones el desarrollo general surgirá de una espectacular actividad no agrícola. El hallazgo y explotación de grandes yacimientos petrolíferos por ejemplo. Entonces una actividad sola costea ambos desarrollos, el agrícola y el industrial.

México debe basar su desarrollo industrial en el fortalecimiento de la agricultura, pesca y minería, así mismo en su riqueza petrolera y en forma especial en la estabilidad y fortalecimiento de la renta nacional, -- evitando la fuga de divisas por la formación de pequeñas y medianas industrias, que incrementen la creación de mercancías para el consumo nacional que de otra manera tendrían que importarse.

En vista de que prevalece, casi universalmente la dificultad de obtención de divisas en los países que quieren acelerar su desarrollo industrial, uno de los proyectos es el beneficio en divisas y se aceptan éstos -- con el fin de ganar o ahorrar divisas. Considerando que en un proyecto -- industrial el costo del capital más considerable es el de maquinaria y -- equipo, aunado a la fuerte devaluación que ha sufrido nuestra moneda, la necesidad creciente de las importaciones de bienes de capital nos hace -- fincar nuestra atención en la reconstrucción de bienes de capital como un medio básico para evitar la fuga de divisas y llegando por consiguiente al fortalecimiento de la economía nacional.

I. PROBLEMATICA DE LA RECONSTRUCCION DE MAQUINARIA

1.1. - Antecedentes

Aun cuando las prácticas de la reconstrucción de maquinaria son tan viejas como la propia invención de las máquinas, su desarrollo en forma intensiva en nuestro país surgió a raíz de la restricción de importaciones de refacciones derivadas del segundo conflicto bélico universal. En aquella época México se enfrentó a la opción que representaba la paralización de la industria nacional contra la generación de la capacidad técnica que hiciera posible sostener la operación del aparato productivo. Es bien sabido que de la aplicación de las técnicas de reconstrucción -- que fue posible dominar durante aquellos años, surgieron posteriormente la mayor parte de las empresas que se dedican ahora a la manufactura de los bienes de capital.

1.2. Diversos Criterios de Reconstrucción

Definiciones:

Podemos definir la reconstrucción como el control del proceso de desgaste de los bienes de capital restaurando sus características originales de servicio y manteniendo una influencia sustancial en el perfeccionamiento de los mismos.

A continuación damos a conocer el tipo de desgaste al cual se someten las máquinas: El desgaste físico, el cual se manifiesta en la re-

ducción de la utilidad de las máquinas.

La obsolescencia. El cual cambia la posición económica de las máquinas al aparecer las nuevas, más baratas o más productivas, por lo consiguiente más progresivas y económicas, de la misma destinación.

Se distinguen dos formas de desgaste por obsolescencia: la primera se debe al abaratamiento de las máquinas nuevas con los mismos parámetros que tienen las existentes; la segunda es debida a la fabricación de las máquinas más productivas y económicas o a la sustitución completa del tipo dado de la producción por otro nuevo, más barato que satisfice las mismas necesidades.²

1.3. - Análisis de la Posibilidad Técnica

Las principales dificultades que encontramos al pensar en la industria nacional de la reconstrucción es la gran rapidez con que cambia la estructura y se renuevan los principios del funcionamiento de las máquinas, instrumentos y equipos, el constante proceso de crear y organizar la producción de artículos nuevos y más perfectos, en sustitución de los ya anticuados incapaces de dar a la productividad del trabajo que se exige y de proporcionar una mayor eficacia económica de explotación. Debido a esto se crea en la explotación de la maquinaria la rama más dinámica de la producción.

El gran problema del aumento constante del tanto por ciento de los equipos especializados en el volumen total de la producción de la industria de la reconstrucción determina una disminución de la cantidad necesaria de máquinas de cada tipo concreto, por consiguiente la disminución

(2) Fundamentos de la teoría de evejecimiento de las máquinas. A. I. Seviljanov. pp. 307-309.

de la reconstrucción en serie y esto conduce al encarecimiento de los equipos y al aumento del gasto de trabajo que se necesita para reconstruirlos.

También debemos señalar el hecho de que la industria constructora de maquinaria se distingue entre las demás ramas, porque sus procesos de producción son muy complejos y diversos y su desarrollo más dinámico, este hecho viene determinado en primer lugar, por la enorme diversidad de las dimensiones de las piezas y de los artículos que producen, de sus pesos, formas geométricas y de la precisión, de la calidad que se exige de sus superficies trabajadas y de las cualidades fisicomecánicas tanto de sus materias primas, como de las propias piezas acabadas. Por las razones antes expuestas le daremos a la reconstrucción de maquinaria una gran importancia a la unificación y normalización de las estructuras, de los procesos tecnológicos y del uso necesario para los mismos.

1.4.- Experiencias y Necesidades

Cabe mencionar que desde el punto de vista de desembolsos iniciales, los costos de reconstrucción completos importan entre el 25 al 60% de la vida original, dependiendo de la calidad de las intervenciones. Hay dos razones básicas para utilizar la maquinaria usada; el tiempo y el dinero, toda empresa atraviesa por periodos en los cuales necesita contar con una capacidad adicional de máquinas y al mismo tiempo se enfrenta a la imposibilidad de obtener nuevos equipos que se requieren.

Por ejemplo cierto tipo de empresas requieren un cambio constante

de su maquinaria por otra más moderna debido a las necesidades de la competencia.

Petróleos Mexicanos es uno de los principales compradores de bienes de capital y en sus instalaciones se reconstruyen equipos tales como torres de perforación, equipos rotativos, hornos, barcos, etc., para -- mostrar las posibilidades de la reconstrucción de bienes de capital.

Actualmente existen en México un número considerable de pequeños talleres, donde se realizan pequeñas reconstrucciones, especializándose en reparación y restauración de algunos elementos de máquinas, evolucionando de una manera empírica conforme a las necesidades del mercado. Lo anterior implica correr necesariamente los riesgos de la falta de tecnología apropiada para ello.

Lo expuesto hasta ahora favorece la creación de una enorme cantidad de pequeños y medianos talleres especializados en las muy diferentes pero necesarias ramas de la reconstrucción. Se creará la necesidad de promover en las diversas escuelas técnicas del país ingenieros especializados en esta vasta rama, por lo pronto se ha pensado en la necesidad de integrar al egresado universitario al desarrollo del país, por lo que AIUME ya se ha lanzado a la tarea de realizar una metodología con el fin de promover y desarrollar empresas pequeñas y de esta manera despertar la mentalidad empresarial de los jóvenes ingenieros.

La construcción de nuevas máquinas-talleres y empresas técnicamente de vanguardia se compaginan con una amplia reconstrucción de los antiguos, que se encuentran en explotación renovando y modernizando sus

equipos. Consideramos que la condición indispensable para el desarrollo de la reconstrucción de maquinaria y de las demás ramas y formas de la producción es la asimilación en la práctica de los adelantos de la ciencia, el perfeccionamiento de los procesos tecnológicos y la consecución sobre esta base, del aceleramiento e intensificación de la producción. Es absolutamente necesaria una revolución educativa para iniciar en el estudiante la necesidad de intervenir activamente en el desarrollo industrial de México, integrando la educación a las necesidades presentes y futuras del país.

Por lo antes expresado se siente la necesidad creciente de confiar en una planta productiva de bienes de capital reconstruidos, y se hace imperativa la garantía que debe obtenerse de los talleres y empresas dedicadas a la reconstrucción. Son conocidos los resultados que se obtienen de talleres y empresas que no disponen ni de la tecnología apropiada para la reconstrucción ni de los recursos humanos para llevarla a cabo, siendo impreciso el tiempo de vida para los bienes de capital reconstruidos. Por consiguiente el tiempo de reconstrucción tampoco se garantiza, ocasionando tiempos de máquina, caída, errativos y costosos. Dentro del mercado de la reconstrucción se ha observado que no es en muchos casos posible obtener ni precios ni entregas firmes de parte del reconstructor de maquinaria y generalmente no se dispone de trabajadores especializados. Sobre la posibilidad de enviar máquinas a reconstruirlas a Estados Unidos de Norteamérica, implican dificultades de trámites para la exportación temporal, aumentando el tiempo de máquina caída y el cos

to de la reconstrucción. La reconstrucción de equipos con alta sofisticación tecnológica, lleva involucrados problemas de especialización en la reconstrucción, lo cual requiere estudios de disponibilidad de empresas, igualmente especializadas de reconstrucción por los riesgos de garantía.

El papel de los extranjeros a corto plazo (no así a largo) tendrá que ser un factor muy importante en la industria de la reconstrucción. Al iniciar ésta tendremos la oportunidad de aprender rápida y económicamente lo que se ha progresado en los países industrializados a través de cientos de años y cuantiosos gastos. Entre los medios de adquirir estos en el extranjero se encuentran las empresas conjuntas, los contratos de dirección, los convenios consultivos, los servicios de información técnica, empleo de consejeros extranjeros y envío de nacionales al exterior para recibir entrenamiento técnico y de dirección. Un país subdesarrollado puede acelerar el desarrollo adquiriendo tanta inversión y experiencia extranjera como sea posible. Si consideramos que la industria Mexicana de bienes de capital depende en vasta medida de la tecnología extranjera (ver cuadros I y II). Vemos que el 64% de las empresas están ligadas, de una u otra manera a la tecnología comprada y 65% de la producción se genera en empresas que utilizan tecnología importada, factor que podemos aprovechar para obtener algunas ventajas, entre ellas la rapidez con que puede disponerse de diseños y técnicas de producción.

El clima que se ha creado en México con respecto a la necesidad de la cual es objeto este estudio, es muy favorable, por eso en los últimos años los altos funcionarios del país se han preocupado por la utili-

CUADRO I

MEXICO: EMPRESAS CON TECNOLOGIA EXTRANJERA EN LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL, 1975

(Número de empresas)

Sector	Empresas en la muestra (1)	Empresas con tecnología extranjera (2)	Relación (2)/(1) %	Origen de la tecnología	
				Estados Unidos	Otros países ^a
TOTAL	77	49	64		
I. Insumos de uso difundido	5	1	20	2	1
II. Paileria y maquinado pesado	10	8	80	8	3
III. Herramientas, varios	9	3	33	3	1
IV. Equipo y maquinaria para construcción, minería y petróleo	6	5	83	3	3
V. Válvulas, compresores y bombas	7	6	86	6	3
VI. Maquinaria agrícola	3	2	67	1	1
VII. Máquinas-herramienta	8	4	50	4	5
VIII. Otros equipos y maquinaria	3	1	33	—	1
IX. Equipo eléctrico	6	4	67	3	1
X. Componentes electrónicos y conductores	3	1	33	3	1
XI. Equipo de transporte	17	14	82	11	5

Algunas empresas tienen tecnología de distintos orígenes.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos de la Encuesta de Empresas Productoras de Bienes de Capital.

CUADRO II
MEXICO: EMPRESAS CON TECNOLOGIA EXTRANJERA, POR SECTORES Y FUNCION,
EN LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL, 1975

(Número de empresas)

Sector	Diseño básico	Determinación y métodos de producción	Asesoría de producción en planta	Capacitación de técnicos en el país de origen	Administra- ción y mercadotecnia	Otros	Total
I. Insumos de uso difundido	2	2	2	2	—	—	5
II. Pallería y maquinado pesado	8	6	4	4	—	—	10
III. Herramientas, varios	1	1	1	1	1	—	3
IV. Equipo y maquinaria para construcción, minería y petróleo	6	6 ^f	4	3	2	control de calidad ^a	6
V. Válvulas, compresores y bombas	6	6	3	3	1	—	7
VI. Maquinaria agrícola	2	2 ⁱ	1	1	1	—	3
VII. Máquinas-herramienta	5	5	4	4	1	normas de calidad ^a	8
VIII. Otros equipos y maquinaria	3	2	—	3	—	—	9
IX. Equipo eléctrico	5 ^v	—	—	—	—	—	6
X. Componentes electrónicos y conductores	4	4	3	2	1	—	3
XI. Equipo de transporte	11 ^u	11	9 ^b	10 ^c	3 ^d	control de calidad pruebas	17

^a Para una empresa, únicamente en casos especiales.

^b Para tres empresas es parcial.

^c Para una empresa es parcial.

^d Para una empresa es asesoría y para otra, únicamente administración.

^e Cuatro empresas requirieron únicamente diseño básico en el caso de modificaciones, nuevos productos o productos especiales.

^f En el caso de una empresa, materiales únicamente.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos de la Encuesta de Empresas Productoras de Bienes de Capital.

zación racional de los bienes de capital.

En el país se han organizado eventos como reuniones y simposios, la exposición de la industria metal-mecánica, etc. Se ha creado la Cámara Nacional de fabricación de bienes de capital, que permitirá coordinar la política empresarial en el desarrollo del sector, procurando la fusión de empresas y el esclarecimiento de las características más importantes de las mismas, también se cuenta con el Comité de la Alianza para la producción de bienes de capital, que entre sus funciones primordiales tienen la responsabilidad de elaborar el reglamento de compras del sector público que deberá cubrir lo siguiente:

- a).- La normalización de bienes de capital.
- b).- Los procedimientos de compras
- c).- La definición de los bienes de capital, que pueden ser fabricados en el país.

En el primer simposium para la reconstrucción de bienes de capital celebrado el 17 de junio de 1977, el ingeniero A. Moran y Moguel hizo entre otras estas interesantes preguntas que se discutieron en el mismo. ¿En qué medida, siendo una tecnología intensiva en mano de obra --permite generar empleos? ¿cuál puede ser su impacto en la generación de una mayor capacidad tecnológica y cuáles son los principales obstáculos que se presentan para instrumentarla?

Entre los objetivos de la reconstrucción de maquinaria se incluye:³

I.- Transferencia de tecnología por la vía de la absorción, ya que ante la necesidad de fabricar partes o dispositivos se requiere estudiar -

(3) Primer Simposium de Reconstrucción de Bienes de Capital. Mex. - - Jun. 1977.

la máquina en todos sus aspectos, materiales usados, procesos.

II. - Economía: Ya que la restauración aumenta la vida útil de una máquina entre un 80 al 100% con una inversión promedio del 40% del valor de una unidad nueva equivalente.

III. - Ahorra en divisas: Al aumentar la vida útil de la capacidad instalada se refleja automáticamente en las importaciones de bienes de capital.

IV. - Desarrollo tecnológico: Se logra el incorporar los avances tecnológicos y al resolver problemas de diseño, procesos de fabricación, etc.

V. - Formación de recursos humanos: Ya que la reconstrucción de maquinaria permite formar especialistas en ramas de electricidad, electrónica mecánica, electroquímica, metalurgia y otras relacionadas con el diseño, fabricación, operación, control, prueba, instalación, conservación y reacondicionamiento de maquinaria.

Quisiera concluir este breve análisis haciendo mención del problema del aboletismo que estará latente siempre que hablemos de reconstrucción.

1.5. - Situación Económica Actual

La economía mexicana ha mantenido en el quinquenio 1970-1975 un dinamismo ligeramente inferior al observado en los últimos 25 años, al registrar un ritmo de crecimiento anual del 5.7% en comparación con el 6.2% que experimentó de 1950 a 1975. Se han gestado en los últimos años cambios y modalidades distintas en el funcionamiento del sistema -

económico a que han impreso características muy especiales a la forma actual del desarrollo socio económico del país y que seguirán conformando en el futuro (cuadro III).

Básicamente se combinaron tres hechos relevantes que actuaron simultáneamente sobre el comportamiento de la economía, por un lado la diferente concepción adoptada a principios de la década actual sobre el desenvolvimiento económico del país, que tendió a modificar la pauta tradicional de crecimiento, otorgando prioridad a la tarea de difundir con mayor amplitud los beneficios del desarrollo. Por otra parte, en el ámbito internacional se generaron desajustes profundos, tanto comerciales como financieros, que tuvieron repercusiones relevantes sobre la marcha económica no sólo de México sino de muchos otros países del mundo. Finalmente en el orden interno, factores climatológicos adversos incidieron desfavorablemente sobre el desenvolvimiento del sector agropecuario, agravando, conjuntamente con los mayores precios de los productos agrícolas importados los problemas de la balanza de pagos (cuadros IV, V, VI y VII).

La conjunción de estos factores, unida a la presencia de desajustes estructurales subyacentes en la economía mexicana, confluyeron para caracterizar el crecimiento oscilante de los últimos años y para determinar, en buena medida, la política económica del país, podría afirmarse que las modalidades básicas de dicha política estuvieron asociadas con acciones compensatorias no sólo en el ámbito de la inversión pública frente al debilitamiento de la privada, sobre todo de la nacional y no

CUADRO III
MEXICO: OFERTA Y DEMANDA GLOBALES, 1965-1975

(Millones de pesos de 1974)^a

Conceptos	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	Tasas de crecimiento ^b %		
												1965-75	1965-70	1970-75
OFERTA GLOBAL	502 362	535 748	569 737	616 886	653 765	697 302	716 557	772 563	840 471	903 825	940 542	6.5	6.8	6.2
Producto interno bruto a precios de mercado ^c	460 706	492 640	523 528	566 120	601 921	643 582	665 715	714 103	768 349	813 700	848 201	6.3	6.9	5.7
Importación de bienes y servicios	41 656	43 108	46 209	50 766	51 844	53 720	50 842	58 460	72 122	90 125	92 341	6.7	5.3	12.1
DEMANDA GLOBAL	502 362	535 748	569 737	616 886	653 765	697 302	716 557	772 563	840 471	903 825	940 542	6.5	6.8	6.2
Exportación de bienes y servicios	42 088	44 943	44 453	49 213	54 697	51 406	53 910	60 637	66 705	68 842	60 496	4.0	4.3	3.7
Formación bruta de capital	82 276	92 139	107 220	117 082	121 369	134 314	131 520	147 737	162 935	173 700	186 921	8.7	10.4	6.9
Pública	30 970	28 519	31 047	41 815	41 402	37 909	38 560	49 927	64 179	64 800	78 474	10.8	5.2	16.4
Privada	51 306	63 620	76 173	75 267	79 967	96 405	92 960	97 810	98 756	108 900	108 447	8.2	14.9	2.5
Consumo	383 394	406 151	428 328	463 833	491 787	528 998	546 142	577 254	613 721	660 400	694 174	6.1	6.7	5.6
Público	25 912	28 822	30 034	33 667	36 232	39 417	43 377	48 860	52 658	58 400	69 913	10.5	8.8	12.2
Privado	357 482	377 329	398 294	430 166	455 555	489 571	502 765	528 294	561 063	602 000	624 261	5.7	6.5	5.0
Diferencia estadística ^d	- 5 396	- 7 485	-10 284	-13 242	-14 088	-17 408	-15 015	-13 065	- 2 890	883	- 1 049	—	—	—

^a Las series han sido deflactadas utilizando varios índices de precios como se expone en el Apéndice Metodológico.

^b Calculadas a base del promedio de las tasas anuales.

^c Incluye ajustes bancarios.

^d Se refiere a la discrepancia entre oferta y demanda globales originada tanto por las diferentes fuentes de las que fueron tomados los datos, así como por los cambios de base en los índices de precios.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos del Banco de México, S. A. Informe Anual, 1975 y otras fuentes oficiales.

CUADRO IV

MEXICO: PRODUCTO INTERNO BRUTO A PRECIOS DE MERCADO, POR RAMA DE ACTIVIDAD,
1950, 1960, 1970-1975

Conceptos	Millones de pesos de 1974								Estructura % ^a			
	1950	1960	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1950	1960	1970	1971
TOTAL *	193 554	333 597	651 954	674 204	722 705	777 731	821 847	855 911	100.0	100.0	100.0	100.0
Agropecuario	36 409	55 011	78 853	80 397	80 157	81 928	84 299	35 479	18.8	16.4	12.1	11.9
Agricultura	26 956	39 179	50 000	56 999	55 510	58 660	58 483	58 600	14.0	11.7	8.6	8.5
Ganadería	6 449	12 742	18 951	19 520	20 525	20 915	21 270	22 014	3.3	3.8	2.9	2.9
Silvicultura	2 135	1 898	2 473	2 335	2 525	2 695	2 867	2 867	1.1	0.6	0.4	0.3
Pesca	869	1 192	1 429	1 543	1 597	1 658	1 679	1 736	0.4	0.3	0.2	0.2
Minería	5 229	6 557	8 129	8 163	8 146	9 002	10 310	9 660	2.7	2.0	1.3	1.2
Petróleo	3 250	7 862	17 449	17 944	19 360	19 640	22 439	24 907	1.7	2.3	2.7	2.7
Manufacturas	33 791	63 072	150 556	155 311	168 463	183 593	194 575	202 553	17.5	18.9	23.1	23.0
Construcción	7 789	15 861	35 290	34 373	40 421	46 807	49 574	52 400	4.0	4.8	5.4	5.1
Electricidad	598	1 944	6 934	7 486	8 150	9 043	9 895	10 459	0.3	0.6	1.1	1.1
Comercio	52 662	95 693	192 878	198 665	212 372	228 553	240 411	248 104	27.2	28.7	29.6	29.5
Comunicaciones y transportes	4 587	7 872	14 793	15 896	17 472	19 487	21 797	23 672	2.4	2.4	2.2	2.4
Comunicaciones	735	1 203	2 825	3 247	3 864	4 557	5 238	5 992	0.4	0.4	0.4	0.5
Transportes	3 852	6 669	11 968	12 649	13 608	14 930	16 559	17 685	2.0	2.0	1.8	1.9
Gobierno	10 899	17 889	41 337	45 058	51 098	56 799	61 456	68 155	5.6	5.4	6.3	6.7
Otros servicios	38 340	61 836	105 735	110 911	117 066	122 879	127 091	130 522	19.8	18.5	16.2	16.4

Conceptos	Estructura %				Tasas de crecimiento ^b %							
	1972	1973	1974	1975	1950-60	1960-70	1970-75	1970-71	1971-72	1972-73	1973-74	1974-75
TOTAL *	100.0	100.0	100.0	100.0	5.7	6.7	5.6	3.4	7.2	7.6	5.7	4.1
Agropecuario	11.1	10.5	10.2	9.9	4.6	3.7	1.6	2.0	-0.3	2.2	2.9	1.4
Agricultura	7.7	7.3	7.1	6.8	4.0	3.7	0.9	1.8	-2.6	2.1	3.2	0.2
Ganadería	2.8	2.7	2.6	2.6	7.1	4.1	3.0	3.0	5.1	1.9	1.7	3.5
Silvicultura	0.4	0.3	0.3	0.3	-3.2	2.7	3.1	-5.6	8.1	6.7	6.4	—
Pesca	0.2	0.2	0.2	0.2	5.4	2.2	4.0	8.0	3.5	3.8	1.3	3.4
Minería	1.1	1.2	1.3	1.1	2.6	2.2	3.8	0.4	-0.2	10.5	14.5	-6.3
Petróleo	2.7	2.5	2.7	2.9	9.5	8.3	7.5	2.8	7.9	1.4	14.3	11.0
Manufacturas	23.3	23.6	23.7	23.7	6.0	8.9	6.0	3.2	8.5	9.0	6.0	4.1
Construcción	5.6	6.0	6.0	6.1	9.4	8.5	8.5	-2.6	17.6	15.8	5.9	5.7
Electricidad	1.1	1.2	1.2	1.2	12.6	13.6	8.6	8.0	8.9	10.9	9.4	5.7
Comercio	29.4	29.4	29.3	29.0	6.2	7.3	5.2	3.0	6.9	7.6	5.2	3.2
Comunicaciones y transportes	2.4	2.5	2.6	2.8	5.7	6.5	9.9	7.5	9.9	11.5	11.9	8.6
Comunicaciones	0.5	0.6	0.6	0.7	5.5	8.9	16.3	15.0	19.0	18.0	14.9	14.4
Transportes	1.9	1.9	2.0	2.1	5.8	6.0	8.1	5.7	7.6	9.7	10.9	6.8
Gobierno	7.1	7.3	7.5	8.0	5.2	8.7	10.5	9.0	13.4	11.2	8.2	10.9
Otros servicios	16.2	15.8	15.5	15.3	4.9	5.5	4.3	4.9	5.6	5.0	3.4	2.7

* Sin ajustes bancarios.

^b Calculadas a base del promedio de las tasas anuales.

NOTA: Debido a las aproximaciones, las sumas no siempre coinciden con el total.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos del Banco de México, S. A. Informe Anual, varios años.

CUADRO V

MEXICO: IMPORTACION DE MERCANCIAS, POR TIPO DE DEMANDA, 1966-1975^a

(Millones de dólares de 1974)

Años	Precios de 1974 ^b			Estructura de la importación %				Tasas anuales de crecimiento %				
	Total	Bienes de consumo	Bienes Intermedios	Bienes de capital	Total	Bienes de consumo	Bienes Intermedios	Bienes de capital	Total	Bienes de consumo	Bienes Intermedios	Bienes de capital
1966	2 684	480	962	1 241	100.0	17.9	35.8	46.2	—	—	—	—
1967	2 847	465	955	1 426	100.0	16.3	33.5	50.1	6.1	— 3.1	— 0.7	14.9
1968	3 057	536	970	1 550	100.0	17.5	31.7	50.7	7.0	15.3	1.6	8.7
1969	3 153	592	1 049	1 511	100.0	18.8	33.2	47.9	3.1	10.5	8.1	— 2.5
1970	3 245	646	1 088	1 510	100.0	19.9	33.5	46.5	2.9	9.1	3.7	— 0.1
1971	3 017	592	1 065	1 358	100.0	19.6	35.3	45.0	— 7.0	— 8.4	— 2.1	— 10.1
1972	3 543	792	1 197	1 553	100.0	22.3	33.8	43.8	17.4	33.8	12.4	14.4
1973	4 616	1 030	1 711	1 874	100.0	22.3	37.0	40.6	30.3	30.1	42.9	20.7
1974	6 056	1 314	2 508	2 230	100.0	21.7	41.4	36.8	31.2	27.6	46.6	19.0
1975	6 144	—	—	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—
1966-74 ^c									11.4	14.4	14.0	8.1
1966-70 ^c									4.8	7.9	3.7	5.3
1970-74 ^c									18.0	20.8	25.0	11.0

^a Incluye zonas y perímetros libres. A partir de 1970 excluye las importaciones realizadas por las empresas maquiladoras.

^b Deflactados con el índice de precios de importaciones publicado en su versión original (base 1970) en *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*, varios años.

^c Tasas calculadas a base del promedio de las tasas anuales.

NOTA: Debido a las aproximaciones, las sumas no siempre coinciden con el total.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos del Banco de México, S. A., Subdirección de Investigación Económica y Bancaria. *Indicadores Económicos*, varios años; y Secretaría de la Industria y Comercio, Dirección General de Estadística. *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*, varios años.

CUADRO VI

MEXICO: EXPORTACION DE MERCANCIAS,
1966-1975 ^a

(Millones de dólares)

Años	Precios corrientes	Precios de 1974 ^b	Tasas anuales de crecimiento % ^c	
			Precios corrientes	Precios constantes
1966	1 162	2 063	—	—
1967	1 103	1 919	— 5.1	— 7.0
1968	1 180	2 028	7.0	5.7
1969	1 384	2 300	17.3	13.4
1970	1 282	2 004	— 7.4	—12.9
1971	1 365	2 086	6.5	4.1
1972	1 665	2 410	21.9	15.5
1973	2 070	2 578	24.3	7.0
1974	2 849	2 849	37.6	10.5
1975	2 859	2 486	0.4	—12.7
1966-75 ^c			11.4	2.6
1966-70 ^c			3.0	2.0
1970-75 ^c			18.1	4.9

^a A partir de 1970 se excluyen las exportaciones realizadas por las empresas maquiladoras.

^b Cifras preliminares, deflactadas con el índice de precios de exportaciones de la Secretaría de Industria y Comercio, *op. cit.*

^c Tasas calculadas a base del promedio de las tasas anuales.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A., Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos del Banco de México, S. A., Subdirección de Investigación Económica y Bancaria, *Indicadores Económicos*, varios años; y Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística, *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*, varios años.

MEXICO: BALANZA DE MERCANCIAS,
1966-1975

(Millones de dólares de 1974)

Años	Exportación (1)	Importación (2)	Saldo (3)	Porcentaje (3)/(1)
1966	2 063	— 2 684	— 621	30.1
1967	1 919	— 2 847	— 928	48.4
1968	2 028	— 3 057	— 1 029	50.7
1969	2 300	— 3 153	— 853	37.1
1970	2 004	— 3 245	— 1 241	61.9
1971	2 086	— 3 017	— 931	44.6
1972	2 410	— 3 543	— 1 133	47.0
1973	2 578	— 4 616	— 2 038	79.1
1974	2 849	— 6 056	— 3 207	112.6
1975	2 486	— 6 144	— 3 658	147.1

FUENTE: Cuadros II-5 y II-6.

CUADRO VII
MEXICO: BALANZA DE PAGOS, 1960, 1965, 1970-1975

(Millones de dólares corrientes)

Conceptos	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974	1975.1
I. Balanza de mercancías y servicios	-300.5	-314.4	-924.0	-703.1	-789.4	-1 175.4	-2 558.1	-3 768.9
A. Exportación de mercancías y servicios	1 371.8	1 989.1	2 956.7	3 192.8	3 795.1	4 828.3	6 342.5	6 303.0
1. Exportación de mercancías*	738.7	1 113.9	1 281.3	1 363.4	1 665.3	2 070.5	2 850.0	2 858.6
2. Producción de oro y plata ^b	47.7	44.3	66.4	46.9	51.1	69.8	148.9	145.7
3. Turismo ^c	155.3	274.9	415.0	461.0	562.6	724.2	842.0	800.1
4. Pasajes internacionales	—	—	39.3 ^d	47.3	59.5	63.4	78.1	86.7
5. Transacciones fronterizas	366.0	499.5	878.9	966.9	1 057.0	1 207.7	1 372.9	1 541.6
6. Servicios por transformación de maquila	—	—	80.9	101.9	164.7	277.6	443.5	454.4
7. Total de servicios (suma de 3, 4, 5 y 6)	521.3	774.4	1 414.1	1 577.1	1 843.8	2 272.9	2 736.5	2 884.8
8. Otros conceptos ^e	64.1	56.5	194.9	205.4	234.9	415.2	607.1	413.8
B. Importación de mercancías y servicios	1 672.3	2 303.5	3 880.7	3 895.9	4 584.5	6 003.8	8 900.6	10 071.9
1. Importación de mercancías*	1 186.4	1 559.6	2 326.8	2 254.0	2 717.9	3 813.4	6 056.7	6 580.2
2. Turismo	40.5	119.1	169.7	172.2	220.4	258.0	334.8	399.4
3. Pasajes internacionales	—	—	53.9	54.3	65.7	72.6	96.8	134.1
4. Transacciones fronterizas	221.0	295.2	585.0	612.5	649.3	695.0	819.2	957.7
5. Total de servicios (suma de 2, 3 y 4)	261.5	414.3	808.6	839.0	935.4	1 026.6	1 250.8	1 491.2
6. Dividendos, intereses y otros pagos de empresas con inversión ext. dir.	131.0	174.8	355.1	381.1	451.6	528.4	633.7	699.0
7. Intereses sobre deudas oficiales	30.4	62.2	231.6	238.8	266.5	378.5	588.5	850.9
i. NAFINSA y otros	29.6	55.8	213.0	221.3	246.2	357.6	560.3	752.3
ii. Gubernamental	0.8	6.4	18.6	17.5	20.3	20.8	28.3	98.6
8. Otros conceptos ^f	63.0	92.6	158.6	183.0	213.1	257.9	370.9	450.7
II. Errores y omisiones en cuenta corriente y en movimiento de capital (neto)	182.4	182.5	476.8	194.4	213.8	-378.4	-135.8	-406.0
III. Capital a largo plazo (neto)	109.5	111.0	503.9	669.1	790.4	1 676.1	2 730.8	4 339.9
1. Inversiones extranjeras directas	67.9	152.6	200.7	196.1	214.9	286.9	362.2	362.3
2. Compras de empresas extranjeras	-116.5	—	—	—	-10.0	-22.2	-2.1	-25.8
3. Operaciones con valores (neto)	-5.4	11.9	-7.2	52.0	6.2	-10.2	-59.8	65.0
4. Créditos del exterior (neto)	188.9	-21.5	324.2	450.6	557.8	1 370.6	1 999.2	3 477.5
a. Sector público (neto)	188.9	-21.5	263.1	286.4	359.7	1 046.5	1 672.9	3 053.8
i. Disposiciones ^g	352.1	344.2	799.0	742.2	864.2	1 891.8	2 233.9	3 859.4
ii. Amortizaciones	-163.2	-365.7	-535.9	-455.8	-504.5	-845.3	-561.0	-805.6
b. Sector privado (neto)	—	—	61.1	164.2	198.1	324.1	326.3	423.7
i. Empresas con participación extranjera (neto)	—	—	41.7	168.0	191.3	196.4	196.5	348.7
ii. Otras empresas ^h	—	—	19.4	3.8	6.8	127.7	129.8	75.1
5. Deuda gubernamental (neto)	-25.4	22.3	-2.3	-28.9	37.8	69.9	470.9	456.1
6. Créditos al exterior (neto)	—	-54.3	-11.5	-0.7	-16.3	-18.9	-39.5	4.9
IV. Derechos Especiales de Giro	—	—	45.4	39.6	49.9	—	—	—
V. Variación de la reserva del Banco de México, S. A. (suma de I, II, III y IV)ⁱ	-8.6	-20.9	102.1	200.0	264.7	122.3	36.9	165.1

* A partir de 1970 se deducen las exportaciones realizadas por las empresas maquiladoras establecidas en las zonas y perímetros libres del país.

^b Los años de 1960 y 1965 excluyen el oro y la plata utilizados en el país para fines industriales. A partir de 1970 estos datos sólo se refieren a la plata.

^c A partir de 1970 estos datos se obtuvieron a base de un nuevo método de investigación; por tanto, no son comparables con los de 1960 y 1965.

^d A partir de 1970 estos datos se calcularon a base de nuevas fuentes de información y abarcan nuevos conceptos; por tanto, no son comparables con los de 1960 y 1965.

^e Deduce la importación realizada por las empresas maquiladoras instaladas en las zonas y perímetros libres del país.

^f A partir de 1970 este renglón incluye la importación de oro destinada a la industria. En conjunto, estos datos no son comparables con los de 1960 y 1965, porque además se calcularon a base de nuevas fuentes de información y abarcan nuevos conceptos.

^g Las cifras de 1960 excluyen los financiamientos al exterior.

^h Incluye a partir de 1970 los créditos con aval del sector público.

ⁱ Reserva computada de acuerdo con el criterio del Fondo Monetario Internacional, más la plata.

^j Cifras preliminares, sujetas a revisiones, por lo que pueden diferir de las de los cuadros II-8, II-9, y II-11.

NOTA: Debido a las aproximaciones, las sumas no siempre coinciden con el total.

FUENTE: Banco de México, S. A.

así de la extranjera, sino también frente al proceso inflacionario que deterioró los ingresos de amplias capas de la población, haciendo necesario adoptar medidas para mantener el poder adquisitivo de dichos ingresos. El otro rasgo distintivo de la política económica durante el quinquenio 1970-1975 estuvo relacionado con acciones tendientes a evitar desequilibrios mayores de la balanza de pagos, que podrían convertirse en un obstáculo significativo para proseguir el desarrollo del país.

Más recientemente las tensiones experimentadas en la cuenta externa condujeron a la variación del tipo de cambio, mismo que durante -- más de 20 años rigió el intercambio con el exterior, y a modificaciones en otros aspectos importantes de la política económica, como son básicamente los de precios, arancelarios, financieros y salariales.

En resumen, se podría afirmar que durante 1970-1975 uno de los rasgos más relevantes del crecimiento de la economía, desde el punto de vista de la demanda, estuvo asociado a la mencionada política compensatoria del sector público que determinó cambios en la composición de la inversión total, al adquirir mayor significación de la inversión pública a la par que disminuía la ponderación de la privada (concretamente de la privada nacional). Simultáneamente, la difícil coyuntura internacional acentuó el debilitamiento de las exportaciones y en el mismo sentido actuó el proceso inflacionario que hizo disminuir el dinamismo del consumo privado, por el contrario, los gastos públicos, de reducida ponderación dentro de la demanda global, tendieron a adquirir mayor vigor al verificarse la política compensatoria instrumentada por el sector pú--

blico (cuadro III).

El resultado final fue que la demanda global se debilitó ligeramente en comparación con la del quinquenio pasado, pues mientras en los años de 1965 a 1970 su crecimiento medio anual fue de 6.8% para 1970-1975 se redujo ligeramente a 6.2% (cuadro III).

Pese a lo anterior, las importaciones se acrecentaron enormemente, al ritmo del 12% anual para 1970-1975, frente a solo 5% en 1965-1970, como resultado básicamente del menor dinamismo del producto interno bruto que hizo necesario aumentar los abastecimientos externos, en gran parte para compensar el descenso de la producción agrícola y también a causa de compras adelantadas de materias primas básicas ocasionadas por su relativa escasez y encarecimiento en el ámbito mundial. El debilitamiento de la oferta interna (que sólo creció 5.7% en 1970-1975 frente a 6.9% en 1965-1970) estuvo asociado, fundamentalmente, al del sector agropecuario, en donde principalmente por factores climatológicos adversos, el crecimiento promedio fue de 1.6% al año. En el período 1970-1975, incremento inferior al aumento demográfico.

Es evidente la presencia de varios desajustes básicos que será necesario afrontar al efecto de proseguir el desarrollo socioeconómico del país. En especial está vigente entre otros, el desequilibrio en la balanza de pagos, el cual tiende a atenuarse mediante la variación del tipo de cambio realizado recientemente.

El examen de saldo en cuenta corriente de la balanza de pagos muestra como en los últimos años se ha acentuado el desequilibrio con-

el exterior, mientras que en 1960 el saldo adverso era de 300 millones de dólares, para 1970 se había elevado a 924 millones, posteriormente no sólo continuó ampliándose, llegando a ser de 3,770 millones en 1975, sino que también se modificó la estructura interna de dicho desequilibrio.

La modalidad del desarrollo adoptada en las últimas décadas en México trajo como consecuencia un endeudamiento externo creciente que paulatinamente ocasionó que los pagos a factores del exterior (dividendos, intereses, etc.) se convirtieran en el componente principal del déficit en cuenta corriente. A partir de 1973 sin embargo la aceleración de las importaciones por encima del dinamismo de las exportaciones de bienes y servicios condujo a que el elemento central de desequilibrio externo se desplazara hacia el desbalance comercial (cuadros VII, IX).

En el pasado, el saldo comercial negativo se tendía al compensar, por lo menos parcialmente, mediante los ingresos netos de la balanza de servicios no financieros, a partir de 1973, sin embargo, confluyeron el ensanchamiento del desbalance comercial, que en 1966 era de 621 millones de dólares, en 1970 de 1,241 y para 1975 ascendió a 3,658 millones (en dólares constantes de 1974), y una situación menos favorable en lo tocante a los ingresos netos por servicios no financieros, que llegaron incluso a decrecer en términos absolutos (de 1966 a 1973 dichos ingresos mostraron una tendencia ascendente, al pasar de 732 a 1,597 millones de dólares; en cambio, en 1974 y 1975 descendieron a 1,504 y 1,161 millones, respectivamente, en dólares de 1974 (cuadro XI-XII).

De esta manera, el déficit en cuenta corriente para 1975 se expli-

CUADRO VIII

MEXICO: INGRESO DE DIVISAS POR CONCEPTO DE EMPRESAS MAQUILADORAS, 1970-1975^a

(Millones de dólares)

Años	Precios corrientes	Precios de 1974 ^b
1970	80.9	124.0
1971	101.9	148.3
1972	164.7	228.4
1973	277.6	346.6
1974	443.5	443.5
1975	445.9	387.8
Tasa de crecimientos ^c		
1970-75	43.3	28.1

^a Información disponible a partir de 1970.

^b Serie deflactada con el índice nacional de precios al consumidor del Banco de México, *op. cit.*

^c Calculada a base del promedio de las tasas anuales.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUFI, a base de datos del Banco de México, S. A., Subdirección de Investigación Económica y Bancaria. *Indicadores Económicos*, varios años.

CUADRO IX

MEXICO: BALANZA DE MERCANCIAS Y SERVICIOS NO FINANCIEROS, 1966-1975

(Millones de dólares de 1974)

Años	Saldo de la balanza de mercancías	Saldo de la balanza de servicios no financieros ^a	Saldo de mercancías y servicios no financieros
1966	— 621	732	111
1967	— 928	788	— 140
1968	— 1 029	905	— 124
1969	— 853	1 081	228
1970	— 1 241	1 056	— 185
1971	— 931	1 176	245
1972	— 1 133	1 341	208
1973	— 2 038	1 597	— 441
1974	— 3 207	1 504	— 1 703
1975	— 3 658	1 161	— 2 497

^a Hasta 1969 incluye sólo turismo y transacciones fronterizas; a partir de 1970 incluye además maquiladoras.

FUENTE: Cuadros II-7, II-8, II-9 y II-11.

CUADRO X

MEXICO: EMPLEO Y ESTRUCTURA OCUPACIONAL, 1965, 1970 Y 1974

(Miles de personas)

Conceptos	1965	%	1970	%	1974	%	Tasas de crecimiento %		
							1965-1970	1970-1974	1965-1974
TOTAL	11 045	100.0	12 812	100.0	13 679	100.0	3.0	1.6	2.4
Agropecuario	5 365	48.6	5 386	42.0	5 141	37.6	—	-1.2	-0.1
Industria extractiva	147	1.3	189	1.5	206	1.5	5.1	2.2	3.8
Industria manufacturera	1 800	16.3	2 425	18.9	2 744	20.0	6.1	3.1	4.8
Metalmecánica	282	2.6	445	3.5	539	3.9	9.5	4.9	7.5
Infraestructura [■]	778	7.0	1 012	7.9	1 228	9.0	5.4	5.0	5.2
Servicios	2 955	26.8	3 800	29.7	4 360	31.9	5.1	3.5	4.4

■ Construcción, electricidad, comunicaciones y transportes.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de la Encuesta de Empresas Productoras de Bienes de Capital; Nacional Financiera, S. A. *La Economía Mexicana en Cifras*, 1975; y Grupo de Estudio sobre Empleo. *El Problema Ocupacional en México*.

ca fundamentalmente por el desbalance de mercancías 3,671 millones de dólares, que no pudo ser compensado totalmente por los ingresos netos de servicios no financieros, que ascendieron a cerca de 1,100 millones, - por su parte, los pagos a factores se situaron en más de 500 millones - (cuadro IX).

La situación ocupacional es otro de los grandes problemas que la modalidad tradicional de desarrollo no ha logrado atenuar, frente a una tasa anual de crecimiento poblacional de 3.4%, se requieren no solo tasas elevadas de desarrollo económico, en lo posible no inferiores a las alcanzadas históricamente, sino también cambios estructurales que fortalezcan aquellas actividades intensivas en mano de obra. La producción de bienes de capital, es una actividad altamente absorbidora de mano de obra y su dinamismo en los últimos años ha sido realmente asombroso, pues ha generado ocupación a ritmos que sobrepasan ampliamente a los registrados por la economía en su conjunto.

II. DIFERENTES TECNOLOGIAS DE RECONSTRUCCION

Introducción

Para reconstruir una maquinaria, la fabricación de las piezas, es decir el darles forma y dimensiones adecuadas, se podrá efectuar por uno de los siguientes procesos tecnológicos, o por varios de ellos consecutivamente, los cuales se exponen a continuación: a) fundición; b) trabajo a presión (en frío o en caliente: forja, estampado, prensado, limado); c) soldadura y d) trabajo de corte (torneado, acepillado, taladrado, fresado, rectificado, etc.).

Junto a estos procesos tecnológicos principales suelen emplearse la soldadura blanda y otras operaciones. Para mejorar la estructura y cualidades de las piezas que se fabrican, aumentar su duración, resistencia al desgaste y solidez, se recurre con mucha frecuencia a los tratamientos térmicos y químico térmicos.

Los procesos de producción en la reconstrucción de maquinaria pueden dividirse en varias fases.

La primera fase del proceso es la preparatoria, en la que debe asegurarse la obtención de las piezas en bruto, cuya forma y dimensiones deberán aproximarse lo más posible a las piezas acabadas.

De la eficacia con que se resuelva este problema fundamental de los talleres de preparación, dependen en gran medida los resultados económicos, permite disminuir los excesos que se dejan para el meca-

nizado, con lo cual se consigue no sólo economizar material sino también en ahorrar tiempo y otros gastos de elaboración.

Las piezas en bruto se obtienen por fundición, forja, estampado, laminado periódico, troquelado en frfo, recalcado y extrusión, también en frfo o por procedimientos menos usados. La fundición, la forja, el estampado y el troquelado se separan generalmente formando talleres de pendientes de la fábrica.

No obstante debe tenerse en cuenta, que el costo de las piezas en bruto, cualquiera que sea el método por que se produzcan, depende en alto grado de las escalas de producción.

Son importantísimos los problemas de la fase preparatoria en la reconstrucción de maquinaria. La conformación más perfecta posible y la mayor precisión de las piezas en bruto, el mejoramiento de la calidad de las mismas y la disminución de los gastos de transporte.

Estos problemas se resuelven eficazmente empleando los procedimientos de producción más progresivos; pero el problema principal es el perfeccionamiento de los métodos para obtener piezas en bruto de precisión.

El empleo, cada vez mayor, de los métodos de prensado, estampado y extrusión en frfo (o de recalcado) en las operaciones preparatorias, es una de las cuestiones de mayor importancia en la tecnología de la reconstrucción de maquinaria.

La fase siguiente es el mecanizado, que tiene por objeto darle a la pieza en bruto la forma geométrica, la precisión y la calidad de superfi

cie previstas en los diseños y en las condiciones técnicas de la pieza -- acabada. Esta es la fase más laboriosa, los gastos de trabajo en los talleres de mecanizado constituyen el 40-60% del total de los necesarios para fabricar las máquinas de acuerdo a las condiciones que se les exigen a las piezas y las escalas de producción, los métodos de mecanizado varían considerablemente.

Una dirección progresiva de perfeccionamiento de la tecnología de mecanizado es la de emplear máquinas herramienta complejas, de varios husillo, compuestas de conjuntos unificados que funcionan según ciclos automáticos o semiautomáticos. En estas máquinas herramienta, variando la colocación mutua de los conjuntos de que constan, se puede, en relativa rapidez y pocos gastos, reajustar el equipo, para poder fabricar con gran rendimiento otras piezas, este tipo de maquinaria se emplea ahora, tanto en la producción a gran escala y de grandes series, como en la de series pequeñas.

Las cualidades físico-mecánicas que deben tener las piezas de las máquinas, solidez, seguridad y duración, se obtienen en gran parte sometiendo a tratamientos térmicos. Por medio de estos tratamientos se mejora considerablemente la maquinabilidad del metal, es decir se hace más fácil su mecanización.

El empleo de soldadura en la reconstrucción de maquinaria es una dirección que ofrece grandes perspectivas de perfeccionamiento y abaratamiento de la producción, en muchos casos, el empleo de piezas de estructura soldada hace más fácil su elaboración y disminuyen los gastos -

de producción. El empleo a gran escala de los métodos de soldadura es una de las vías más importantes para bajar el costo de las máquinas.

La fase final de la reconstrucción de maquinaria es la de montaje, prueba y acabado de las máquinas, esta es una etapa laboriosa y de mucha responsabilidad. Solo aquí se pueden descubrir y subsanar todos los defectos de los procesos tecnológicos de las transformaciones precedentes y los errores e imperfecciones de los proyectos, de la perfección de los métodos de ensayo y de la valoración objetiva de sus resultados, depende en gran parte la seguridad y duración del plazo de funcionamiento de las máquinas o aparatos cualesquiera que sean las condiciones de explotación para que hayan sido calculados.

Al mismo tiempo, el mejoramiento de las actividades y la ampliación de los laboratorios de ensayo, de las estaciones de los bancos de prueba, además de la posibilidad de estudiar la experiencia de la explotación de las máquinas y aparatos, proporciona el material necesario para el perfeccionamiento de las estructuras y métodos de fabricación.

El trabajo necesario para montaje puede reducirse considerablemente equipando los sitios de trabajo con herramientas neumáticas y eléctricas, bancos y dispositivos de montaje que aumentan la productividad. Las secciones de montaje dedicados a la reconstrucción de máquinas pesadas tienen que estar dotados de medios de elevación y transporte: grúas eléctricas de puente, de consola o de corredera, gatos, aparos, etc. Los transportadores también son un buen medio de elevar la productividad del trabajo en los talleres de montaje.

A continuación del montaje de las máquinas se realizan las operaciones de acabado: pintado, pulido y acabado de las superficies, los procesos de recubrimiento galvánico de las piezas, etc.

Estos procesos tienen por objeto, no solo dar a los artículos un buen aspecto exterior, sino aumentar considerablemente su resistencia al desgaste y a la corrosión, conservar su capacidad de trabajo y aumentar su duración.

Para obtener un buen acabado tiene importancia de primer orden: - la calidad de las superficies de las piezas en bruto (que sean lisas e iguales a las chapas laminadas, que no estén quemadas las superficies de las piezas coladas, que carezcan de cascarilla los estampados o forjados, que no haya huellas de tratamientos térmicos que tengan relación con fenómenos de oxidación u otros de carácter termo-químico y que las costuras de las soldaduras sean iguales).

La calidad y precisión del mecanizado depende en gran parte de la calidad de los materiales que se emplean para el acabado, de la perfección de la tecnología que se sigue en estas operaciones y de la maestría profesional de los obreros que la efectúan, tampoco es menor la diversidad de los métodos de comprobación, basados con frecuencia en los adelantos más modernos de la ciencia (en el empleo de los isótopos radioactivos, de la ultraacústica, de los efectos-ferro magnéticos y fotoeléctricos, etc.).

Los buenos resultados económicos del funcionamiento de una fábrica reconstructora de maquinaria y la eficacia de su dirección dependen -

mucho de la buena distribución del proceso de producción entre los talleres independientes (y dentro de ellos, entre las secciones) y del buen emplazamiento de estos talleres en el territorio de la empresa. Al resolver estos problemas los factores determinantes son: el tipo de producción, el nivel de especialización de la empresa, el carácter de los procesos tecnológicos, el grado de desarrollo de las relaciones de cooperación con otras empresas y la escala de producción.

Organización de los Talleres¹

Los principios básicos más frecuentes de la organización de los talleres son el tecnológico y el objetivo. Sobre la base del primero en el taller se concentra la realización de aquellos procesos tecnológicos que son de un mismo tipo (o semejantes), ej. talleres de fundición, troquelado de chapas, térmicas, de torneado y desbastado, de montaje, de máquinas automáticas, etc.

Sobre las bases del segundo principio, en el taller se reúne la producción de un objeto determinado, piezas, conjuntos o grupos de ellos semejantes entre sí por la función que desempeñan y por el equipo tecnológico que requieren, como vgr, el taller de chasis, el de motores, el de máquinas de coser, el de máquinas de hacer punto, etc. Es evidente que cuanto más especializada esté la producción, menor y más simple sea su nomenclatura y mayores las escalas de fabricación es más conveniente el procedimiento tecnológico. La organización de los talleres según el principio objetivo está más difundida en las empresas cuya nomenclatura es muy grande y las máquinas que producen no guardan semejan-

(1) Procesos tecnológicos progresivos en la Construcción de Maquinaria. pp. 18-23.

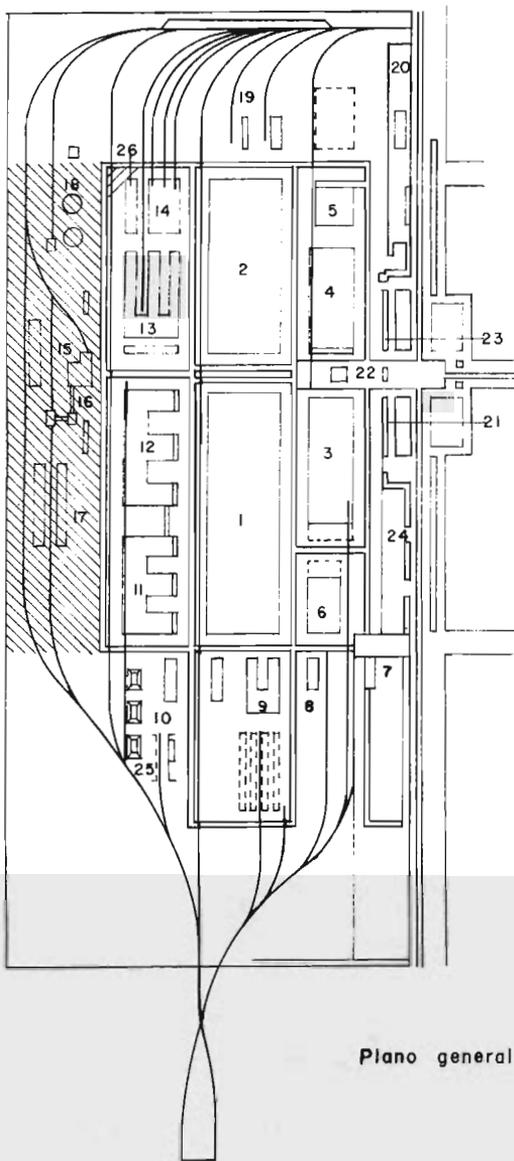
za entre sí o en aquellas empresas grandes y especializadas cuya nomenclatura es compleja. (vgr fábrica de automóviles, tractores). Como es natural en la práctica no es posible concebir el empleo "puro" de uno de estos dos principios, ya que, por lo general se complementan entre sí. Ver Fig. 2-1.

2.1.- Soldadura

Se llama soldadura de dos metales al proceso que tiene por objeto unir inseparablemente partes metálicas, mediante el calentamiento local de sus borde, hasta fundirlos (soldadura por fusión), o hasta una temperatura suficiente para que alcancen el estado plástico que permita el desarrollo de procesos difusivos al aplicarle una acción mecánica (soldadura a presión). Algunos metales plásticos de por sí (cobre, aluminio, etc.)- pueden soldarse a presión sin necesidad de calentarlos, es decir a la temperatura ambiente.

2.2.- Tipos de Procesos de Soldadura

Según cual sea la fuente de calentamiento, se distinguen los siguientes tipos de soldadura: eléctrica, con gas (autógena), con termita, gaso-eléctrica, con haz electrónico, por fricción, a la forja (o a martillo) y en frío, para hacer una clasificación más concreta se toman en consideración otros factores, como el género de combustible que se emplea para la soldadura por gas, el tipo de corriente o la forma del electrodo con que se hace la eléctrica, el grado de automatización del proceso, etc. Por ejemplo la soldadura eléctrica por fusión se divide en: soldadura por arco con electrodos desnudos, soldadura por arco con electrodos



- 1-taller de chasis y cadena principal de montaje
- 2-taller de motores
- 3-taller de forja y estampado
- 4-taller de herramental
- 5-talleres de reparaciones
- 6-taller de experimentación
- 7-expedición y almacén de producción acabada
- 8-almacén principal
- 9-taller de carpintería
- 10-taller de modelos para fundición
- 11-taller de fundición (para fundición - maleable y de metales no ferrosos)
- 12-taller de fundición (para fundición gris)
- 13-taller de forja
- 14-taller de preparación y almacén de material
- 15-central termoeléctrica
- 16-central productora de gas
- 17-almacén de carbón
- 18-almacenes de mazut y de materiales inflamables
- 19-almacén de aceites y productos químicos
- 20-garaje
- 21-oficinas de dirección
- 22-entrada principal
- 23-laboratorio
- 24-comedores
- 25-depositos de chatarra
- 26-taller de muelles y balistas

Plano general de una fábrica de automóviles

Fig. 2-1

de calidad o recubiertos, soldadura bajo capa de fundente granulado y soldadura eléctrica en baño de escorias. Según el grado de automatización del proceso se distinguen: la soldadura a mano, semiautomática y automática.

2.3.- Soldadura Autógena

En calidad de gases combustibles para la soldadura se emplean: el hidrógeno, el gas natural (compuesto fundamentalmente de metano), los vapores de gasolina o keroseno y más frecuentemente el acetileno, éste último da la mayor temperatura de combustión ($3,150^{\circ}\text{C}$) que es suficiente para soldar y cortar el acero, el hierro colado y metales no ferrosos, por cuya razón es el que más se utiliza, el gas natural más barato y abundante produce una temperatura de combustión en el oxígeno de $2,000$ a $2,100^{\circ}\text{C}$ insuficiente para soldar aceros del carbono suaves, que son los que se emplean más en las construcciones metálicas, este gas se utiliza para soldar hierro colado, las aleaciones de cobre y aluminio, para cortar, para unir metales con soldadura blanda o fuerte y para calentar las piezas que se someten a tratamientos térmicos superficiales. Ateneiendo a la presión del acetileno, se distinguen: los gasógenos de baja presión (hasta 0.1 at), de presión media (hasta 1.5 at) y de alta presión (mayor de 1.5 at) para soldadura se utilizan los de presión baja y media.

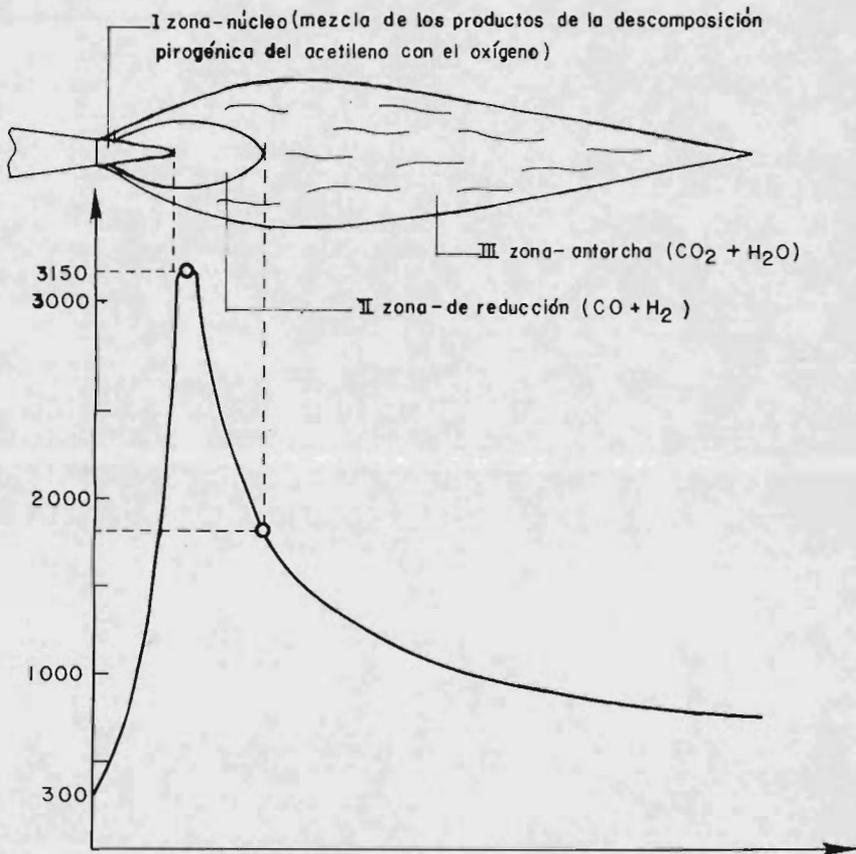
2.4. Sopletes y Llamas para Soldar

La combustión del acetileno en la llama del soplete pasa por tres

estados que corresponde a las 3 zonas, perfectamente definidas de que consta la llama oxiacetilénica normal (ver figura 2-2)

En la primera zona formada por el núcleo blanco deslumbrante de la llama, tiene lugar solamente la descomposición del acetileno en carbono e hidrógeno.

En la segunda zona arden el carbono y el hidrógeno recién engendrados, a costa del oxígeno que llega al soplete procedente de las botellas, generalmente la combustión no termina aquí y esta segunda zona, cuando el gasto de oxígeno es normal, es reductora. En la tercera zona, formada por una especie de antorcha larga, de color rojo anaranjado, terminan de quemarse los componentes del acetileno. La temperatura de la llama en esta zona es sensiblemente menor. Junto a la temperatura máxima, que asegura el calentamiento rápido de los bordes a soldar, se encuentra una atmósfera reductora que sirve para proteger dichos bordes contra la oxidación, en esta segunda zona en la que se deben fundir los bordes de las piezas y la varilla de aportación al hacer la soldadura. La forma, el color y la composición de la llama dependen de la relación cuantitativa que existe entre los gases que se hacen llegar al soplete. por lo general se da 11-12 volúmenes de oxígeno por un volumen de acetileno para conseguir una llama de soldador normal. El metal de aportación (la varilla) se elige de acuerdo con la calidad del metal básico que suelda. Cuando se suelda acero, se emplean varillas de acero suave de cerca de 3 mm de diámetro, que no contengan más de un 0.15% de C. Si el contenido de carbono es mayor, se producen salpicaduras del me-



Estructuración de la llama oxiacetilénica y distribución de las temperaturas según su eje.

Fig. 2 - 2

tal y un borboteo intenso en el baño de fusión, lo que perjudica la calidad de la costura. Cuando se sueldan aleaciones ligeras, se emplean varillas de aportación cuya composición química sea aproximadamente igual a la del metal básico..

2.5.- Corte de Metales

En la industria se ha difundido mucho el corte autógeno, que se divide en corte con oxígeno y gas combustible y corte con oxígeno, gas combustible y fundente.

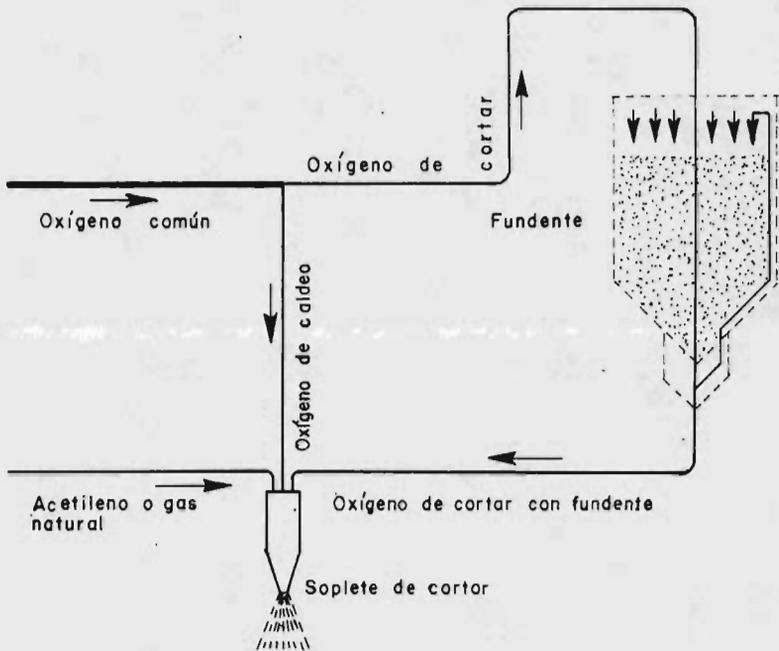
Cuando se emplea el corte con oxígeno y gas combustible, el sitio por donde se quiere cortar el metal se calienta hasta su temperatura de ignición y, después, se suelta el chorro de oxígeno de corte, el metal comienza a arder en el chorro de oxígeno, desprendiendo gran cantidad de calor. Las escorias que se forman son arrojadas fuera de la costura por el chorro de oxígeno y el soplete se va desplazando hacia adelante siguiendo la línea de corte trazada. La llama de caldeo debe ser normal o algo oxidante, si se calienta el metal con llama reductora (exceso de acetileno) pueden carburarse las superficies de la costura dando lugar a que se templen los bordes y formen grietas. No todos los metales pueden cortarse por este procedimiento, sino solamente aquellos cuya temperatura de fusión es mayor que la ignición y cuyos óxidos funden a menor temperatura que el propio metal. Además la conductividad calorífica debe ser mínima y el calor que se desarrolla como resultado de la reacción de combustión, tiene que ser suficiente para asegurar la continuidad del proceso.

La primera condición la cumplen los aceros suaves e intermedios, cuyas temperaturas de ignición se encuentran entre los límites de 1,050 a 1,350°C, mientras que las de fusión entre 1,350 y 1,500°C, no cumplen esta condición del hierro colado (en 1,200°C de temperatura de fusión y 1,350°C de ignición), el cobre y el aluminio.

La segunda condición también la cumplen los aceros y dejan de cumplirla el hierro colado, el cobre y el aluminio. La temperatura de fusión del cobre es de 1.083°C, mientras que los de sus óxidos es bastante mayor (CuO- 1.336°C; Cu₂O- 1,235°C). La temperatura de fusión del aluminio es de 657°C, mientras que la de su óxido (Al₂O₃) es muy elevada (2.050°C).

Los aceros de aleación rica al cromo y cromo-níquel, las fundiciones, las aleaciones y los metales no ferrosos que producen óxidos refractarios, por lo general no ceden al corte con oxígeno y gas combustible, para poder cortar estos metales y aleaciones hay que emplear fundentes especiales, capaces de disolver o enlazar los óxidos refractarios que se forman y de elevar la temperatura del proceso de corte.

El lugar por donde se quiere comenzar a cortar el metal, se calienta previamente con la llama de caldeo, al arder en el oxígeno el fundente desprende calor suplementario y la temperatura del proceso aumenta tanto que los óxidos refractarios que se forman, Cr₂O₃ (si se corta acero de aleación rica al cromo o al cromo-níquel), SiO₂ (si es hierro colado) CuO y Cu₂O (cuando son aleaciones de cobre) se funden y son expulsados de la zona de corte por el chorro de oxígeno. Ver Fig. 2.3



Esquema de la circulación de los gases para el corte oxiacetilénico fundente.

Fig. 2-3

2.6. - Procesos Metalúrgicos que Ocurren en el Baño de Fusión de la Soldadura.

La soldadura con electrodos desnudos, o con revestimiento delgado -- (de tiza), que dan un arco que arde con estabilidad, no pueden asegurar que el metal del cordón sea de buena calidad. El peso del metal por el espacio del arco va acompañado de reacciones químicas intensas entre el metal y la atmósfera que hay en la zona del arco. Como consecuencia de la combinación con el oxígeno se queman el carbono, el silicio y el manganeso que contienen los aceros, formándose a la vez óxidos y nitruros ferrosos, es decir el metal de la costura se satura de oxígeno y nitrógeno. Con ello se empeoran las cualidades mecánicas del material fundido, sobre todo, su plasticidad y resistencia.

Los revestimientos delgados se emplean únicamente para estabilizar el arco, pero no sirven de protección contra las alteraciones de la composición química y el empeoramiento de las cualidades mecánicas del metal fundido. Para proteger el metal de la oxidación y de la quemadura de sus aditivos cuando se suelda a mano, hay que recurrir a los electrodos con revestimiento (grueso), que proporcionan cordones de soldadura con índices superiores de resistencia y plasticidad.

En los revestimientos (gruesos) de calidad entran componentes generadores de escorias o de gases, que sirven para proteger a las gotas de metal. Las sustancias generadoras de escorias (feldespato, mineral de hierro o manganeso, concentrado de titanio, dolomita, mármol, caolín, etc.). Se producen durante la fusión y envuelven el metal fundido, prote-

giéndolo de la acción del aire y mejorando las condiciones de formación del cordón. Las sustancias generadoras de gases, que actualmente se emplean menos (serrín de madera, dextrina, almidón, celulosa, etc.) durante el proceso de fundición engendran un medio protector gaseoso alrededor de las gotas y del baño de metal líquido, cuyos componentes principales son el hidrógeno y el óxido carbónico. Con esta protección se consigue eliminar, hasta cierto punto, el efecto pernicioso que producen el oxígeno y el nitrógeno del aire en el metal líquido.

Para reducir el metal fundido hay que incluir en la composición de los revestimientos de calidad, desoxidantes del tipo de las ferroaleaciones. El ferromanganeso, ferrotitanio o ferrosilicio que se incluyen en los revestimientos, reaccionan con el protóxido de hierro y, al formar otros compuestos (por ejemplo, óxidos de manganeso, titanio y silicio), reducen el hierro, estos óxidos (MnO , TiO_2 , SiO_2 y otros) no se disuelven en el metal, sino que se convierten en escorias.

Para soldar aceros de aleación se emplean generalmente electrodos de acero de la misma marca que ellos, pero también pueden servir los electrodos corrientes, y más baratos de acero suave. En este caso para dar al metal que se funde, la aleación conveniente, en la composición del revestimiento se incluyen además de las materias generadoras de gas y escorias, los elementos de aleación necesarios (también en forma de ferroaleaciones, como: ferromanganeso, ferrosilicio, ferrotitanio). Una parte de estos elementos de aleación del revestimiento se quema y reduce el metal, mientras que el resto pasa a formar parte del metal fundido, per

mitiendo obtener en el cordón una composición química y unas cualidades mecánicas aproximadamente iguales a las del metal básico.

Cuando se sueldan aceros de aleación rica en inoxidable, termoresistentes, etc.), por regla general, se usan electrodos cuya varilla tiene una composición química igual o parecida a la del metal que se suelda. - Para compensar los elementos de aleación que se queman también en este caso, se añaden a la composición del recubrimiento (aparte de las -- sustancias generadoras de gas y escorias) los elementos de aleación correspondientes en forma de ferroaleaciones, junto con ellos, en la composición de los revestimientos de alta calidad, se incluyen materias estabilizadoras del arco y generadoras de escorias generalmente sales u óxidos de metales alcalinos o alcalinotérreos) y componentes que disminuyen la fluidez de las escorias (por ejemplo: fluorita, concentrado de titanio, etc.).

Su composición típica y la clasificación de los revestimientos para; electrodos se an a continuación:

Grupo de Componentes	Denominación de los Componentes
Ionizadores (estabilizadores de combustión del arco)	Tiza, mármol, bióxido de titanio, potasa, óxidos y sales de metales alcalinos y alcalinotérreos.
Generadores de escorias	Mineral de manganeso, tiza, mármol, dolomita, arena de cuarzo, feldespato, caolín, concentrado de titanio y rodonita.
Generadores de gases	Substancias orgánicas: almidón, dextrina, harina, serrín de madera, celulosa, hilos. Substancias minerales: carbonatos de calcio, de bario y otros.
Reductores	Ferrosilicio, ferromanganeso, ferrotitanio, ferrovandio, ferrocromo, ferromolibdeno, ferroaluminio, aluminio y grafito.
De aleación	Componentes reductores, protóxido de níquel, óxido de cobre y otros.
Fundentes	Sales u óxidos de metales alcalinos y alcalinotérreos, bióxido de titanio y otros.
Aglutinantes y moldeadores	Vidrio líquido, dextrina, bentonita, almidón, caolín, cemento portland (para la soldadura debajo del agua), barniz de baquelita.
Escoria licuadora	Espato flúor, concentrado de titanio y otros.

2.7. - Soldadura a Mano por Arco

Para realizar la soldadura eléctrica por arco, uno de los polos de la fuente de corriente se une a las piezas a soldar y el otro al electrodo. Para excitar (cebar) el arco eléctrico, el operador toca las piezas a soldar con el extremo del electrodo y, rápidamente lo retira un poco. El extremo del electrodo se funde y en el espacio que queda, entre él y las piezas comienza a arder el arco, con lo que se produce una temperatura muy elevada (de 6,000 C[°], aproximadamente en la parte axial -- del espacio intermedio, que hace que se ionicen los gases y vapores me

tálicos que hay en esta zona, los electrones que origina la ionización, - bajo la influencia que ejerce sobre ellos el campo eléctrico, se dirigen al ánodo, mientras que los iones con carga positiva van al cátodo, formándose la corriente del arco. La elevada temperatura hace que el extremo del electrodo metálico se funda rápidamente y que el metal líquido gotee sobre los bordes, de las piezas que se sueldan, llenando el sitio que para ello se prepara de antemano y formando el baño de soldadura.

Si se emplean electrodos de carbón o de wolfranio, que no se funden, para llenar la costura hay que utilizar una varilla metálica especial (varilla de aportación), cuyo extremo se introduce en la llama del arco. Al fundirse, el metal de la varilla va a parar al baño y junto con el básico pasa a formar el cordón.

Tecnología de la Soldadura a Mano por Arco

Para soldar los diversos marcos de acero se han elaborado muchos recubrimientos de alta calidad. Para la soldadura a mano se usan generalmente varillas de 400 mm de longitud y de 2 a 6 mm de diámetro. - El espesor de los revestimientos de alta calidad suele ser de 0.5 a 1.5 mm (a cada lado del electrodo), lo que representa un peso de cerca del 25-35% del de los electrodos.

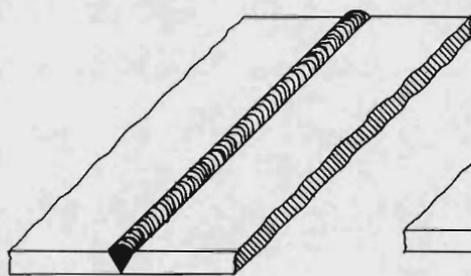
Uno de los extremos del electrodo debe tener cierto espacio libre de revestimiento. Por este extremo se sujeta el portaelectrodo, al que debe estar unido uno de los polos de la máquina de soldar, o del transformador, por medio de un cable conductor flexible, cuya sección depende

de de la magnitud de la corriente de soldadura. El operador coge con la mano el porta electrodo y, tocando con el extremo de la varilla los bordes de las piezas que se sueldan, excita la formación del arco. Después conservando constante la longitud de dicho arco, va llenando paulatinamente con el metal el sitio preparado para la soldadura.

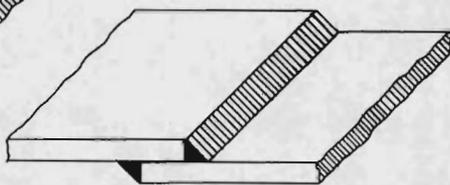
Si el espesor de las piezas, que se unen no excede de 6 mm, la soldadura se hace de una pasada. Si es mayor, se suelda por capas, debiendo tener cada una de ellas un espesor de 4 a 5 mm. Al formar las costuras o cordones de soldadura, el operador no corre simplemente el electrodo a lo largo de la junta, sino que le comunica cierto movimiento oscilatorio (transversal), para conseguir que los bordes se suelden como es debido y asegurar la buena formación del cordón y la resistencia de la unión.

Los tipos más corrientes de uniones de soldadura son las que se muestran en la figura 2-4 las costuras a tope son las más fáciles de hacer y las que más se usan. La forma que debe dárseles a los bordes para las juntas a tope, de acuerdo con el espesor de las chapas que se sueldan se indica en la fig. 2-4.

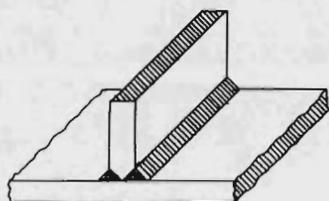
El régimen eléctrico de la soldadura se elige de acuerdo con el diámetro del electrodo, para los electrodos de alta calidad se toma la siguiente intensidad de corriente: para 2 mm de diámetro, 30 a 45A; para 3 mm, 100-140A; para 4 mm, 160-200A; para 5 mm, 220 a 240 A; para 6 mm, 280-320A; la tensión en el arco se mantiene entre los límites de 15 a 35V.



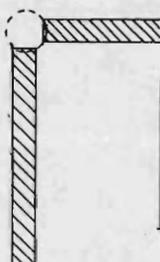
A Tope



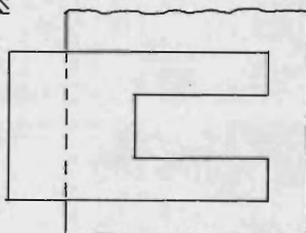
Solapada



En T, o de rincón doble



En L

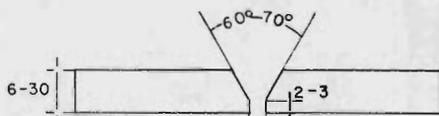


De solapa recortada

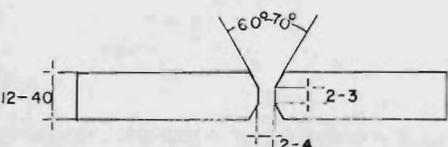
TIPOS de UNIONES SOLDADAS



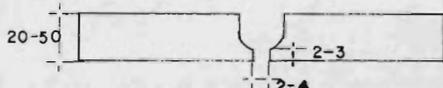
Sin biselar



Con bisel en V



Con bisel en X



Con garganta o en U

TIPOS de BORDES PARA la SOLDADURA a TOPE

Fig. 2 - 4

Protección Gaseosa de la Soldadura.

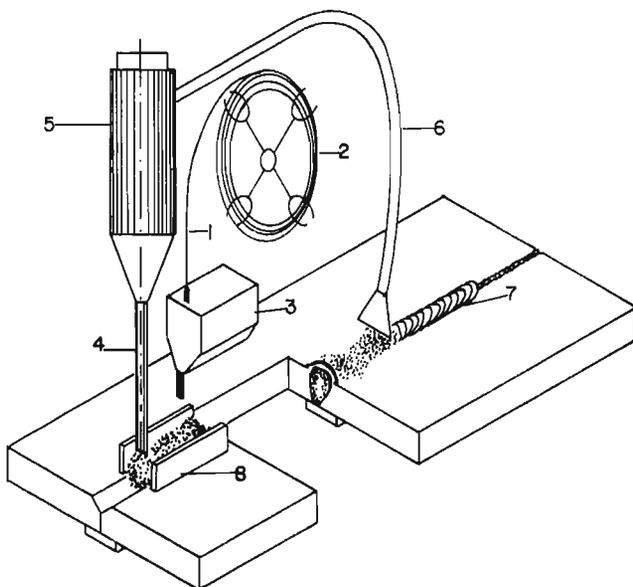
La protección del metal de la costura contra la oxidación y nitruración, mientras se hace la soldadura eléctrica se puede conseguir creando cortinas gaseosas. Un chorro de gases dirigido desplaza el aire que hay en el espacio del arco y preserva al metal fundido en contacto directo con él.

La soldadura gaso-eléctrica se practica con arco descubierto, entre electrodos infusibles de carbón o de wolframio (soldadura oxhídrica al arco o por hidrógeno atómico N. del t.) empleando una varilla de - - aportación. En calidad de medios protectores para la soldadura se emplean los gases: a) reductores (hidrógeno, óxido carbónico, gas natural metano y otros); b) neutros (argón, helio); c) oxidantes (anhídrido carbónico, CO_2).

En la industria se ha difundido mucho la soldadura al arco, con argón, de aceros inoxidable y aleaciones no terrosas (principalmente de aluminio y de magnesio) con electrodos infusibles de wolframio Fig. --- 2-5 y la soldadura semiautomática de piezas de acero con electrodo fusible en chorro de anhídrido carbónico.

2.8.- Soldadura Automática (con fundente protector)

La solución del problema del aumento de la productividad de los trabajos de soldadura fue encontrado cuando se recurrió a la soldadura automática con fundente protector, que ofrece la posibilidad de aumentar considerablemente la intensidad de la corriente y de proteger el metal, con toda seguridad contra la oxidación y la nitruración.



Esquema del proceso de soldadura automático bajo fundente.

Fig. 2-5

La soldadura automática se emplea mucho en la construcción de al tos hornos, depósitos, armazones, columnas, vigas, puentes, tuberías - maestras, barcos, calderas, vagones, máquinas, energéticos, automóviles y en otras muchas ramas de la industria y de la economía.

Esquema del Proceso de la Soldadura Automática.

El esquema del proceso de soldadura automática con fundente protector se muestra en la figura 2-5 para la soldadura se emplea el alam bre electrodo desnudo 1, en forma de rollo, que se monta en el carrete 2. El alambre procedente del carrete se hace llegar al sitio de la solda dura, a través de una boquilla conductora de la corriente, por medio -- del cabezal automático 3, que se desplaza a su vez a lo largo de los -- bordes que se sueldan. Por delante del arco, a través del tubo 4, va sa liendo de la tolva 5 el fundente se derrite, recubre de manera regular - la costura y después se enfría, formando la costra de escorias 7. El -- resto del fundente sin derretir, es absorbido por la manga 6 y regresa - a la tolva para ser empleado de nuevo.²

El arco, bajo la capa del fundente, arde aislado del aire por el -- fundente derretido. El metal se preserva de la oxidación, la intensidad - de la corriente puede elevarse hasta 550-1,100A (para chapas a soldar - con espesor de 6 a 20 mm) lo que no puede hacerse con arco descubier - to. La velocidad de la soldadura alcanza en este caso 22-60 m lineales - por hora.

Los fundentes para la soldadura automática son aleaciones de com-

(2) Proceso Similar al que se usa para la Reconstrucción de los Rodi-- llos de apoyo en Mexicana de Tractores.

ponentes generadores de escorias, por lo general protóxido de manganeso (MnO) y óxido de silicio (SiO_2), con adición de componentes que facilitan la ionización y licuación de las escorias por el contenido de MnO - los fundentes se clasifican en carentes de manganeso, al manganeso medio (hasta un 20% de MnO) y al alto manganeso (del 30 al 45% de MnO).

2.9. - Soldadura Eléctrica en Escorias

Al soldar verticalmente por el procedimiento de formación forzada del cordón bajo capa del fundente derretido (escorias), se observó repetidas veces que, cuando la velocidad de avance del alambre era insuficiente se interrumpía el arco, pero la fusión del electrodo no cesaba, ya que como la escoria líquida es conductora de la electricidad, al fluir en el espacio del arco, cerraba el circuito. Al ocurrir esto en la escoria se desprende gran cantidad de calor (el llamado efecto de Joule), que es suficiente para la fusión del electrodo y de los bordes de las chapas que se sueldan. El metal del electrodo al fundirse, bajo la acción del calor de las escorias derretidas, pasa a través de éstas en forma de gotas, - va a parar al baño de soldadura, se alea con el metal básico y luego so lidifica formando una costura resistente, ver fig. 2-6. El metal fundido está protegido contra la acción de la atmósfera por el baño de escorias, con lo que se consigue que el metal de la costura soldada tenga la composición química necesaria y altas cualidades mecánicas.

Este procedimiento proporciona una productividad excepcionalmente alta, al mismo tiempo que un gran ahorro de energía eléctrica. El proceso de arco eléctrico con formación forzada del cordón se emplea gene

a)- cuando se emplea la soldadura vertical por arco bajo fundente: 1 y 2 - chapas que se sueldan; 3 - lámina de cobre con refrigeración por agua; 4 - corredero de cobre con refrigeración por agua; 5 - costura soldada; 6 - electrodo; 7 - fundente;

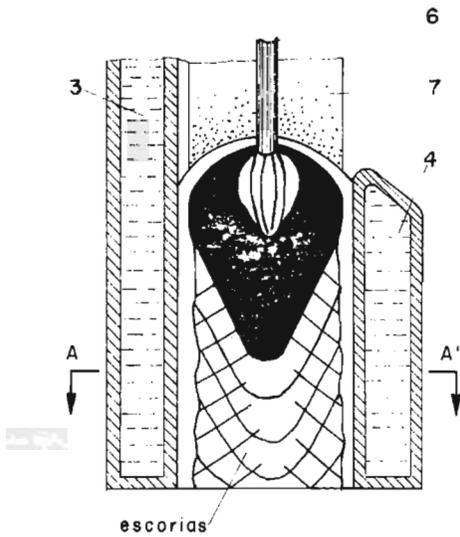
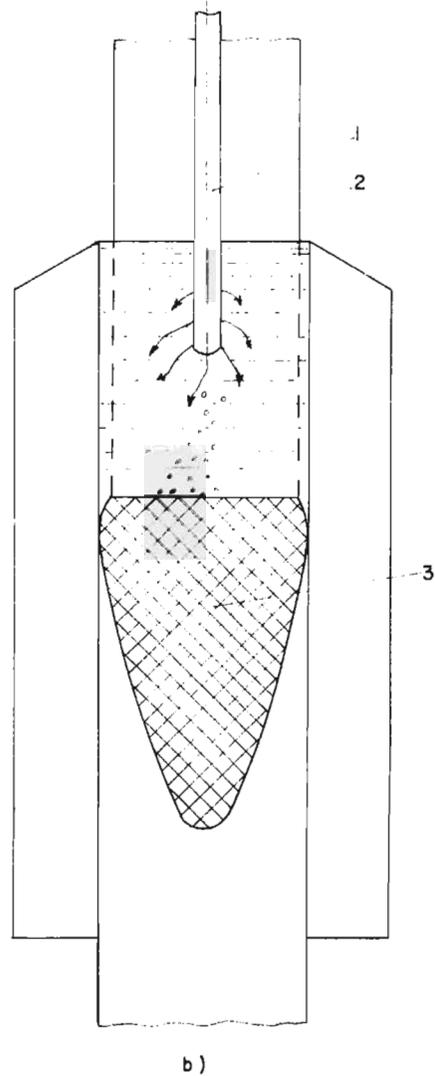
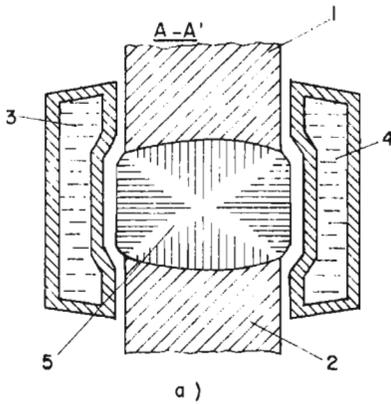


Fig. 2-6



Conformación forzada de la costura

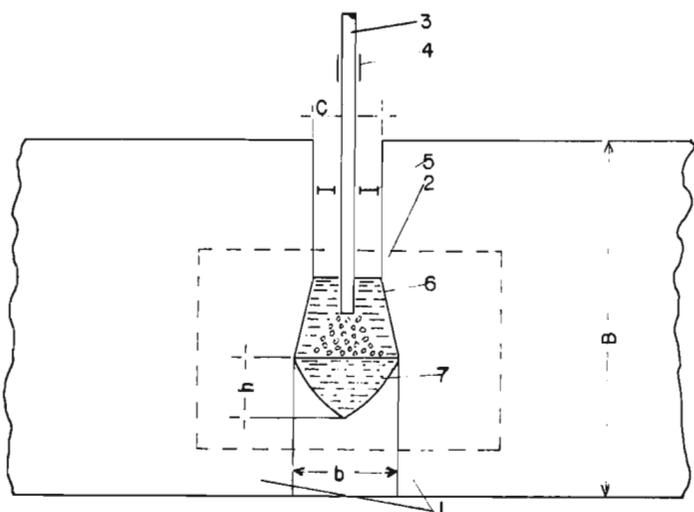
b)- cuando se emplea la soldadura eléctrica en escorias: 1- electrodo; 2- baño de escorias; 3- baño de fusión del metal.

ralmente para practicar costuras verticales en chapas cuyo espesor no excede de 20 mm. Las costuras de más de 20 mm de espesor se efectúan con la soldadura eléctrica en escorias. De una sola pasada del aparato automático, empleando varios electrodos (fig. 2-7) se pueden soldar chapas de considerable espesor. En la actualidad ya se sueldan de una sola pasada chapas de acero de 2 y más metros de grueso. En estos casos se incluyen en el baño hasta 18 electrodos a la vez. A medida que aumenta el espesor del metal va aumentando progresivamente la productividad de esta soldadura. Cuando con la soldadura eléctrica en escorias se unen aceros al carbono se emplean los mismos fundentes que con la soldadura automática por arco. Para soldar aceros aleados y otras aleaciones se usan fundentes especiales.

2.10. - Producción de Piezas Forjadas y Estampadas

La producción de piezas forjadas y estampadas constituye uno de los métodos más progresivos del mecanizado de metales en la construcción de maquinaria. Si las piezas brutas se aproximan al máximo por la forma y dimensiones, a las piezas terminadas entonces, naturalmente, se reduce el consumo del metal, el tiempo y medios invertidos en la fabricación de las piezas, se necesita menos cantidad de maquinaria y de área fabril, todo queda resuelto con la forja y el estampado.

La forja se emplea, por regla general en aquellos casos en que las piezas son de tamaño robusto o bien cuando la cantidad de ellas no es muy elevada. En la producción en serie de gran escala y, particularmente, en la fabricación de piezas en masa, siempre se utiliza el estampado.



- 1- chapas que se suelda (de sección B.X H.)
- 2- correderas de cobre refrigeradas por agua
- 3- electrodos, desplazables a lo largo del baño (en la dirección de las flechas)
- 4- boquillas conductoras de la corriente eléctrica.
- 5- aisladores de los electrodos dentro de la holgura entre las chapas.
- 6- baño de escorias
- 7- baño de fusión del metal.
- c- ancho de la holgura
- h y b- profundidad y anchura del baño

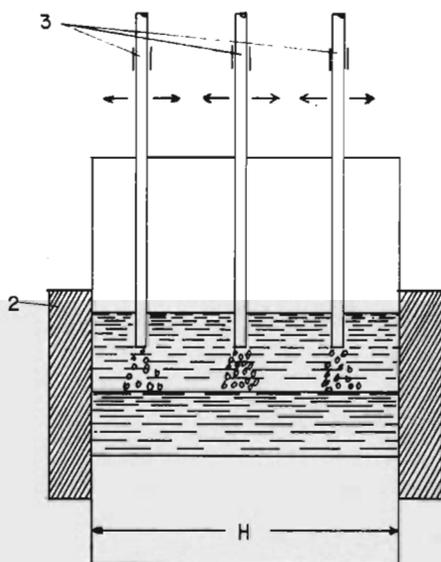


Fig. 2-7

Proceso de la soldadura eléctrica en escorias con tres electrodos.

El estampado consiste en la deformación del metal mediante una herramienta especial llamada estampa, cuyo ahuecado de trabajo determina definitivamente la configuración de la pieza.

Por medio de la forja y del estampado se obtienen piezas de máquinas y mecanismos de gran importancia y de la más amplia variedad por la forma, dimensiones y peso, así como piezas de forja, cuyo peso se determina por centenares de toneladas, es evidente que hoy en día no existe ninguna máquina moderna que no lleve piezas forjadas o estampadas. Encuentran gran difusión el forjado y el estampado particularmente, en tales ramas de la construcción de maquinaria como las industrias de tractores, automóviles, aparatos de precisión, aviones, máquinas agrícolas, etc. Si tomamos por ejemplo un tractor vemos que lleva cerca del 70% de su peso total de piezas estampadas, el automóvil, el 80%, el avión 85%, etc.

Tecnología de la Forja de Matriz Abierta

Se llama forja de matriz abierta al proceso de tratamiento del metal por presión, en el cual la modificación necesaria de la forma de la forjadura se consigue mediante martilleo o compresión del metal con mazos. La obtención de forjaduras de forma adecuada y de dimensiones dadas se consigue con ayuda de herramientas tecnológicas y de maniobras típicas de la forja. Estas últimas son bastante diversas, pero todas ellas son combinación de un número relativamente pequeño de operaciones básicas, secundarias de acabado.

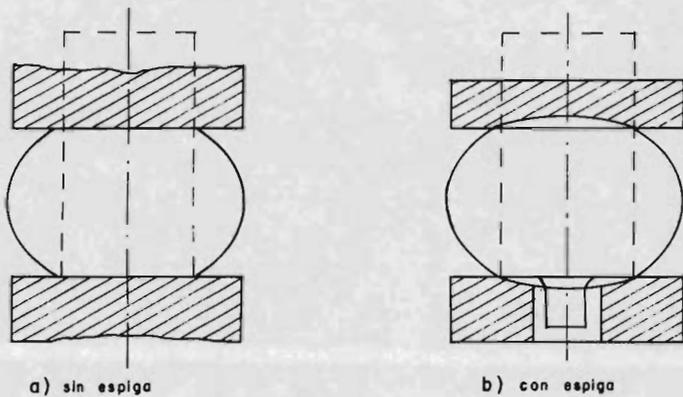
Las operaciones fundamentales en la forja de matriz abierta son el

aplastamiento o recalado, estirado o alargado, perforación o punzón, - corte, doblado y retorcido y la soldadura de forja.

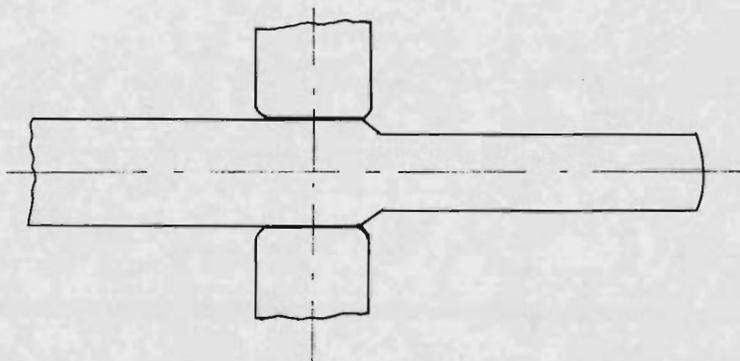
Aplastamiento o recalado (fig. 2-8). Se llama la operación de forja, con cuyo resultado se aumenta el área de la sección transversal del material inicial a cuenta de disminuir su altura. El proceso de aplastamiento es posible cuando la pieza bruta tiene una altura máxima, igual a 2.5 veces de su diámetro, extremos laterales planos, ejes perpendiculares al longitudinal y forma cilíndrica.

Estirado o alargado (fig. 2-8). Se llama a la operación de forja, por medio de la cual crece la longitud del material inicial, como resultado de disminuir el área de su sección transversal. Las múltiples clases de estirado son: a) aplanamiento (ensanchamiento, embutido), mediante el embutido de las forjaduras de forma plana (chapas) con el fin de aumentar la anchura de la forjadura inicial a cuenta de disminuir su altura; b) estirado sobre barra, mediante el cual se extiende la longitud de las forjaduras huecas a cuenta de la disminución del diámetro exterior y el espesor de las paredes, fig. 2-9; c) la dilatación (ensanchado) sobre barra (espiga) se usa cuando es indispensable aumentar los diámetros exterior e interior de forjaduras huecas del tipo de anillos, llantas, bandejas, etc. fig. 2-9.

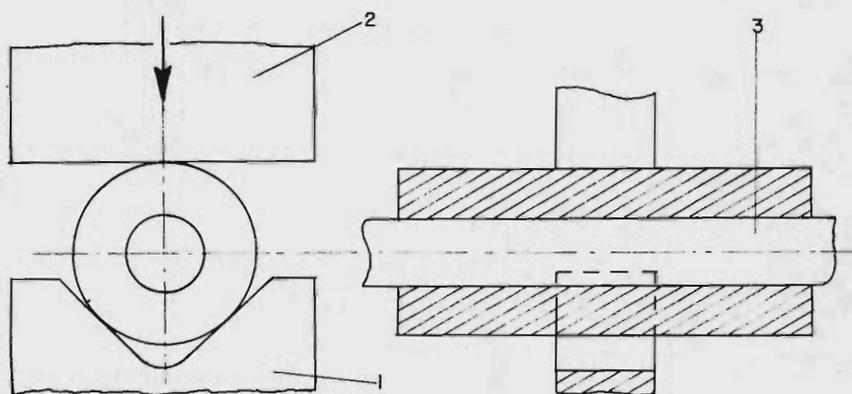
Perforación o punzón. Se denomina a la operación de forja, mediante la cual se emplean herramientas especiales para hacer agujeros en las piezas de forja, se emplean punzones huecos (redondos y ovalados), mientras que en la forja mecánica, se usan punzones macizos, por medio de los cuales se pueden obtener agujeros de hasta 400-500 mm.



Esquema de aplastamiento

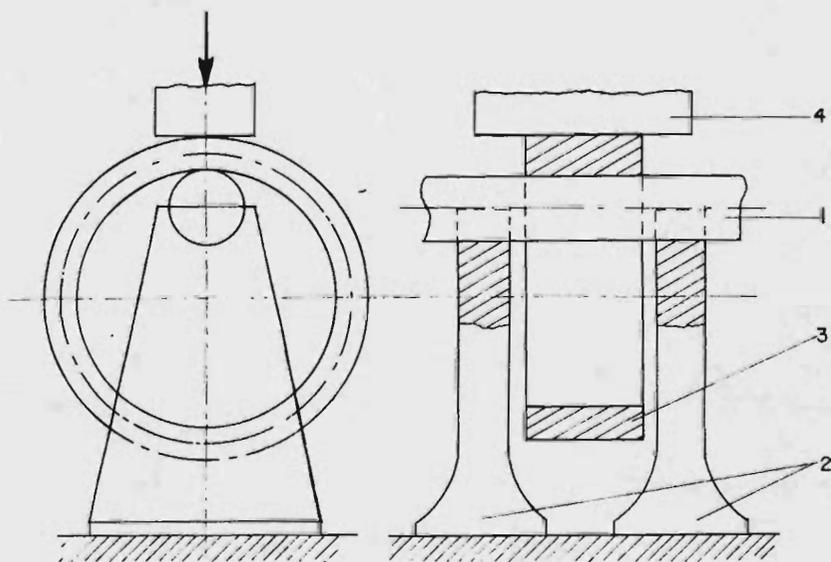


Esquema del estirado



Esquema del estrado con macho.

1- caballetes, 2- mazo, 3- espiga.



Esquema de la operación del alargado y ensanchado sobre espiga.

1- espiga, 2- caballetes de la espiga, 3- plezo bruta, 4- mazo.

Fig. 2-9

de diámetro, y con punzones huecos para agujeros de 400-900 mm de diámetro.

La elaboración del proceso tecnológico de la forja de matriz abierta consiste en confeccionar el dibujo de taller de la pieza de forja, el cálculo del peso y dimensiones del material inicial, componen la tecnología de la forja con los pormenores de las operaciones y transiciones, su cesión de su ejecución, instrumental y maquinaria que se debe emplear. Se designan los regímenes de calentamiento de las piezas brutas y de enfriamiento de las forjadoras, determinando el tiempo de calentamiento y la opción de los hornos para calentar y, asimismo el régimen de tratamiento térmico y la elección de los hornos eléctricos.

Estampado en Caliente

Se denomina estampado en caliente al proceso de mecanizado del metal por presión. El metal calentado, sometido al esfuerzo que desarrolla la prensa o el martinete, adquiere la forma requerida en estampas especiales que tienen degüellos correspondientes a la configuración de la pieza, bajo la presión de las estampas, el metal rellena los surcos, asegura la obtención de las piezas correspondientes a la forma y dimensiones. El excedente de metal, después de rellenar los surcos, fluye por las ranuras entre las estampas, formando rebabas.

Por medio del estampado en caliente se fabrican de acero y de metales no ferrosos, árboles cigüeñales, palancas, bielas, ruedas, dientes, llaves, horquillas, muñones, rodillos y otras piezas e instrumentos de forma compleja.

Tecnología del Estampado Caliente

Los materiales iniciales para el estampado en caliente son: lamina do comercial de sección redonda, cuadrada, rectangular y otros diversos perfilados de laminado periódico, piezas brutas prensadas. Las forjadu- ras simples corrientemente se estampan directamente del laminado de ba rras (rendonda, cuadrada y, menos frecuente de hierro tableado).

La elaboración del proceso tecnológico del estampado en caliente - se empieza con la especificación del programa (series), configuración de la pieza y material de la forjadura. Luego se determina el tipo de má- - quina, en la cual se debe verificar el maquinado de la pieza de forja. - Por el dibujo de la pieza se compone el plano de taller de las firjaduras, teniendo en cuenta los sobreespesores para la ulterior mecanización y - las tolerancias de exceso para el estampado. Por el plano del taller de la forjadura se determina la forma y dimensiones de la pieza bruta inicial. Luego por la configuración y dimensiones de la forjadura se determinan- los parámetros requeridos de la máquina del tipo optado con anterioridad. Más adelante se proyecta la estampa, teniendo en cuenta la disposición - elegida en ella de la forjadura, forma y cantidad de transiciones interme- dias conforme al estampado. Fig. 2-10.

El peso de la pieza bruta inicial se determina por la fórmula:

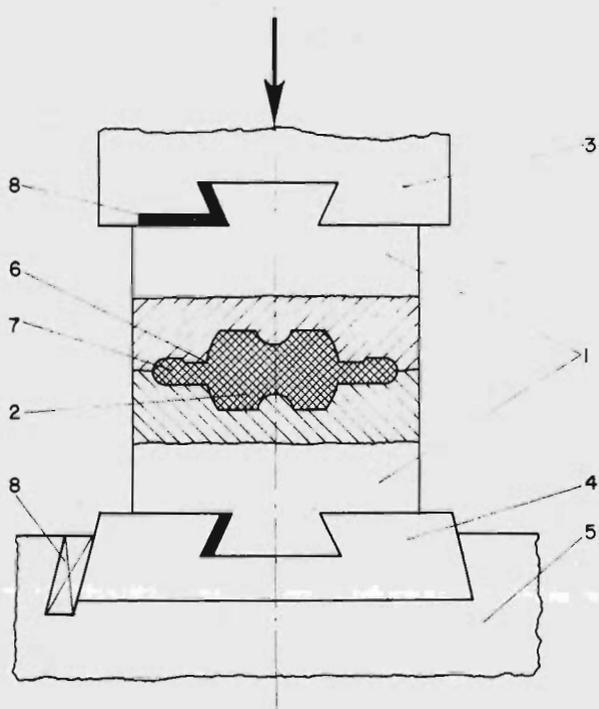
$$G = G_p + G_r + G_{per}$$

donde: G es el peso de la pieza gruta,

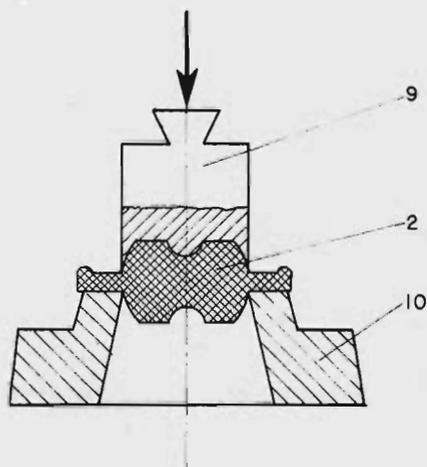
G_p es el peso de la pieza de forja o forjadura,

G_r es el peso de los desperdicios en las rebabas (10-15% del - peso de la forjadura).

G_{per} es el peso de las pérdidas del metal en el calentamiento --- (2-3% del peso de la forjadura durante el calentamiento en hornos de llama y 0.5-1.5%, durante el calentamien- to en dispositivos de calentamiento eléctricos).



- 1 - estampa
- 2 - pieza bruta
- 3 - mazo
- 4 - portaestampa
- 5 - chabota
- 6 - puntecito
- 7 - márgenes de salida
- 8 - cuñas
- 9 - punzón
- 10- matriz cizalla.



Esquema de estampado.

Fig. 2-10

Los datos obtenidos se apuntan en la carta tecnológica, donde se indica también el régimen de calentamiento de la pieza bruta antes del estampado, tratamiento térmico de la forjadura después del estampado, operaciones de preparación y de acabado, información o relación sobre la fuerza humana calificada (categoría y cantidad), norma de tiempo y norma del mecanizado en horas para cada operación, indicando la tarifa.

Deformación Plástica del Metal

Sirven de materiales iniciales para la forja y el estampado de los lingotes o recortes de chapa, piezas brutas de diversas secciones y peso, de metales ferrosos y no ferrosos así como de sus aleaciones.

Bajo la acción de las fuerzas exteriores, el metal cambia su perfil, es decir, se deforma. La deformación, durante la cual una vez eliminadas las fuerzas exteriores, el metal conserva la forma obtenida sin destrucción, se denomina deformación plástica.

La elaboración de los metales mediante la forja y el estampado está basada en la utilización de sus propiedades plásticas.

La deformación plástica de los metales y de las aleaciones, que tienen estructuras cristalinas tienen lugar mediante el desplazamiento recíproco de los granos del metal (deformación intercrystalina) o bien mediante la modificación de la forma de los granos (deformación cristalina interna).

Al mismo tiempo que se deforman los granos tiene lugar el desplazamiento, o sea el deslizamiento de una parte de la red atómica, en relación a otra por el plano de disposición compacta de los átomos y la

vuelta de las redes atómicas del cristal de unas en relación a otras -- (maclación). Como resultado de estos procesos, los granos se hacen más pequeños, en los planos de deslizamiento surgen fuerzas que obstaculizan la ulterior deformación y el metal se consolida (se endurece). Si la de--formación plástica se realiza con temperaturas superiores a 0.65 tabs, de fus, entonces, después de eliminar las fuerzas exteriores, los granos de formados se recristalizan y adquieren la forma antecedente (tiene lugar la desconsolidación). El fenómeno de eliminar el endurecimiento en el -proceso de deformación con temperaturas elevadas se llama recristaliza ción, si la deformación plástica transcurre a temperaturas inferiores de 0.3 tabs de fus, la recristalización no tiene lugar y el metal continúa en durecido.

Calentamiento del metal

El calentamiento en los trabajos de forja y estampado eleva la plasticidad y reduce la resistencia del metal a la deformación. El calenta---miento del metal durante la forja y estampado constituye una operación -muy importante que determina la calidad y el precio de coste de la producción de forja y estampado.

La elaboración en caliente por presión se lleva a cabo con tempera tura que asegura la recristalización durante el proceso de deformación. -La total recristalización de los metales, según se indica más arriba, tie ne lugar a la temperatura mayor de (0.65-0.75) tabs, de fus. Por eso el intervalo de la temperatura de calentamiento no es igual para los diver sos metales.

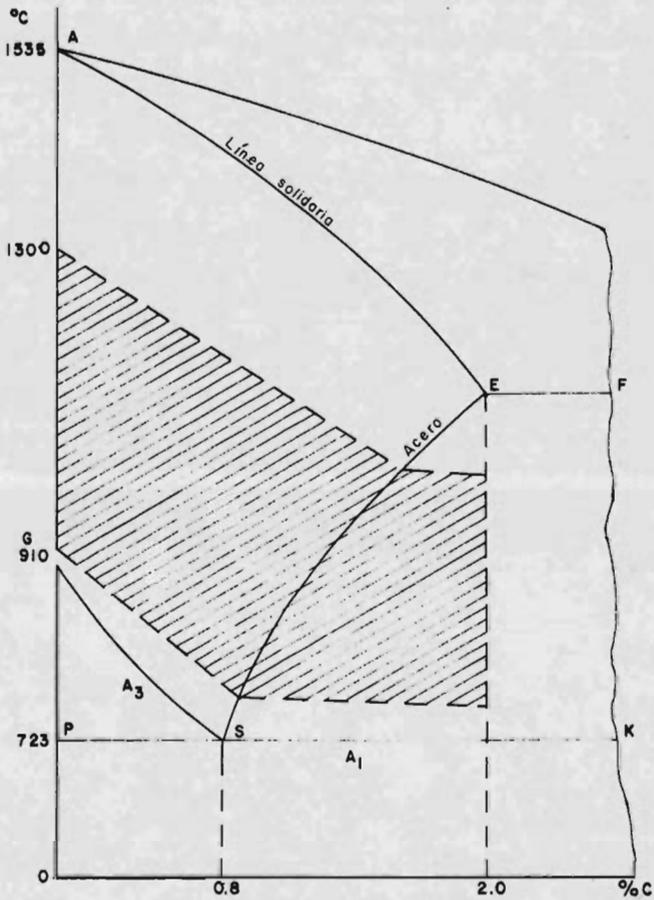
El regimen de temperatura de calentamiento del acero para la forja y estampado, se determina por el diagrama de los estados de la aleación y depende del contenido de carbono que tenga.

En la fig. 2-11 se muestra el diagrama del intervalo de temperatura de la forja y estampado de aceros al carbono (el intervalo orientador está mostrado en el sombreado). La temperatura del comienzo de la forja y el estampado se designa en 150-200°C.

Por debajo de la línea solidaria la temperatura concreta se elige en dependencia del grado de deformación subsiguiente y del tratamiento térmico. El extremo máximo de temperatura superior de la elaboración en caliente está limitado por el peligro de recalentamiento y requemado de la pieza bruta. La alta temperatura de calentamiento de la pieza bruta, y el mantenimiento prolongado a esta temperatura, da lugar a su recalentamiento. En este caso se hace grueso el granulado del acero, con lo que se empeoran sus propiedades mecánicas (pierde la plasticidad y aumenta la fragilidad).

Si por ejemplo, el acero se sigue calentando durante largo tiempo a temperatura más alta establecida para él y cercana al punto inicial de la fusión, tendrá lugar su requemado, o sea, se fundirá no sólo la superficie, sino también el interior, siguiendo los límites de los granos, por lo cual el enlace entre ellos se alterará. El acero requemado pierde su resistencia y plasticidad, se hace más frágil y se inutiliza por completo.

La temperatura de terminación de forja y estampado, es decir, el límite inferior de la temperatura de deformación, se determina atendiendo



Intervalo de temperatura del tratado en caliente por presión de los aceros al carbono.

Fig. 2 - 11

a la necesidad de disminuir el tamaño de los granos, el cual aumentó al calentar el acero para mejorar sus propiedades mecánicas. Además de esto, la deformación por lo general se verifica a tales temperaturas en que el metal tiene estructura homogénea.

La velocidad de calentamiento de las piezas brutas depende de la conductividad calorífica del metal, de la dimensión de las piezas brutas y de su disposición recíproca en el espacio calentador, asimismo de la temperatura del horno en el momento de cargar la pieza bruta.

2.11.- Fundición

La fundición, como una de las ramas más importantes de la construcción de maquinaria, determina el nivel de su desarrollo.

El campo de utilización de las piezas de fundición se ensancha constantemente. Las piezas laminadas, de forja y estampadas se sustituyen eficazmente por piezas de fundición, con lo que se consigue una gran economía de metal y se reducen los gastos de trabajo en el mecanizado. La importancia de la fundición en la economía es extraordinaria. El peso específico de las piezas de fundición de diferentes metales y aleaciones representa, para la mayoría de las máquinas, un 50-85% de su peso total. La relación entre el peso de las piezas de fundición de algunas máquinas y el peso total de las mismas representa aproximadamente: para los motores diesel, un 70-75%; para las máquinas herramienta, un 80-85% en los equipos de la industria química, hasta un 95%; en la construcción de máquinas agrícolas y de automóviles, de un 50 a 55%. El constante perfeccionamiento de la tecnología de fundición conduce a utilizar mayor

número de piezas coladas en las diversas máquinas.

En la actualidad, lo mismo que antes, el procedimiento principal para obtener las piezas de fundición sigue siendo el de colado en moldes de arena. La peculiaridad de este tipo de fundición es el de empleo de grandes cantidades de mezclas para hacer los moldes y los machos, cuyo volumen sobrepasa 40 veces, aproximadamente el de las piezas de metal que se obtienen. Para conseguir que las mezclas de moldeo sean de alta calidad hay que recurrir al empleo de mezcladoras automatizadas, provistas de dosificadores de peso, ya la humectación automática de dichas mezclas en las propias tolvas de la sección de moldeo.

Los equipos básicos de los talleres de fundición son los cubilotes. En ellos se funde cerca del 80-90% del hierro colado.

Se han elaborado e introducido en la producción nuevos procedimientos para confeccionar las piezas de fundición: por colado en moldes metálicos, que proporcionan piezas de alta calidad, con un aumento mínimo para el mecanizado y estructura del grano fino, gracias a la cual mejoran sus cualidades mecánicas.

Otro de los procedimientos progresivos de hacer piezas de fundición es la colada a presión. Con este procedimiento, las piezas se obtienen inyectando a presión el metal fundido en unos moldes de acero. Las piezas que se consiguen por este procedimiento son muy exactas, pueden tener configuración complicada y paredes delgadas, cuyo espesor puede llegar hasta 1-2 mm y que no necesitan someterse a mecanizado. La productividad de las máquinas para colada a presión alcanza hasta 500-100 coladas/hr.

También es muy productivo el procedimiento de colada centrífuga. - Gracias a la acción de la fuerza centrífuga, las piezas que se obtienen - por este procedimiento son muy compactas y tienen mejores cualidades - mecánicas que las de fundición común. Con este procedimiento no se ne- cesitan ni mezclas para hacer los moldes y los machos, ni modelos y ca- jas de moldeo.

La producción de piezas por el procedimiento de colada a la cera - perdida (con modelos fusibles), se basa en el empleo de modelos de pre- cisión, confeccionados en unos moldes especiales y con materiales fáci- les de fundir, que se recubren con mezclas refractarias especiales en es- tado líquido. Sobre la superficie de los moldes se forma una capa de re- cubrimiento, que una vez seca y cocida, forma una corteza resistente y permeable a los gases que reproduce exactamente la forma del modelo. - El propio modelo, hecho de estearina, parafina, cera u otros materia- les fáciles de fundir, se derrite y escurre sin que se altere la exactitud del molde. Este procedimiento se emplea mucho particularmente, para - fabricar herramientas cortantes y diferentes piezas de máquinas, cuyos - materiales son difíciles de trabajar a presión o por corte.

La colada en moldes de corteza ofrece grandes perspectivas. Este procedimiento es de por sí una variedad más moderna de la colada en - moldes de arena, utilizables para una sola colada. Estos moldes de cor- teza se hacen de arena de cuarzo fina, con adición del 5-8% de una re- sina artificial termoendurecible pulverizada (purverbaquelita). El proce- so de preparación de los moldes se realiza con modelos metálicos calen

de las siguientes operaciones:

a).- La construcción de los modelos de madera o metálicos, cuya configuración reproduce la forma exterior de la pieza que se desea obtener. Las dimensiones de los modelos tienen que ser mayores que las de las piezas correspondientes en una magnitud igual a la contracción que experimenta el metal al enfriarse en el molde.

b).- La preparación de los machos, noyos o núcleos, de la mezcla correspondiente, valiéndose de cajas, que pueden ser de madera o de metal, o de terrajas. Los machos se colocan en los moldes para obtener los vaciados (huecos) de la pieza (si es que aquélla los tiene).

c).- La preparación de los moldes, con mezclas especiales, en cajas de moldeo, valiéndose de los modelos. Cuando los moldes están acabados, se les colocan los machos, centrándolos en las portadas (huecos) que para este fin se dejan. Estos machos se sostienen a veces con unos soportes especiales (soportes de macho). Hecho esto, se practican en los moldes los canales de colada.

d).- La obtención del metal fundido, para esto se necesitan los materiales que integran el lecho de fusión y los equipos para fundir el metal (cubilotos, convertidores, hornos eléctricos y hornos martin).

Después de vertido el metal en los moldes y de solidificarse, la pieza obtenida se extrae de ellos, se le quitan los canales de colada, se limpia la arena o tierra adherida y se desbarba.

Parte de estas piezas antes de mandarse al almacén, se pintan en cámaras especiales para evitar la corrosión. Las piezas defectuosas se

someten a subsanamiento por medio de soldadura o de masillas y materiales impregnantes.

2.12.- Aleaciones

Las aleaciones de fundición que se emplean en la industria constructora de maquinaria se pueden dividir en 2 grupos fundamentales: las ferrosas y las no ferrosas.

Las aleaciones ferrosas más difundidas son: los diversos tipos de fundiciones (hierro colado) y los aceros, tanto al carbono como de aleación.

En la técnica los metales no ferrosos más importantes son: el aluminio, el cobre, zinc, plomo, magnesio, estaño y otros.

Aleaciones Ferrosas

El primer puesto entre estos materiales lo ocupa el hierro colado o fundición, cuyas altas cualidades de moldeo y mecánicas, al mismo tiempo que su bajo coste, determinan el amplio campo de aplicación que tienen en la industria constructora de maquinaria y en la construcción en general.

2.12.1.- Se llama fundición a la aleación formada principalmente de hierro y carbono. El contenido de carbono en la fundición es mayor del 2% y, en las piezas coladas, oscila prácticamente entre un 2.5 y un 3.5%. Además del carbono y el hierro, en la constitución de la fundición entra siempre cierta cantidad de otros elementos (silicio, manganeso, azufre y fósforo). Las cualidades de la fundición dependen mucho

de la cantidad de carbono que contienen, entre las cualidades de moldeo de la fundición figuran: la fluidez, la contracción y la tendencia a la segregación. Se llama fluidez de la aleación a la facilidad con que esta llena los contornos más finos de la cavidad de los moldes. La fluidez de las fundiciones disminuye al aumentar en ellas el contenido de azufre, óxidos de hierro y de componentes no metálicos. El fósforo aumenta la fluidez de la fundición. La fundición perlítica pobre en carbono, tiene menos fluidez que la fundición gris. La fundición blanca es menos fluida que la perlítica. El silicio aumenta la fluidez de la fundición, también aumenta la fluidez al aumentar la temperatura de calentamiento de la fundición en estado líquido.

2.12.2.- Se llama contracción a la cualidad que tienen los metales y las aleaciones de disminuir de volumen al enfriarse y solidificarse. Cuanto menor es la cantidad de carbono y silicio, tanto mayor es la contracción de la fundición. El manganeso, el azufre y el cromo aumentan la contracción. Cuando sube la temperatura de colada del metal también aumenta la contracción.

2.12.3.- Segregación. Se llama a la heterogeneidad de composición química que presentan las diferentes partes de la pieza fundida (segregación principal) o los diferentes cristales de la aleación (segregación dendrítica). Esta segregación principal se produce por la diferencia de los pesos específicos de los componentes de la aleación y por la diferencia de sus temperaturas.

La composición química de la fundición gris oscila entre los si - -

guientes lmites (de acuerdo con la marca de la misma): 25-35% de C; - 1-3% de Si, 0.6-1.2% de Mn; 0.05-0.15% de S y 0.08-0.15% de P. Las cualidades mecánicas de la fundición gris dependen, no sólo de su composición química, sino también del estado en que se encuentra el carbono en ellas. Si el carbono se encuentra en forma de grafito, la fundición será poco resistente a la tracción y al desgaste, pero será blanda y se mecanizará con facilidad. Si por el contrario, el carbono de la fundición se encuentra en forma de composición química (Fe_3C) perlita, la fundición será más resistente a la tracción y al desgaste, pero difícil de mecanizar.

A continuación describimos las influencias que ejercen las impurezas en las cualidades mecánicas de la fundición gris.

Silicio.- Si su contenido no pasa del 3% es un grafitizante muy enérgico. El silicio disminuye la solubilidad del carbono en fundición. En las fundiciones ricas en carbono si aumentamos su contenido de silicio, empeoran sus cualidades mecánicas. El silicio acelera el recocido de la fundición, por ser buen grafitizante.

Manganeso.- Facilita la solución del carbono y la formación de carburos (Mn_3C). Dificulta la separación del carbono en forma de grafito y ejerce una acción contraria a la del silicio sobre las cualidades de moldeo, pero aumenta la resistencia a la tracción y al desgaste de la fundición.

Azufre.- Aumenta la solubilidad del carbono en la fundición líquida e impide la separación de dicho carbono en forma de grafito al solidi

ficarse aquella. Empeora la fluidez del metal, es decir dificulta el que los moldes se llenen bien, contribuye a que aumente la contracción y a que se formen fundición blanca y sopladura en las piezas. El azufre empeora las cualidades mecánicas de la fundición, aumentando su fragilidad al rojo y disminuyendo su maquinabilidad.

Fósforo. - Favorece el aumento de la fluidez de la fundición y hace que descienda un poco su temperatura de fusión, con lo que mejora las cualidades de moldeo, el fósforo actúa negativamente sobre las cualidades mecánicas aumentando la fragilidad del metal. En la fundición gris común se tolera un contenido de 0.12 al 0.15% de P. para piezas sometidas al desgaste y para darle buenas cualidades antifricción sin que sufran fuerzas de choque se tolera un 0.6-0.7%.

Las fundiciones aleadas poseen cualidades mejoradas. En ellas se añaden pequeñas cantidades de cromo, níquel, titanio, cobre, etc. La adición de estos elementos contribuye a la elevación de las cualidades mecánicas de la fundición. Las fundiciones de aleación pobre se emplean mucho para fabricar piezas que al funcionar estén sometidas al desgaste intensivo y a cargas mecánicas grandes. La fundición al cromo-níquel ha encontrado gran aplicación para hacer bloques de cilindros, tambores de frenos y piezas sometidas al desgaste.

2.13. - Influencia que Ejercen las Aditivas de Aleación en las Cualidades de las Piezas de Fundición.

Cromo. - Influye poderosamente en las cualidades mecánicas de la fundición, incluso cuando se emplean pequeñas cantidades, aumenta la resistencia a la tracción y al desgaste y la dureza de aquella. A la fundi-

ción gris, de acuerdo con el espesor de las paredes de las piezas y el empleo que hagan de tener las mismas, se le añade del 0.15 al 0.5% de Cr. El cromo es un elemento que engendra carburos, dificulta el recocido de la fundición y su mecanizado.

Níquel.- Por oposición al cromo, es un elemento que favorece la grafitación del carbono en la fundición. A consecuencia de esto, disminuye la resistencia a la flexión, la adición de cromo y de níquel en la fundición, aprovechando arrabios de aleación natural para la composición del lecho de fusión, cuando se funde en cubilote, proporciona la elevación de las propiedades mecánicas de aquella (la resistencia a la ruptura, a la flexión, al desgaste y a las altas temperaturas). Por regla general, en la fundición al cromo-níquel se incluye un 0.15-0.5% de Cr y un 0.15 - 0.3% de Ni, para aumentar las cualidades antifricción de las piezas se añade hasta un 0.25% de cobre y hasta .20% de titanio.

Cobre.- La influencia del cobre en la fundición puede considerarse positiva. El cobre facilita la grafitación, aumenta la termoresistencia de la estructura austenítica y sustituye parcialmente al níquel. La acción benéfica del cobre consiste en la disminución de la corrosión, la elevación de las cualidades mecánicas y un cierto aumento de la dureza de la fundición. En la fundición para los segmentos de los émbolos de los motores de automóvil se recomienda añadir un 0.35-0.50% de cobre.

Titanio.- Es un buen reductor, si la proporción de titanio es mayor de 0.2%, disminuye la fluidez de la fundición. El titanio paraliza la influencia del cromo en la fundición, por ser modificador, como consecuencia de lo cual

desaparece la necesidad de aumentar el contenido de silicio en la misma. El titanio favorece el mejoramiento de las cualidades mecánicas, sobre todo en las fundiciones de alto carbono.

2.14.- Acero fundido

El acero se diferencia de otras aleaciones y de los materiales de construcción no metálicos se caracteriza por su gran resistencia y plasticidad, puede aguantar las tensiones más altas con cargas variables o de choque. Las piezas que deben funcionar a altas temperaturas se hacen de aleaciones a base de níquel, cobalto, molibdeno, wolframio y otros materiales que se conocen con la denominación de aleaciones termorresistentes y refractarios. En las fábricas de maquinaria pesada las piezas brutas de acero de grandes dimensiones, se funden por partes y después se sueldan. En la industria constructora de maquinaria, para hacer las piezas coladas, se utilizan aceros al carbono, en que éste último entra en una proporción del 0.15 al 0.5%, y aceros de aleación con magnesio, silicio, níquel, cromo, molibdeno, etc.

El acero con pequeño contenido de carbono (0.15-0.26%) se contrae mucho y tiene poca fluidez. Cuando el contenido de carbono aumenta (0.45-0.55%) las piezas coladas están propensas a la formación de grietas en caliente. Al aumentar el contenido de carbono, aumenta la resistencia del acero, pero disminuye su plasticidad. Por el contrario, al disminuir el carbono disminuye la resistencia y aumenta el alargamiento.

Cualidades del acero en estado líquido.

1. - Suficiente fluidez, para llenar bien los moldes de fundición.

- 2.- La composición química que corresponda a la establecida por las condiciones técnicas para la recepción de las piezas.
- 3.- El contenido mínimo posible de azufre, fósforo y gases disueltos en el metal (oxígeno, nitrógeno, hidrógeno).
- 4.- Carecer de inclusiones no metálicas.
- 5.- Las superficies de las piezas sean lisas, desprovistas de pelusas e incrustaciones.
- 6.- Las piezas coladas sean compactas.

Las cualidades mecánicas de las piezas de acero fundido dependen de su composición química y del tratamiento térmico a que se sometan.- La cantidad de carbono que contenga el acero debe corresponder a las cualidades mecánicas que se deseen obtener en las piezas coladas.

III. ELECCION DE UNA LINEA DE MAQUINAS A RECONSTRUIR

Introducción

En el capítulo anterior se mencionan los diferentes procesos tecnológicos mediante los cuales es posible realizar la reconstrucción de las partes dañadas en una máquina o equipo. En el presente capítulo se elige como modelo ilustrativo la reconstrucción de un tractor de orugas. - Para este efecto es necesario señalar la descripción correcta de la máquina a intervenir, de sus partes estructurales, sus posibles fallas, las causas que las originan, sus posibles efectos y las correcciones necesarias para mantener en condiciones óptimas el plazo de servicio para el cual la máquina ha sido diseñada. Con este objeto se han dado en el capítulo antecedente las herramientas necesarias que se utilizarán de acuerdo a criterios de necesidad y experiencia.

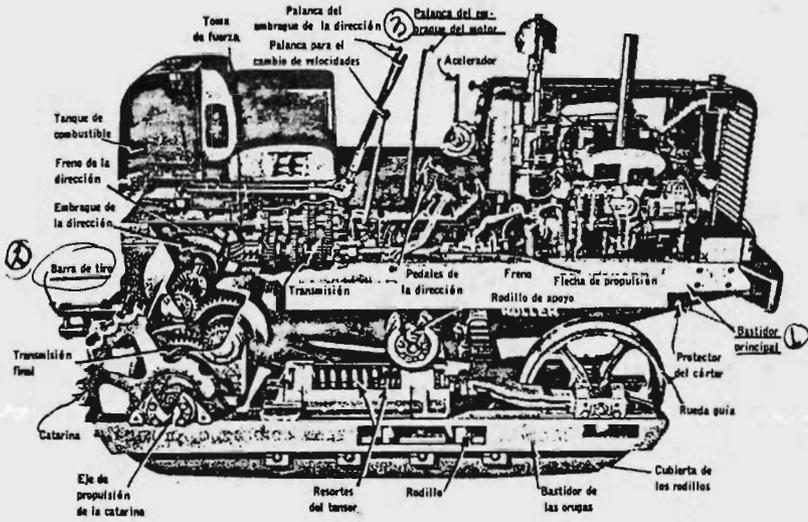
3.1. - Descripción y Funcionamiento del Tractor de Oruga¹

3.1.1. - El motor. - La mayor parte de los tractores de oruga tienen motores diesel, existiendo excepciones en motores de menos de 50 caballos de fuerza, que son muy raros en los trabajos grandes de construcción. Los tres grandes fabricantes de tractores son: Caterpillar, International Harvester y Allis-Charmers, los cuales hacen sus propios motores. Los demás hacen motores diesel, Cummins o General Motors.

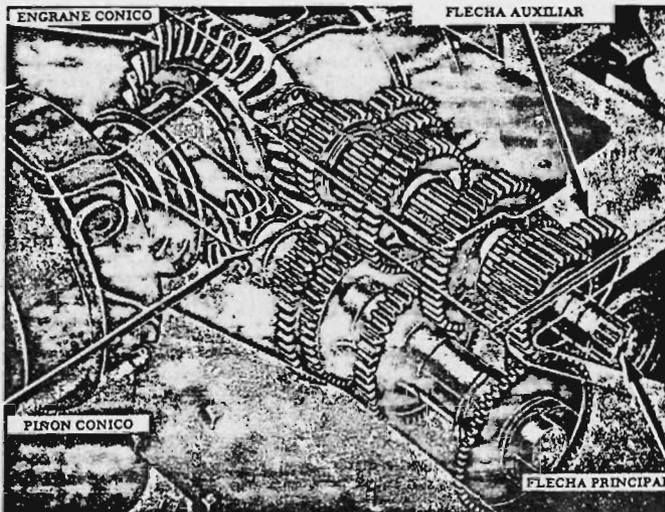
La potencia del motor se clasifica primero como potencia neta, que

(1) Reparación de Maquinaria Pesada. pp. 493-554.

LOS TRACTORES



Cortesía de la Allis-Chalmers Manufacturing Co.



Transmisión de tractor y engrane cónico

significa la potencia neta en el volante, con el motor impulsando todas las acciones necesarias para la operación normal del tractor. Algunos fabricantes se apartan de esta norma y anuncian la potencia bruta, o sea la que produce el motor sin considerar la que consumen los accesorios.

Los tractores de oruga con cambios de potencia y convertidores de torsión generalmente se clasifican en libras de tiro en barra a una velocidad determinada.

La presión baja en el combustible es una causa común de mal funcionamiento en los motores, parece ser que los tractores de oruga están más expuestos a que se les obstruyan los filtros de combustible que -- otras máquinas, probablemente a que frecuentemente trabajen en lugares donde abunda el polvo, ya que se sacuden tanto, que se impide que se asienten las impurezas en el tanque de combustible.

3.1.2.- El Bastidor Central. - La rigidez en la sección central se obtiene haciendo un vaciado grueso para formar las cubiertas de embrague de la dirección y de la transmisión, y haciendo de bastante espesor todas las cubiertas que quedan delante del radiador. Además puede llevar un par de vigas gruesas laterales delante de la caja de transmisión, que soportan el motor, el carter y la base del radiador.

Puede llevar un gancho de tiro delantero atornillado al Carter que es una placa que protege la parte inferior del motor.

3.1.3.- El Eje Muerto. - Es un pasador que atraviesa la parte trasera del tractor, a través o adelante de las cubiertas de la transmisión final. Une los bastidores de las orugas y la sección central pero permi-

te que oscilen verticalmente. Además generalmente sirve como eje para la catarina.

Este eje puede ser una flecha continua o dos en línea con sus extremos inferiores anclados a la caja de la transmisión.

3.1.4.- La Barra de Tiro. - Es una barra gruesa de arrastre, que está sujeta debajo del tractor en el centro, que se prolonga hacia atrás a través de un brazo de apoyo puede oscilar horizontalmente y se sujeta en la posición deseada por medio de un pasador o cerrojo que atraviesa la barra de soporte. Es conveniente que el anclaje de la barra de tiro sea tan bajo y que esté a la mayor distancia que sea posible como la construcción del tractor lo permita, para la mejor distribución de los esfuerzos producidos por las cargas remolcadas.

3.1.5.- Embrague del Motor. - El embrague del motor o embrague principal es generalmente del tipo de un solo disco seco operado por una palanca de mano con seguro. Los tractores de oruga utilizados para cargadores frontales pueden tener embragues especiales para este servicio tan pesado. Los Caterpillar usan en embrague mojado de 2 discos que trabajan rociados constantemente por aceite bombeado, estos discos tienen revestimientos especiales para agarrar cuando están mojados en aceite, puede espesarse tanto que transmite la rotación entre los discos del embrague cuando no haya un contacto real entre sí. Las máquinas Allis-Chalmers y las International - Harvester pueden usar un embrague que es casi ordinario excepto en que el plato puede tener varios discos de cerámica, en vez del resistentamiento convencional.

se puede dañar seriamente el embrague de un tractor de oruga si se permite que se afloje tanto que se deslice. Si se ve que una palanca se mueve con poco esfuerzo indica la necesidad de ajustar el embrague. Ajuste se sin hacer ninguna comprobación. Pero si el embrague parece razonablemente apretado, se puede hacer una prueba para ver si se desliza. Hágase trabajar la máquina con una carga que sea demasiado pesada para moverla en alta velocidad, conéctese el embrague lentamente. Si el motor sigue funcionando sin mover las orugas, y no tiene convertidor de torsión, el embrague se está resbalando. Los embragues se calientan cuando se deslizan y generalmente huelen a quemado.

Manera de limpiar un embrague. - Un buen embrague de disco seco que tenga el ajuste correcto puede resbalar debido al aceite, grasa o lodo sobre los forros. La cubierta del volante y del embrague generalmente tienen un agujero de desagüe en el fondo, que debe estar tapado con un tapón de rosca antes de que la máquina le lleve a trabajar en lodo o agua profundos si se descuida ésta precaución y si el forro es sensible al agua, el embrague puede dejar de agarrar completamente. - El lodo ordinario puede ser lo suficientemente abrasivo para producir daños graves y aunque no puede producir deslizamiento debe lavarse rápidamente. Las filtraciones de aceite de motor o la grasa que proviene del cojinete de desembrague pueden acumularse en el fondo de la caja lo suficiente para que lo recoja el disco y lo arroje sobre los forros del embrague. Se puede limpiar tapando el agujero del fondo, llenando hasta la tercera parte la caja con gasolina, poniendo a funcionar el motor, y vaciándola. Se repite este tratamiento dos o tres veces.

Para el primer lavado es necesario que funcione el motor cinco minutos y diez minutos en los demás, téngase cuidado de engrasar el cojinete de desembrague después del lavado final.

3.1.6.- El Tren de Potencia

a) La Transmisión.- Esta es una unidad compacta para servicio pesado, los engranes deslizantes se están reemplazando gradualmente por los del tipo elicoidal de acoplamiento constante para la mayoría de los tractores en servicio tienen engranes rectos. El número de velocidades de la transmisión varía en los diferentes modelos pueden ser de dos a ocho velocidades hacia adelante y de una a seis velocidades de reverso.

La mayor parte de los tractores de oruga no tienen eje impulsor, porque el piñón cónico que mueve el eje trasero está montado directamente en la flecha de salida de la transmisión, además generalmente no tiene diferencial, sino simplemente una transmisión sencilla en ángulo recto a través de engranes cónicos al eje trasero. Sin embargo las reparaciones que se hacen a estos mecanismos son muy complicados debido a que se encuentran colocados en un hueco pequeño rodeado de cajas gruesas de los embragues de la dirección y de la transmisión. El ajuste del piñón puede tener que efectuarse cuando éste y la transmisión están fuera haciendo medidas muy precisas. Se comprueba con un calibrador de espesores el juego y con colorantes para el contacto que hacen entre los dientes después de que la transmisión ha sido instalada y atornillada firmemente.

los ajustes finales se pueden hacer en el engrane cónico y quizás-

en el piñón añadiendo o quitando lanas.

La transmisión y los engranes cónicos operan en una caja cerrada que contiene suficiente aceite o grasa líquida para lubricar todos los engranes y cojinetes por inmersión, salpicadura o rociados a presión.

b) Toma de Fuerza.- La toma de fuerza ordinaria es una conexión que hace girar una flecha insertada a través de la pared trasera de la caja de engrane. Se usa para impulsar accesorios como las unidades de un malacate o una bomba hidráulica. Si la transmisión es compuesta, la toma de fuerza puede tener 2 relaciones de engranes, pues de otra manera su velocidad se controla solamente con el motor. Se conecta desconectando el embrague del motor, acoplando una quijada deslizante, conectando luego el embrague, por lo general la toma de fuerza gira más despacio que el motor, funciona en neutral o en cualquier velocidad, pero no cuando el embrague del motor está desconectado. No la afectan los embragues de la dirección.

La falta de potencia en la toma de fuerza cuando se desconecta el embrague del motor, o cuando la flecha de salida de un convertidor de par pierde velocidad a causa de una carga pesada, reduce la eficiencia de muchas operaciones. Debido a lo anterior ha venido aumentando el número de las tomas de fuerza vivas que funcionan constantemente, que pueden operarse siempre que el motor esté funcionando, cualquiera que sea la posición del embrague o el funcionamiento del convertidor. Se puede impulsar una torre de fuerza de éstos por medio de una flecha dentro de un eje del embrague o de la transmisión, que no lo afecte en el funcionamiento del embrague.

Embrague de la dirección. - Los embragues de la dirección son unidades sometidas a un trabajo muy pesado, por lo que sorprende las pocas reparaciones que requieren debido a las reducciones de los engranes en las transmisiones y en el engrane cónico, cada engrane de la dirección debe soportar un par varias veces mayor que el que soporta el embrague del motor. Estos embragues son por lo general del tipo de discos múltiples empujados por resortes, controlados por una palanca de mano. Los ajustes se hacen en los mecanismos de palancas, y todo el embrague se saca para inspección o reparación. El ajuste se hace midiendo el movimiento libre. Cuando se mueve la palanca de posición en que está conectado el embrague; primero encontrará una ligera resistencia del resorte del sistema de palancas, luego la fuerte resistencia de los resortes del embrague que empujan juntando los discos. El arco en que la resistencia es ligera se llama juego libre, y corresponde al juego libre que se siente en la parte superior de la carrera de un pedal de embrague.

El ajuste generalmente se hace por medio de una orquilla de rosca para obtener el juego libre especificado según el manual y generalmente es de 2 a 4 pulgadas medido en la parte superior de la palanca, en el lugar que comienza el maneral. Al gastarse el embrague el juego disminuye. Si llega a ser mayor de 1/2 a 1 pulgada, según la máquina puede suceder que el embrague no quede perfectamente conectado y la orquilla de desembrague puede arrastrar cuando se desconecte. Ambas condiciones pueden conducir a un desgaste rápido.

3.1.7. - Freno de la Dirección. - Los embragues de la dirección generalmente se abarcan en los frenos para la dirección, del tipo de banda externa de contracción, que se usan tanto en la dirección como para detener la marcha del tractor.

3.1.8. - Transmisión final. - Esta se encuentra a uno y otro lado del comportamiento del embrague de la dirección. Consiste en un juego de engranes lubricados por inmersión del tipo sencillo o de doble reducción. El engrane impulsor grande está unido a un eje corto que hace girar la catarina y que impulsa a su vez a la oruga. Las transmisiones finales están sujetas al trabajo más pesado que cualquiera otra parte del tren de potencia. La flecha de la catarina soporta el par máximo y no existen unidades amortiguadoras en el tren de potencia entre ellas y las orugas. La caja debe soportar no solamente los esfuerzos producidos por los engranes sino que también transmite la mayor parte de la fuerza de propulsión del bastidor de las orugas al chasis central y con frecuencia chocan en ellas las rocas que saltan hacia arriba entre las orugas.

Las transmisiones finales requieren poco o ningún ajuste o atención, excepto lubricación hasta que se gastan o rompen. El nivel del aceite debe mantenerse a la altura que debe tener y debe ser del tipo adecuado para la máquina.

Los tapones magnéticos para llenar y para vaciar son medios que dan la oportunidad de comprobar la condición en que se encuentran las transmisiones. Las partículas gruesas significan averías que indican que debe desarmarse inmediatamente para inspeccionarla.

3.1.9.- Las orugas

Generalidades.- Las orugas son lo característico de los tractores de orugas, constituyen rieles de acero sobre los que se mueve la máquina, se recogen de atrás y se pasan adelante en el terreno conforme se mueve.

Los ejes vivos hacen mover grandes ruedas dentadas que se llaman ruedas dentadas impulsoras o catarinas que están colocadas en la parte trasera de los bastidores de las orugas. Estos bastidores se apoyan en rodillos pequeños o rodillos de orugas. Las ruedas guías que son ruedas lisas con una caja central, del mismo tamaño que las catarinas están montadas en orquillas apoyadas en resortes en la parte delantera de los bastidores, se montan uno o dos rodillos pequeños arriba del bastidor para soportar las orugas, excepto en las máquinas muy pequeñas, para evitar haya una flecha muy grande de sección superior de la oruga.

Rodillos de las orugas.- Los rodillos y ruedas guías tienen cejas para mantener la oruga alineada. Generalmente la rueda guía tiene una ceja central ancha que queda ajustada entre los eslabones de la oruga. Los rodillos que ruedan sobre la oruga y los que la soportan tienen cejas exteriores que ayudan a uno y otro lado del riel de la oruga. Los rodillos y la rueda guía giran en ejes fijos, pueden tener cojinetes cónicos de rodillos, o del tipo de mangos sólidos hechos de bronce o de metales especiales. Es muy importante el uso de buenos sellos para conservar dentro el lubricante y la suciedad fuera o los de mejor tipo son los sellos positivos que consisten en 2 anillos de acero labrados con precisión,

uno de ellos se une al eje y el otro al cubo que se aprietan entre sí por medio de resortes, estos anillos están tan perfectamente ajustados que ni el polvo ni la grasa pueden pasar a través de ellos.

La oruga.- La oruga consta en sí de una verdadera cadena de rodillos con zapatas atornillados en ella. Cada par de eslabones se unen entre sí con un buje que va en el extremo de uno de ellos. Se coloca un pasador en el buje que sostiene los extremos que sobresalen del siguiente par de eslabones. La oruga se arma con una prensa hidráulica, que permite empujar los pasadores de tamaño ligeramente mayor y los bujes -- dentro de los eslabones, que quedan tan apretados, que rara vez se salen en servicio. El pasador gira con facilidad dentro del buje proporcionando el funcionamiento como articulación necesaria.

Otra oruga puede abrirse empujando o sacando cualquiera de los pasadores, sin embargo, todos los pasadores excepto uno pueden estar muy apretados para que resulte fácilmente esta operación en el campo. Los bujes son las piezas en que agarran las catarinas, generalmente éstas tienen un número de dientes impar y la cadena un número par de bujes o viceversa, de tal manera que no coinciden 2 veces seguidas el mismo buje y el mismo hueco entre dientes de la catarina. Con este sistema de diente suplementario el desgaste se distribuye más parejo.

Cadena sellada.- El lodo y la suciedad que entra entre el pasador y el buje aumentan mucho el desgaste de la cadena. En las cadenas selladas Caterpillar se montan discos con la forma de platillos de acero de muelles en pares con sus respaldos juntos, entre los extremos

de los bujes y sus casquillos en los eslabones exteriores. Al armar las cadenas los discos quedan juntos y apretados, uno cierra el eslabón y el otro el buje, de manera que el único desgaste del sello está en los mismos discos impidiéndose la entrada de la mayor parte de la suciedad. - Los sellos se cambian cuando se hace una reparación general de la cadena.

Las zapatas.- Hay numerosos tipos de zapatas para las orugas, las de tipo ordinario son una placa plana con una sola costilla o garra a través de ella que proporciona una buena tracción y protección contra deslizamientos laterales en la mayor parte de las condiciones, pero que no agarran en el hielo ni en terreno congelado y rompen los pavimentos sobre los cuales la máquina trabaja. Las zapatas planas se usan en las máquinas que se utilizan más para cargar que para empujar. En los tractores de brega que trabajan dentro de los edificios y sobre los caminos pavimentados se usan cojines revestidos de hule. Su tracción es mejor sobre los pavimentos que con las zapatas metálicas planas. El desgaste y las rajaduras se reducen a un mínimo. No son lo suficientemente resistentes para efectuar empujes fuertes. La mayor parte de las zapatas de las orugas tienen 6 agujeros para los tornillos, cuatro para sujetar la zapata y la cadena y dos para otros aditamentos.

Se pueden también obtener cojines para la mayor parte de estos tipos de varias anchuras. Con los anchos se obtiene mayor sustentación y tracción máxima en terreno blando, con los angostos opera mejor la dirección y se cuenta con un factor que reduce los daños por sobrecargas y choques.

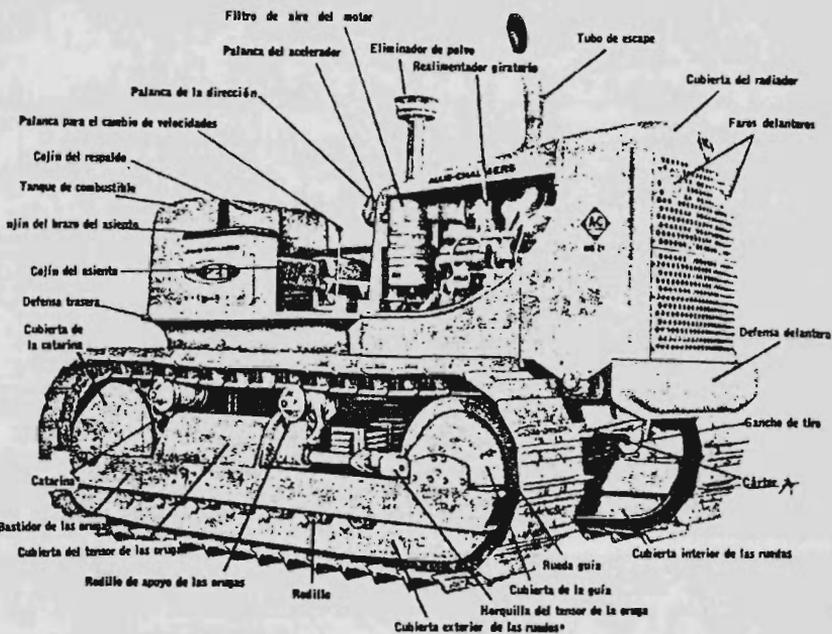
La reconstrucción debe ser considerada como una posible solución cuando una máquina ya no puede producir dentro de las tolerancias requeridas o cuando los costos de mantenimiento sean prohibitivos.

La reconstrucción debe ser siempre un ahorro sustancial respecto a la compra de una máquina nueva equivalente por lo que es necesario vigilar los costos en todo momento, sobre todo cuando sin ninguna experiencia técnica y previa nos enfrentamos con la reconstrucción de una máquina.

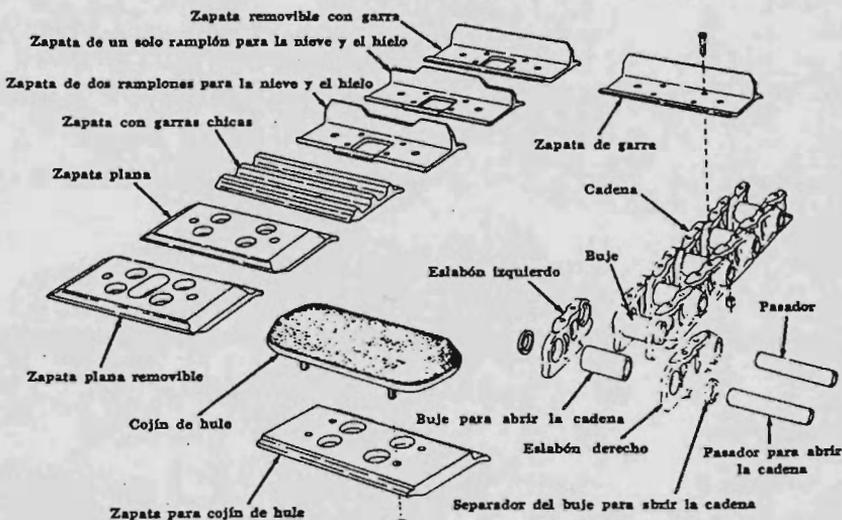
Una vez que hemos tomado la decisión de reconstruir una máquina deben ponerse a disposición de la sección de reconstrucción el manual del usuario, el manual de recambios, así como planos de instalaciones eléctricas, etc.

Nos podemos enterar de los defectos principales de la máquina por medio de los usuarios y de los propios constructores y debemos registrar todas las anomalías respecto al funcionamiento normal. Como regla general la primera operación por efectuar después de la recepción de la máquina es su limpieza. Después se emplearán los procedimientos que se enuncian a continuación.

- a).- Desmontaje, limpieza y examen de todos los componentes.
- b).- Reconstrucción o sustitución de los componentes mecánicos, hidráulicos y eléctricos.
- c).- Preparación de todas las piezas de fundición.
- d).- Montaje.
- e).- Funcionamiento, verificación de las alineaciones, pruebas de corte.



Cortesía de la Allis-Chalmers Manufacturing Co.



Cortesía de la Allis-Chalmers Manufacturing Co.

f). - pintado final.

La reconstrucción de un tractor de oruga podemos dividirla en 2 - partes:

a). - Reconstrucción del tren de rodaje.

b). - Reconstrucción del motor.

3.2. - Reconstrucción del Tren de Rodaje

Con las máquinas de carriles, los componentes del tren de rodaje se relacionan estrechamente, es decir zapatas, eslabones, rodillos, ruedas tensoras y ruedas dentadas funcionan juntos como un sistema integrado, así el funcionamiento y estado de un componente afectan la duración de costo de otros, lo mismo ocurre con el desgaste, por ejemplo: los pasadores y bujes desgastados afectan la duración de la rueda dentada, la desalineación de la rueda tensora intensifica el desgaste de todo el carril, y la duración de rodillos y eslabones está directamente relacionada. Aunque es posible evitarlo del todo, puede reducirse la tasa de desgaste y aumentar la duración de los carriles mediante la debida conservación y buenas normas de operación.

Existen tablas de porcentajes de desgaste para cada componente, mediante estas tablas pueden convertirse con facilidad las mediciones hechas de un componente, a un porcentaje del desgaste total permisible -- hasta el punto de reconstrucción o volteo.

Estas tablas están basadas en una fórmula que toma en cuenta los factores siguientes:

1. - Límite de reconstrucción o de volteo.

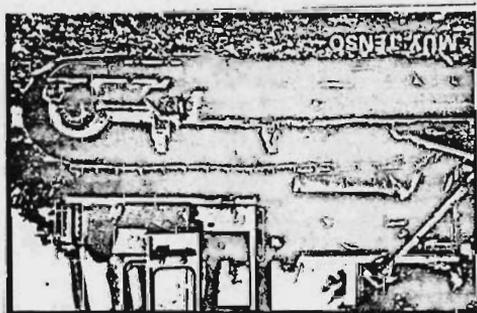
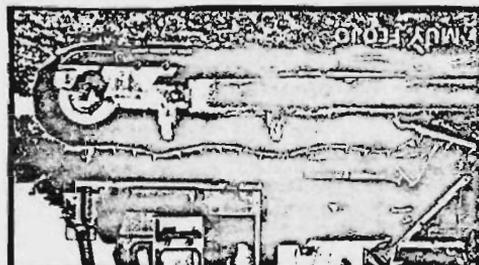
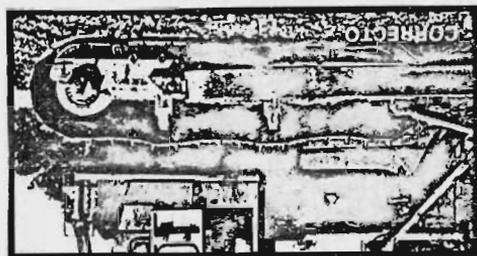
2. - Desgaste acelerado esperado al desgaste de capa endurecida.

(2) Manual de Servicio de Carriles Caterpillar.

No existen tablas de porcentajes de desgaste que cubran la distancia entre pestaña del rodillo y masa del eslabón, esta dimensión puede ser crítica. Si la pestaña del rodillo golpea contra la masa del eslabón durante un tiempo suficientemente largo la pestaña del rodillo podría estar en condiciones tales que resulte antieconómico reconstruir los rodillos.

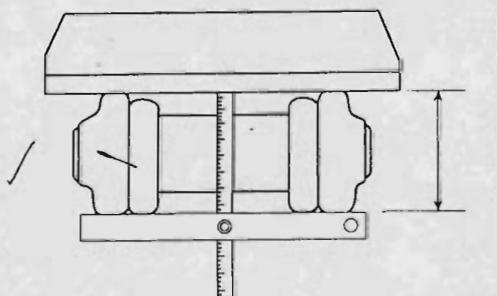
Por lo que cuando se mide el tren de rodaje hay que comprobar el estado de la masa del pasador. Si la pestaña del rodillo ha empezado a desgastar la masa del pasador.

3.2.1.- Ajuste correcto del carril. - La mantención correcta de la flexión del carril es crítica para obtener una duración total de los componentes del tren de rodaje, algunos usuarios hacen funcionar el carril demasiado apretado con el fin de eliminar la soltura y asegurarse de que los carriles no se soltarán, pero los carriles ajustados demasiado apretados aumentan las cargas del funcionamiento y aceleran el desgaste en los pasadores, bujes y segmentos de rueda dentada, especialmente en condiciones extremadamente abrasivas y cuando el material se compacta en los carriles. Los carriles ajustados demasiado flojos pueden resultar un daño a los mandos finales los bujes pueden salirse de la rueda dentada cuando se haga funcionar el tractor en marcha atrás, además el carril puede azotar a medida que se curva al salir de la rueda dentada y entrar en los rodillos superiores, durante el funcionamiento en alta velocidad un tractor funciona en avance con un carril bien ajustado, subirá la carga solamente en la parte del carril que queda en contacto-



con el suelo, desde la rueda guía hasta el punto donde el buje entra en la rueda dentada.

3.2.2.- Medición de la deflexión del carril. La medición de la deflexión del carril debe medirse en el campo, donde la máquina está en funcionamiento para tomar en consideración la compresión del barro o nieve entre los bujes y ruedas dentadas, tal compresión aprieta los carriles. Para medir la deflexión del carril se debe rodar la máquina a una parada desde avance en terreno a nivel coloque un trozo de barra metálica o un trozo recto de madera en la parte superior de las garras de los carriles, entre el rodillo superior delantero y la rueda guía, las garras deben ser de igual altura, no deben estar dobladas o quebradas. La zapa sobre el rodillo superior debe tener su garra directamente sobre el rodillo; finalmente hay que medir la deflexión del carril desde la parte inferior de la barra a la parte superior de una garra en el punto de mayor deflexión entre la rueda guía y el rodillo superior, esta deflexión debe ser de 1 1/2" a 2"; si la deflexión no está dentro de estas medidas se corrige con el ajustador hidráulico del carril.



3.2.3. - Manera de medir el desgaste de los eslabones: este se de termina comparando las alturas medias de los eslabones con la altura de uno nuevo, según se indica en las tablas de desgaste. Se miden los esla bones en el punto más bajo de la superficie del riel en una sección del - carril, hay que correr la regla graduada hasta la zapata desgastada.

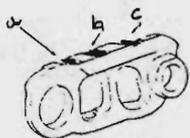
3.2.4. - Análisis del Desgaste: de la barra de carril

Desgaste de la parte superior del riel

causa: abrasión (desgaste normal)

efecto: llega el momento en que la pestaña del rodillo da -
contra la masa del eslabón.

corrección: reconstruir los rieles según convenga.



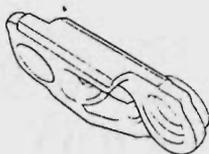
Parte alta del riel. - Desgaste desigual.

causa: los sectores a y c se producen como resulta-
do de que se ha reducido el ancho de la zona
que hace contacto con los rodillos. El sector
b se debe al contacto con la rueda tensora.

efecto: puede reducir las probabilidades de recons-
trucción de los eslabones.

corrección: reconstruir los rieles según convenga.

Desgaste lateral del riel.



causas: contacto con la pestaña del rodillo debido a -
trabajo en laderas o desalineación; las zapa-
tas muy anchas ladean la sección del carril.

efecto: reduce la duración de los rodillos y la posi-
bilidad de reconstruir los eslabones.

corrección: realinear guarda guías, reconstruir -
los carriles zapatas más angostas.

— Mellas en el borde interior del riel

causas: los dientes de la rueda mellan el riel -
cuando el carril ondula o se desalinea.

efectos: menos duración de la rueda dentada, me-
nos posibilidades de reconstruir los rieles.

corrección: el carril sellado reduce la ondulación,
comprobar la alineación del bastidor de rodil-
los y rueda dentada, guardar la tensión co-
rrecta del carril.

— Mayor profundidad del abocardado.

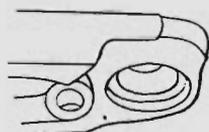
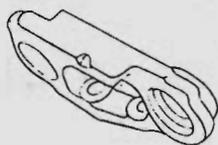
causa: abrasión producida por el material que se
incrusta entre el abocardado y el extremo -
del buje.

efecto: la reconstrucción de los eslabones es - -
dudosa.

corrección: el carril sellado evita la entrada del
material abrasivo en el abocardado y absor-
be gran parte del desgaste.

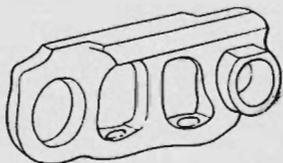
Desgaste en la esquina del abocardado en los
carriles sellados.

causa: El desgaste interno hace que el buje que-
de desentrado en el abocado, los sellos sin



embargo no quedan descentrados y continúan separando el buje del fondo del abrocado. No hay deformación del abrocado en aquella parte del mismo donde se encuentran los sellos. En los carriles no sellados el desgaste es diferente porque no hay sellos que separen el buje del fondo del abocardado, por tanto al ocurrir desgaste interno de pasadores y bujes en un carril no sellado el buje desgasta el lado del abocardado del eslabón, hasta el fondo.

efectos: esto no afecta el sellado, tampoco reduce la eficacia de los sellos, una vez volteados o cambiados los pasadores y bujes.



— Agujeros para pernos agrandados o deformados.
causa: pernos del carril mal apretados, zapatas demasiado anchas.

efecto: las zapatas se aflojan.

corrección: apriete correcto, zapatas mas angostas, revisar las zapatas después de 100 hrs. de servicio, sobre todo en trabajo en rocas - apriete los pernos.

— Eslabones rotos.

causas: al doblarse las zapatas, se retuercen los eslabones.

efectos: se hace problemática la reconstrucción

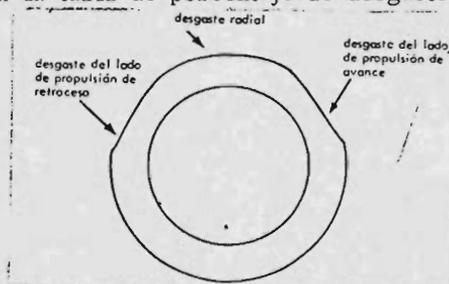


de los eslabones y volteo de pasadores y bujes.

corrección: zapatas mas angostas para reducir el retorcimiento o tren de rodaje optativo cuando sea posible.

Desgaste Externo de los Bujes

Se mide el diámetro interior mediante un compás calibrador, se compara esta medida obtenida del buje gastado con las tablas de porcentaje de desgaste para determinar el desgaste externo del buje. El exterior del buje se desgasta en 3 lugares. Después de disponer el compás-calibrador, colóquelo contra una regla de acero para determinar el diámetro medido. Mida los tres lugares y use la medida más pequeña para comparar en la tabla de porcentaje de desgaste.



Tiempo en que deben voltearse los pasadores y bujes. Existen 3 métodos diferentes para determinar cuándo debe efectuarse el volteo, en el primero es pertinente aún si las condiciones de trabajo cambian a la mitad de la vida útil de pasadores y bujes. El segundo método requiere de la experiencia anterior con volteo de pasadores y bujes.

Tanto el segundo como el tercer método requieren que las condicio

nes de trabajo no varfen durante toda la vida útil de un juego determinado de pasadores o bujes.

Primer método --- Medición del desgaste.

1.- Carril sellado.- Es necesario voltear bujes cuando hay:

- 0.12 in (3.1 mm) de desgaste interno de pasadores y bujes.
- 0.12 in (3.1 mm) de desgaste externo de bujes.
- La línea de desgaste en la rueda dentada se ha movido hacia la punta del lado motriz delantero.

2.- Volteo retardado.- Deben voltearse pasadores y bujes cuando el desgaste interno o externo llegue a 0.19 in (4.8 mm) al trabajar en arena, si los bujes no están sometidos a cargas o choques, por las rocas o cargas excesivas a la acumulación de tierra en la rueda dentada.

3.- Carril sellado y Lubricado.- Ya que no hay desgaste interno - las medidas del paso y de las líneas de desgaste de la rueda dentada no aplican a éste: pero el desgaste externo del buje del carril sellado y lubricado no debe exceder de:

- 0.20 in (5.1 mm) para carga de impacto.
- 0.30 in (7.6 mm) para carga normal.

De los tres métodos el primero es el más confiable, aun para tractores que trabajan en una variedad de suelos y aplicaciones.

Método II.- Balance de horas.- Se logra una economía máxima en el volteo cuando las horas antes del volteo coinciden con las horas obtenidas después del volteo (suponiendo que las condiciones de trabajo son-

uniformes), no hay que arriesgarse incesariamente, primero hay que -- probar el método I y luego aplicar la experiencia adquirida al método II.

Así al usar el método I, se obtienen 1,500 horas antes del volteo y 900 horas después de éste (2,400 horas en total), la siguiente vez haga el volteo a las 1,300 horas y es muy probable que se obtenga 1,300 horas después del volteo, resultando un total de 2,600 horas.

Método III.- División de la vida útil de eslabones.- Este método -- aplica el balance de las horas a problemas prácticos de mantenimiento. - Voltee pasadores y bujes a la mitad de la vida útil estimada en horas. - Esto supone que sabremos cuál será la vida útil de los eslabones y también que las condiciones de trabajo serán uniformes. Este método da resultados generalmente si la vida útil de los eslabones sobre pasa aquella de los pasadores y bujes por más del 50%.

Por ejemplo: vida útil normal del eslabón 2,700 horas
vida útil normal de pasadores y bujes sin voltear
1,500 horas.

Solución: por lo general para carril sellado, reemplazar pasadores y bujes a las 1,350 horas en vez de voltearlos sería lo más conveniente en algunos casos en los D-9 sería más económico voltear pasadores y bujes a las 900 hrs. y luego reemplazarlos a las 1,800 hrs. reduciendo de esta forma el desgaste de la rueda dentada. Los bujes de carril sellado y lubricado deben durar 2,700 hrs. con un volteo a 1,350 horas.

La ventaja de ~~este~~ método es que la vida útil de pasadores y bujes es igual a la del eslabón mientras que el estiramiento de carriles se -- mantiene al mínimo.

-Como Afectan el Volteo los Carriles Sellados-

El pequeño coste adicional por sellos nuevos al voltear pasadores y bujes encarece un poco más la operación de volteo, pero el hecho mismo de instalar nuevos sellos hace segura una menor vida útil después del -- volteo que la que podría obtenerse en caso contrario. Al instalar nuevos sellos cuando se voltean pasadores y bujes, se vuelve a sellar el abocarado nuevo y se elimina el juego de los extremos del buje.

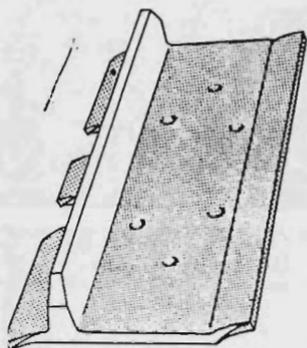
-Como Afecta el Volteo en los carriles sellados y lubricados.-

En la mayoría de los casos los bujes del carril sellado y lubricado requerirán un volteo para obtener la duración máxima del carril completo, ya que la duración del buje después de un volteo debe ser igual a la duración antes del volteo tenemos que dividiendo la duración del eslabón sería la forma más corriente de hacerlo. Hay solamente un caso cuando los bujes deben funcionar sin voltearlos. Esto es si aparece de las medidas iniciales que el porcentaje de desgaste de eslabones y bujes es esencialmente igual. Los bujes no deben estar desgastados más de 100% aún si el eslabón no está desgastado en 100%, de manera que los bujes puedan voltearse cuando se reconstruyen los eslabones mediante soldadura según el caso. Aunque puede ser mayor el costo de mano de obra para voltear los carriles sellados y lubricados que para carriles sellados se reducen los costos debido a los sellos que se vuel

ven a usar, continuará haciendo del volteo una práctica económica.

Para resolver el problema de cada máquina utilizando la reconstrucción debe tomarse cada situación por separado y analizarla profundamente para determinar la mejor alternativa. No hay que olvidar que pasadores y bujes afectan otros componentes del tren de rodaje, especialmente las ruedas dentadas. Al calcular el costo de volteo hay que calcular los ahorros en ruedas dentadas.

Desgaste de zapatas

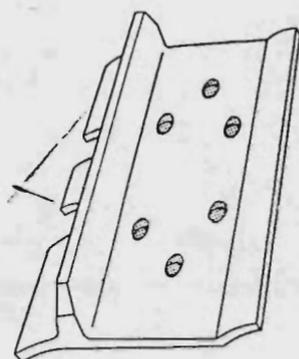


Causa: desgaste normal

Efecto: reduce la fortaleza, pérdida de resistencia al desdoblamiento de la zapata, tendencia a rajar los eslabones.

Corrección: de ser severo el desgaste, - instalar zapatas optativas.

Deformación de los agujeros para pernos



Causa: apriete incorrecto de los pernos, zapatas demasiado anchas.

Efecto: zapatas flojas

Corrección: ajuste correcto de las zapatas, zapatas más angostas, examinar pernos después de las primeras 100 horas.



Doblamiento de las zapatas



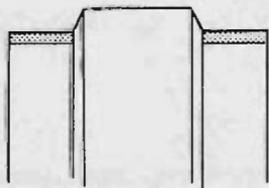
Causas: zapatas demasiado anchas, reducción de la resistencia al doblamiento a causa del desgaste de la garra y de la plancha.

Efecto: cargas de fatiga sobre los eslabones, las zapatas no pueden reconstruirse, tendencia a rajar los eslabones.

Corrección: zapatas más angostas, reconstruir antes, usar zapatas optativas.

Rueda Guía. - El desgaste de la rueda guía puede determinarse comparando la altura media de la pestaña central con la nueva altura, comparando en tablas de desgaste.

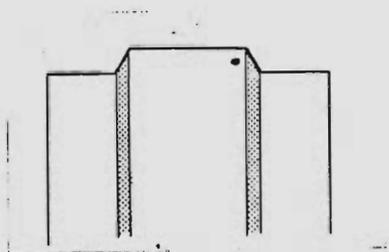
Desgaste de la banda



Causa: operación en laderas, desalineación, carril sinuoso.

Corrección: reconstruir

Desgaste lateral de la pestaña

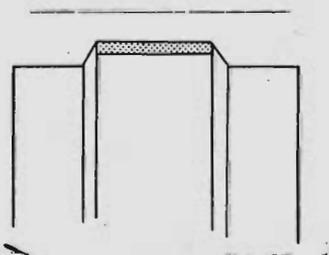


Causa: operación en laderas, desalineación, carril sinuoso.

Efecto: reduce la vida útil de eslabones, la reconstrucción de ruedas guías podría ser dudosa.

Corrección: instalar o mantener guardas guías de carril, realinear el bastidor de rodillos y ruedas guías. Reconstruir la rueda guía, voltear los pasadores y bujes en el carril sellado, - use carril sellado y lubricado.

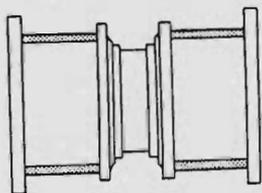
Desgaste superior de la pestaña



Causa: la acumulación del barro y basuras alrededor de la rueda guía produce una acción abrasiva contra la parte superior de la pestaña.

Corrección: este desgaste por lo general no es crítico, si el desgaste es extremo debe reconstruirse.

Desgaste de rodillo
desgaste de la llanta

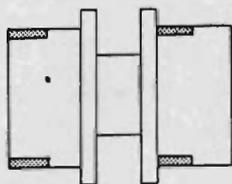


Causas: operación en laderas, desalineación, carriles sinuosos, -
pestañas que golpean contra -
la masa del eslabón.

Efectos: reducción de vida útil de los
eslabones, dudosa reconstruc-
ción del rodillo.

Corrección: instalar o mantener guar-
da gufas de carril, realinear
el bastidor de rodillos, insta-
lar carril sellado y lubricado
para reducir la ondulación, -
reconstruir rodillos.

Bandas desgastadas - centro



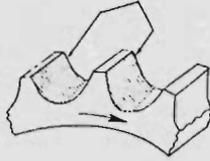
Causa: desalineación de rodillos, ope-
ración en laderas.

Efectos: reducción de vida útil de es-
labones dudosa, reconstrucción
de rodillos superiores.

Corrección: realinear rodillo superior,
reconstruir.

Desgaste de la rueda dentada (catarina).- El desgaste de la rueda-
dentada es uno de los más difíciles de evaluar debido a los cambios en-

dinero de la rueda dentada. Si se quiere volver a usar las ruedas dentadas, los pasadores y bujes del carril sellado deben voltearse o cambiarse cuando la línea de desgaste llegue a la punta de los dientes de la rueda dentada.



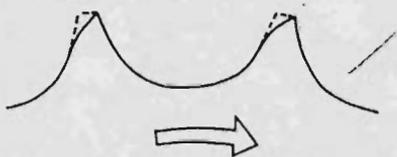
El carril sellado y lubricado no produce la misma forma de desgaste de la rueda dentada, debido a la eliminación de la extensión del carril. Los segmentos deben siempre volverse a usar cuando se voltean los bujes. El desgaste máximo estará en la parte de la raíz del diente a menos que haya ocurrido de compactación severa de materias extrañas.

Cambio del arco de la rueda dentada. Existe la necesidad de cambiar el arco de la rueda dentada cuando las puntas de los dientes hayan esbozado un filo así:



Estos puntos están desgastados a tal extremo que los bujes pueden saltar dientes de la rueda dentada, lo que ocasionaría un aumento en el desgaste externo de los bujes.

El desgaste que a continuación se muestra no requiere el cambio del arco de la rueda dentada.



El material compactado en los dientes de la rueda dentada o en los bujes origina este desgaste y se aumenta temporalmente el paso de la rueda dentada. Por lo general esta condición se produce cuando los pasadores, los bujes y las ruedas dentadas son nuevas. El problema se resuelve cuando ocurre cierto desgaste interno.

Desgaste en el lado de avance



Causa: operación normal en avance con el carril sellado convencional, éste es mayor debido al aumento del paso del carril.

Efecto: desgaste exterior de los bujes.

Corrección: voltee pasadores a bujes, cambie el aro de la rueda dentada, intercambie las ruedas dentadas si el desgaste en el lado de retroceso no es severo.

Desgaste en el lado de retroceso



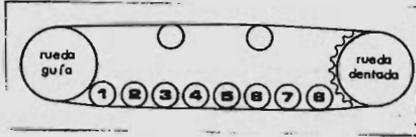
Causa: operación normal en retroceso, con el carril sellado convencional, éste es menor debido al aumento del paso del carril.

Efecto: causa desgaste externo al buje.

Corrección: voltee pasadores y bujes, cambie los aros de las ruedas dentadas, intercambie las ruedas-

motrices si el desgaste en el lado de avance no es severo.

Ubicación de rodillos de carril



La ilustración y el cuadro de ubicación que se ilustra indican la disposición corriente de rodillos de carril según recomendaciones de Caterpillar tractor Co.

Arreglo de los Rodillos por Lado

MODELO

por Lado

Posición del rodillo

Idle Sprocket

1 2 3 4 5 6 7 8

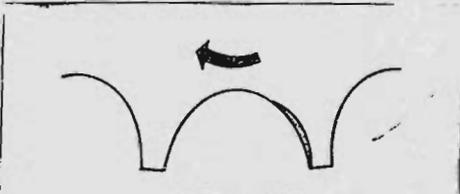
DD9G	7	D	D	S	D	S	D	S
D9D, E, & G	7	D	D	S	D	S	D	S
D8H	7	D	D	S	S	D	D	S
D8H	6	D	S	D	S	D	S	
D8 NC	7	D	D	S	D	S	D	S
D7F	6	D	S	D	S	D	S	
D7E	6	D	S	D	S	D	S	
D7 NC	5	S	D	S	D	S		
D6C	6	D	S	D	S	D	S	
D6B & D6 NC	6	S	D	D	D	D	S	
D5	6	S	D	D	S	D	S	

D4C & D	5	D	D	S	D	S		
D4 NC	4	S	D	D	S			
D3	5	D	D	S	D	S		
D2	4	S	D	D	S			
983	7	D	D	S	D	S	D	S
977E, H, & K	7	D	D	S	D	S	D	S
977D & No. 6	7	S	D	D	D	D	D	S
955K	6	S	D	D	S	D	S	
955H	6	S	D	D	D	D	S	
955F	5	D	D	S	D	S		
955C & E	5	D	D	S	D	S		

S - Reborde simple.

D - Reborde doble

Desgaste en la parte alta



Causa: los pasadores desgastados tienen mayor paso que ruedas dentadas sin carril sellado convencional. Este tipo de desgaste no ocurre en carriles sellados y lubricados si se mantiene la

deflexión correcta del carril.

Efecto: la rueda dentada, pasadores y bujes duran menos

Corrección: cambiar pasadores y bujes para restaurar el paso del carril, cambiar el aro de la rueda dentada, intercambiar las ruedas dentadas si un lado está más desgastado.

Desgaste en la raíz



Causas: roce del buje en el fondo del espacio entre dientes o su deslizamiento lateral sobre la raíz del diente.

Efectos: disminución en el paso de la rueda dentada y aumento en el desgaste del buje del carril sellado convencional, este es el desgaste normal en el carril sellado y lubricado.

Corrección: Dejarlo continuar en funcionamiento.

Desgaste rotatorio



Causa: el buje gira en el diente de la parte superior de la rueda. El mayor desgaste ocurre en el retroceso cuando la carga recae en la parte superior de la rueda. Este desgaste es más severo al operar a altas velocidades en

marcha atrás o pesadas cargas de re-
troceso.

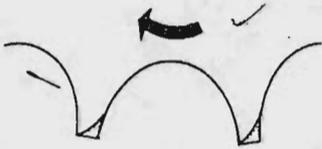
Efectos: desgaste en el lado de marcha atrás
del buje.

Corrección: mantener la deflexión correcta
del carril para disminuir las cargas en
tre la rueda dentada y los bujes, hacer-
funcionar la máquina a la velocidad más
práctica posible en marcha atrás, cuan-
do las cargas en marcha atrás son ma-
yores en forma consistente que las car-
gas en avance, cambie las ruedas denta-
das de un lado a otro, si el lado motriz
de avance no tiene desgaste severo.

Desgaste en la punta del lado
de propulsión de retroceso

Causa: la acumulación de la tierra en la rue-
da dentada o en torno de los bujes obliga
a que estos asciendan hasta la punta en-
el lado de propulsión de retroceso, cuan-
do la rueda dentada lo engrana en avance.

Efecto: se aumenta temporalmente el paso de
la rueda dentada, se acorta la vida útil
de la rueda dentada y de los bujes si la
máquina opera en esta condición durante
un tiempo prolongado, esto ocurre nor-



malmente solamente cuando la rueda --
dentada, los pasadores y bujes son nue-
vos.

Corrección: no se debe preocupar mucho --
por este problema a menos que sea gra-
ve, si hay acumulación continua de ba-
rro o nieve es conveniente colocar una-
rueda dentada para barro o nieve.

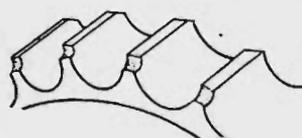
Desgaste lateral



Causas: golpea los eslabones debido a opera-
ción en laderas desalineación o carriles
muy sinuosos.

Efecto: dudosa reconstrucción de eslabones.
Corrección: guarda guías de carril, reali-
near bastidor de rodillos.

Puntas mordidas



Causa: golpea los eslabones o rodillo de ca-
rril trasero, operación en laderas, des-
alineación o carriles muy sinuosos.

Efectos: dudosa reconstrucción de eslabones,
menos vida útil de la rueda dentada.

Corrección: guarda guías de carril, reali-
near bastidor de rodillos, realinear --
rueda dentada.

3.2.5. - Efecto de las Condiciones del Suelo

a). - Suelos con alto contenido de arcilla mojada. - Este tipo de tierra se acumula en los dientes de las ruedas dentadas y alrededor de los bujes y produce el desgaste rápido de ambos. En casos severos, los bujes terminan por rajarse o quebrarse.

b). - Terrenos rocosos. - Las rocas causan el desgaste más severo de las zapatas. Las garras se desgastan con mayor rapidez, las planchas se adelgazan, la resistencia a la flexión se reduce considerablemente. Sujetas a impactos las zapatas se doblan o rajan al acercarse al límite de reconstrucción. En estos casos las zapatas deben ser tan angostas como sea posible y reconstruirse antes de tiempo, se recomienda, utilizar zapatas más pesadas. Los eslabones están sujetos a cargas de impacto y retorcimiento cuando trabajan en terrenos rocosos, produciéndose algunas veces grietas por fatigas. Las rajaduras finas no son problema ni cortan la reconstrucción de los eslabones, se recomienda instalar eslabones más gruesos si los hay.

c). - Suelos arenosos. - Los efectos abrasivos de la arena acortan la duración de los componentes del tren de rodaje, sobre todo los pasadores y bujes. Con carril sellado convencional, la arena entra en el abocardado del eslabón y pasa a los bujes, donde acelera el desgaste de pasadores y bujes. El abocardado de los eslabones se desgasta en tal forma que ya no es posible reconstruirlos.

En suelos arenosos, es necesario voltear pasadores y bujes a fin de corregir una duración máxima. Cuando la arena acorta la duración de

las zapatas es conveniente instalar zapatas optativas más gruesas.

d).- Suelos húmedos.- La humedad intensifica la abrasión. La acción moderadamente abrasiva de un suelo seco se torna severa si es húmedo. En los tractores que operan en las riberas húmedas de los ríos, el carril durará menos que en máquinas idénticas trabajando cerca en terrenos más altos y secos. Los carriles sellados y lubricados son especiales en terrenos húmedos.

Desgarrado.- El desgarrado produce mayores cargas en los rodillos inferiores traseros excepto algunas veces en que la penetración levanta el extremo posterior y carga más peso en las ruedas tensoras. Además las zapatas se desgastan mucho más y los eslabones suelen rajarse a causa de ciertos esfuerzos e impactos.

Giros en el mismo sentido

En los trabajos que exigen cambios continuos ya sea en la derecha o a la izquierda siempre hay un carril que se desgasta con mayor rapidez que otro, para ello suele dar bien resultado intercambiar periódicamente el carril de un lado con el carril del otro.

Trabajos en laderas.- Los trabajos en laderas intensifican el desgaste en las pestañas de rodillo y en los lados de los eslabones. En estos casos se usan guardas guías de carril para mantener los carriles alineados.

Operaciones a alta velocidad.- Deben evitarse las velocidades altas inecesarias pues intensifican el desgaste del tren de rodaje en terreno accidentado, la velocidad crea esfuerzos que dañan o desalinean los rodillos.

llos inferiores delanteros y las ruedas tensoras. En retroceso a gran velocidad, se aumenta el desgaste de los bujes y ruedas dentadas. Nunca deben operarse las máquinas a mayor velocidad de la necesaria para hacer el trabajo a tiempo.

Giro en falso de los carriles. - Cuando un carril gira en falso, aumenta el desgaste de las zapatas.

3.3. - Plazo de Servicio de las Máquinas Solución Analítica³

De las relaciones matemáticas con cuya ayuda se puede representar los gastos y pérdidas progresivas en función del tiempo de trabajo de la máquina, más cómoda y universal es la función de potencia tipo.

$y = Ct^{\delta}$ donde C es un coeficiente constante para el objeto dado que determina la norma inicial de los gastos y pérdidas progresivas del usuario.

δ es el índice de la potencia del aumento de los gastos y pérdidas a medida de envejecimiento del objeto.

La comodidad de esta función consiste de que al trazarla en una red logarítmica forma una recta que asegura un control rápido de los resultados de la determinación; su universalidad consiste en que las líneas que satisfacen a la ecuación $y = Ct^{\delta}$ con la elección debida de los valores C y δ pueden expresar todos los casos numerosos que se encuentran en la práctica de variación de los gastos y pérdidas progresivos que sube el usuario que emplea las máquinas y sus elementos en estado de envejecimiento.

En las gráficas auxiliares fig. 3-1-a se dan las variantes posibles para

(3) Fundamentos de la Teoría de Envejecimiento de las Máquinas.
pp. 266-328.

apreciar los gastos y pérdidas progresivas de los usuarios en función del tiempo de utilización de las máquinas o de otros objetos.

Estas gráficas trazadas para 3 valores de C ($C=1$; $C=0.5$ y $C=2$) y para catorce valores de ϵ (desde $\epsilon = 1$ hasta $\epsilon = 20$) ofrecen grandes posibilidades para determinar los gastos y pérdidas progresivas.

Para la solución rápida de muchos problemas prácticos se puede, sistematizando los datos de los experimentos, trazar un gráfico de gastos y pérdidas progresivos y comparando sus curvas con las del gráfico auxiliar (fig. 3-1) mediante la selección de los valores C y ϵ determinar, simplemente pero con gran exactitud el plazo de servicio óptimo.

De este modo, los gastos y pérdidas sumarios de los usuarios ligados con la utilización de la máquina o de otro objeto pueden ser expresados por la función:

$$Y = Y_I + Y_{II} + Y_{III} = A + Bt + Ct^{\epsilon} \epsilon_c(1)$$

La denominamos como función de gastos y pérdidas sumarios del usuario.

Sufriendo todos los gastos vinculados con la adquisición y la utilización de la máquina, así como las pérdidas por la utilización de los medios invertidos precisamente en estos objetivos, el usuario recibe el trabajo cumplido por la máquina.

Si dividimos los gastos sumarios Y por todo el trabajo cumplido por la máquina y expresado por el tiempo t de trabajo (kilómetros de recorrido o hectáreas de labranza convencional), obtenemos el valor de los gastos y pérdidas específicos U ligados con la utilización de la máquina y referidos a la unidad de trabajo cumplido.

Si hay funciones de gastos y pérdidas indicadas en la ecuación (I), - la determinación del plazo óptimo de servicio de la máquina se reduce en fin de cuentas el cálculo del mínimo de la función $U=Y/t$, es decir del - mínimo de la función tipo

$$U = \frac{A}{t} + B + Ct^{\sigma-1}$$

que denominamos función de gastos y pérdidas específicos.

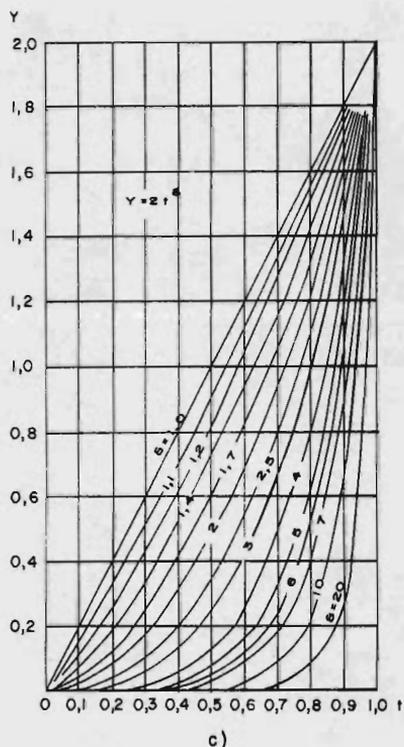
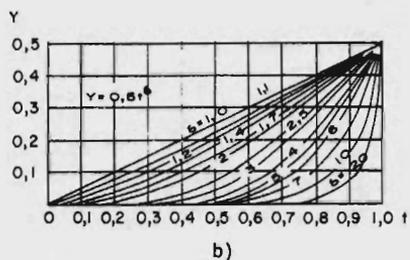
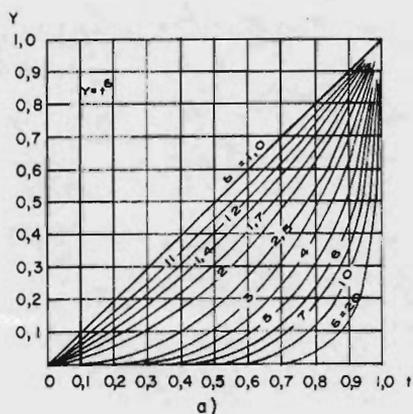
Igualando a cero la derivada de la función (II) y resolviéndola respecto a t, obtenemos la expresión.

$$U' = -\frac{A}{t^2} + (\sigma-1)C \cdot t^{\sigma-2} \text{ de donde}$$

$$t = \sqrt{\frac{A}{(\sigma-1)C}}$$

En la forma general esto es la solución analítica del problema de - determinación del plazo óptimo de servicio de la máquina o del elemento constructivo y no constructivo.

De la expresión (III) se deduce que el plazo de servicio de la máquina igual que de cualquier otro objeto, se determina de la relación en - tre los gastos iniciales para la adquisición de la máquina, coeficiente - - constante C que tiene en cuenta los gastos y pérdidas del usuario para - el mantenimiento de la capacidad de trabajo de la máquina por la unidad de volumen de trabajo cumplido, y el índice σ que determina la intensi - dad del aumento progresivo de estos gastos y pérdidas a medida que en - vejezca la máquina.



Graficos auxiliares para apreciar la potencia δ de gastos y pérdidas progresivos, al determinar los plazos óptimos de servicio de las máquinas: a — con $C=1$; b — con $C=0,5$; c — con $C=2$

Fig. 3-1

3.4. - Ejemplo de la Conveniencia Económica de la
Reconstrucción de un tractor.⁴

Noviembre 11 1977.

Presupuesto en firme por la reparación de un Tractor marca Allis--Chalmers, modelo HD-6B, serie 17700, con número económico S.A.H.O.P. N-111-101 propiedad de esa dependencia, y adscrito al Parque de Maquinaria en Culiacán, Sin., y que se encuentra en nuestros talleres en esa - - misma ciudad.

La reparación a efectuarse cubrirá los siguientes conceptos:

- 1.- Reparación general del motor incluyendo sistema de inyección
- 2.- Reparación de embrague principal y transmisión
- 3.- Reparación de embragues de dirección, frenos y mandos finales
- 4.- Reparación del sistema hidráulico
- 5.- Reparación de sistema eléctrico
- 6.- Reparación de la cuchilla
- 7.- Servicio de cambio de aceites y filtros en general
- 8.- Pintura y Rotulación
- 9.- Reparación de componentes del tránsito.

Mano de Obra:	\$ 100,000.00
Materiales necesarios:	7,000.00
Trabajos otros talleres:	25,200.00
Refacciones (De acuerdo a listas adjuntas). -	225,892.15
TOTAL DEL PRESUPUESTO. -	\$ 358,092.15

(TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL NOVENTA Y DOS PESOS - - -
15/100 M.N.)

En el concepto de refacciones se está considerando un descuento especial a S.A.H.O.P. del 5%.

El concepto de refacciones podrá tener variación en el precio en virtud de ser partes de importación y variará de acuerdo a las fluctuaciones de nuestra moneda con respecto a la moneda norteamericana.

(4) Cotización presentada por Maquinaria Intercontinental, S. A. a la - - SAHOP para la reconstrucción total de un tractor Marca Allis-Chal- - mers.

ANTIDAD	PIEZA No.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
4	4358751	Conj. camisas	1,508.30	6,033.20
4	40611542	Conj. pistones	3,500.05	14,000.20
1	43446100	Bujes arbol levas		315.90
2	4320591	Bujes arbol levas	225.10	450.20
1	4320592	Bujes arbol laveas		225.10
1	4026447	Sello cigueñal		546.05
2	4346491	Amortiguadores	171.90	343.80
1	4027280	Sello cigueñal		787.85
1	4338737	Jgo. juntas		1,341.00
1	4349937	Jgo. juntas		1,094.60
1	4029556	Camisa		336.85
6	4337712	Metal 0.020"	336.85	2,021.10
2	4348993	Metal 0.020"	285.20	570.40
2	4337683	Bridas	197.40	394.80
2	4337687	Bridas	211.45	422.90
1	4354936	Bayoneta		323.05
4	4250898	Pernos	13.80	55.20
8	4337703	Metales biela 0.020"	190.50	1,524.00
4	4339017	Bujes	183.60	734.40
1	4335654	Buje		183.40
8	4360369	Buje	144.05	1,152.40
1	4348917	Flecha		1,805.60
8	4379305	Bola	181.00	1,448.00
8	4385480	Seguro	44.40	355.20
4	4336131	Resorte	81.20	324.80
4	4336130	Resorte	60.30	241.20
4	4336129	Resorte	78.90	315.60
1	4336758	Posicionador		608.85
4	4359192	Gufa	129.90	519.60
4	4359193	Gufa	129.90	519.60
4	4339546	Asiento	292.70	1,170.80
4	4339547	Asiento	411.20	1,644.80
4	4336128	Válvula	471.70	1,886.80
4	4336127	Válvula	1,127.00	4,508.00
4	4376749	Rondana	27.85	111.40
1	4354449	Tapón		462.30
1	4354537	Termostato		720.45
1	4348142	Junta		174.20
1	4336794	Manguera		99.85
1	646916	Manguera		1,061.90
1	646917	Manguera		945.70
1	4349776	Manguera		339.15
1	4335935	Manguera		573.85
1	4335898	Manguera		552.95
1	668252	Tapón		2,003.25
1	642749	Cedazo		1,433.30
1	633519	Conexión		508.75
1	648745	Manguera		1,006.70

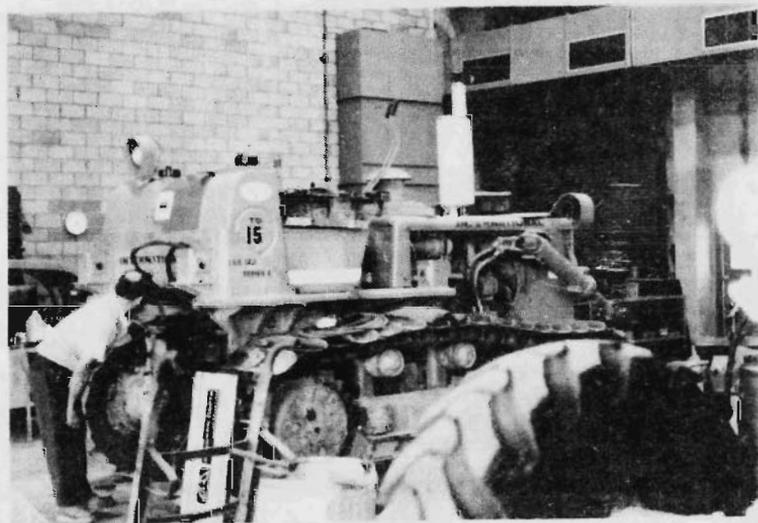
CANTIDAD	PIEZA No.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	646131	Manguera		870.45
1	4335716	Manguera		315.90
1	4335931	Manguera		594.80
1	4337799	Tubo		1,038.65
2	4336742	Abrazadera	38.90	77.80
2	4336532	Abrazadera	54.30	108.60
1	4338566	Soporte		397.40
1	4336531	Placa		55.70
8	4025385	Sellos	6.90	55.20
1	099964	Múltiple escape		6,309.65
1	631782	Bota		171.90
1	631564	Indicador		274.05
1	646843	Manguera		633.90
1	088349	Manguera		308.10
1	649353	Radiador		27,788.90
1	087528	Tapón		181.10
1	633001	Balatas		826.06
1	096761	Sello		155.80
1	050293	Candado		43.50
1	042847	Balero		357.80
2	0620275	Sello	3,574.50	7,149.00
1	926059	Anillo		392.80
1	097088	Balero piloto		357.80
2	682636	Crucetas	1,357.60	2,715.20
1	082876	Jgo. sellos		1,848.85
1	069628	Jgo. sellos		742.05
1	081670	Balero		4,025.15
3	052281	Seguro	33.90	101.70
1	052231	Rondana		61.65
1	049944	Engrane		5,262.40
1	624070	Flecha		5,836.50
1	050271	Rodillo		174.20
1	049933	Engrane		4,059.00
1	624072	Rondana		799.35
1	624074	Rondana		1,663.90
1	051300	Rondana		192.35
1	624118	Balero		948.95
1	050291	Seguro		79.40
1	097742	Horquilla		2,324.00
1	622080	Pivote		251.25
1	915500	Perno		20.25
1	621663	Tornillo		707.30
1	621329	Tornillo		138.30
1	080166	Bota		196.50
1	4349103	Propela		1,264.20
1	4507091	Sello		190.50
1	4507084	Deflector		10.10
1	4044212	Balero		197.45

CANTIDAD	PIEZA No.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	4044210	Balero		299.80
1	4348825	Rondana		24.15
1	4336527	Manguera		165.00
1	4336526	Manguera		150.95
1	4254670	Sello		118.50
1	4255031	Balero		559.60
1	4349662	Polea		1,588.15
1	4336258	Polea		1,970.60
2	4349777	Bandas		766.90
1	4349736	Sello		169.60
1	4253825	Balero		966.65
1	923589	Anillo		58.00
1	4349676	Polea		534.50
1	4349728	Banda		302.10
2	628941	Sello	234.50	469.00
6	057375	Disco	870.95	5,225.70
8	624562	Disco	353.20	2,825.60
2	628320	Sello	267.15	534.30
2	056513	Rondana	43.50	87.00
1	630045	Tornillo	431.65	431.65
1	621238	Flecha		18,138.30
1	054246	Balero		1,022.55
1	050276	Taza		548.30
2	096278	Jgo. sellos	3,794.60	7,589.20
2	660382	Jgo. sellos	1,337.80	2,675.60
2	629354	Balero	2,126.80	4,253.60
2	33288	Cemento	107.25	214.50
4	628274	Sellos	202.25	809.00
1	658348	Amperímetro		355.50
1	648423	Indicador temp.		604.70
1	658293	Indicador de presión		302.60
1	088534	Restrictor		63.05
1	096908	Switch		1,450.10
1	240962	Switch		277.75
1	090048	Regulador		1,919.70
1	050288	Switch		378.75
1	650299	Horometro		1,536.60
1	661345	Switch		1,084.45
2	078941	Jgo. sellos	1,937.35	3,874.70
10	049861	Laina	56.55	565.50
2	629615	Placa	665.35	1,330.70
1	4349986	Elemento		66.30
2	647513	Elemento	73.65	147.30
1	4056633	Elemento		74.90
1	235449	Elemento		543.60
2	70054890	Solvente	148.20	296.40
1	647255	Elemento		497.25
1	631827	Elemento		58.45
1	0613382	Bomba		19,718.65

CANTIDAD	PIEZA No.	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
4	924192	Anillo	27.40	109.60
2	924193	Anillos	30.60	61.20
2	619339	Balero	564.65	1,129.30
2	923379	Anillo	12.20	24.40
2	924110	Anillo	16.35	32.70
1	618834	Jgo. sellos		818.00
1	618841	Sello		67.40
2	923832	Anillo	37.05	74.10
2	607268	Empaque	761.15	1,522.30
2	606916	Sello	113.65	227.30
4	607611	Anillo	230.35	921.40
2	607610	Empaque	934.20	1,868.40
2	s/n	Baterías	1,200.00	<u>2,400.00</u>
		SUMA. -		\$ 237,781.20
		Menos 5% descuento especial. -		11,889.05
				<u>\$ 225,892.15</u>
		Precio de un tractor nuevo		\$1,200,000.00
		Precio de un tractor reconstruido		<u>\$ 358,092.00</u>

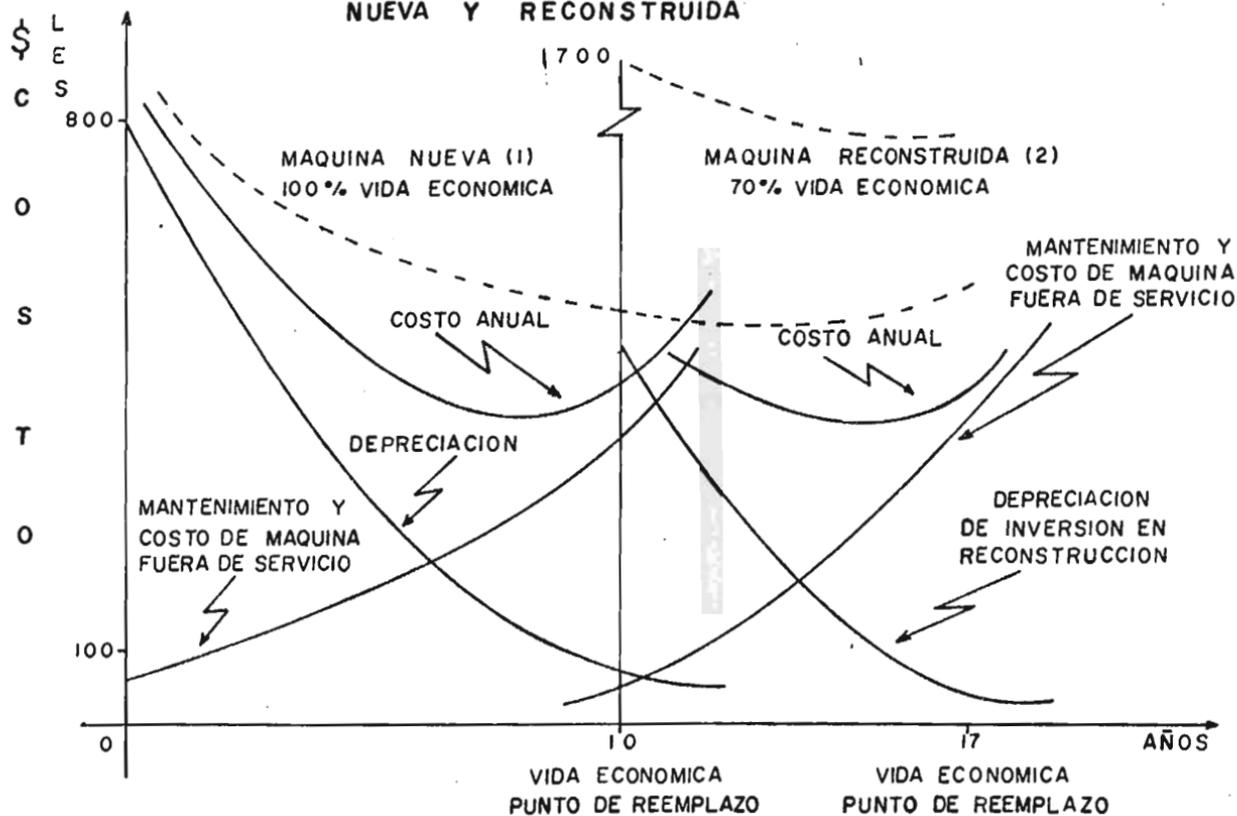


Tractor antes de ser reconstruido



Tractor Reconstruido

COSTOS COMPARATIVO DE MAQUINA NUEVA Y RECONSTRUIDA



3.5. - RECONSTRUCCION E INSTALACION DE DOS MOTOCOMPRESORAS -
PARA GAS NATURAL EN EL DISTRITO FRONTERA NOROESTE DE -
PETROLEOS MEXICANOS.⁵

3.5.1 ANTECEDENTES.

3.5.2 CORRIENTE DE COSTOS ALTERNATIVOS.

3.5.3 CALCULO DE COSTOS TOTALES.

3.5.4 CONCLUSIONES.

(5) Proyecto Real Cortesía de Petróleos Mexicanos.

3.5.1. - ANTECEDENTES.

La explotación de gas natural en el Distrito Frontera Noroeste de Petróleos Mexicanos se hace normalmente de los pozos productores a estaciones o baterías de recolección, en donde se separan las corrientes combinadas de gas-líquidos para eliminar el agua salada y separadamente conducir los crudos y el gas hasta la Refinería Reynosa, la cual para su proceso requiere de una presión de entrada del gas de 1050 Lb/pulg².

La Batería Treviño No. 1 del mismo distrito ubicada a 60 Km. de la Refinería, tiene instalado un sistema de compresión para poder transportar el gas de baja presión (50 Lb/pulg².) que se recolecta y cumplir con las especificaciones de presión de entrada a la Refinería. El sistema consta de cuatro motocompresoras de tres pasos cada una, siendo dos de 500 B.H.P. y las otras de 550 B.H.P.

Debido al abatimiento natural de presión de hidrocarburos de los pozos que se recolectan en la Batería, es posible recuperar dos motocompresoras de 550 B.H.P. con 11 años de trabajo o bien las dos de 500 B.H.P. con 16 años de trabajo teniendo ambas una vida útil de 20 años.

Por otro lado en la Batería Monterrey también del mismo Distrito, la cual se encuentra a 30 Km. de la Refinería, tiene una producción diaria de hidrocarburos de 5000 Barriles de crudo y 10 MMPCD (Miles de miles de pies cúbicos diarios) de gas natural, el cual se quema por no disponer de equipo necesario para comprimirlo y así transportarlo a la Refinería Reynosa, esta batería cuenta con una línea de conducción para poder transportar el gas.

Con objeto de aprovechar lo antes posible el volumen de gas que se quemara y como el equipo instalado en la Bateria Treviño cumple con las características para manejar el gas de la Bateria Monterrey, se propone las alternativas que a continuación se enumeran:

Descripción e identificación de Alternativas.

Alternativa -A- Recuperar e instalar dos unidades motocompresoras de 500 B. H. P.

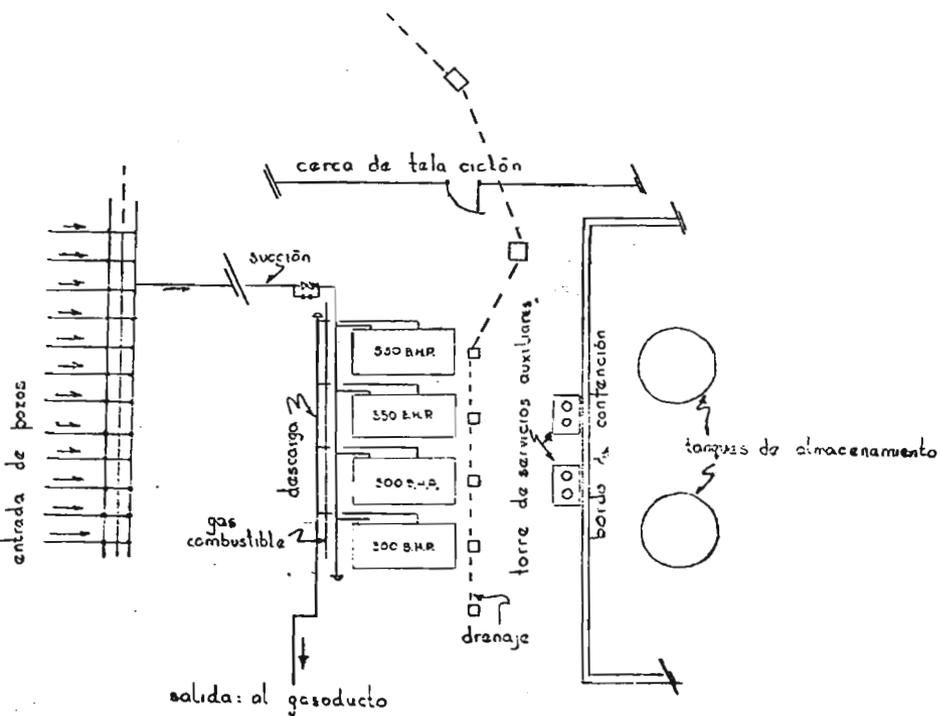
Alternativa -B- Recuperar e instalar dos unidades motocompresoras de 550 B. H. P.

Consideraciones sobre los costos de los factores de producción por emplear.

Para el análisis intervienen los costos de los siguientes factores:

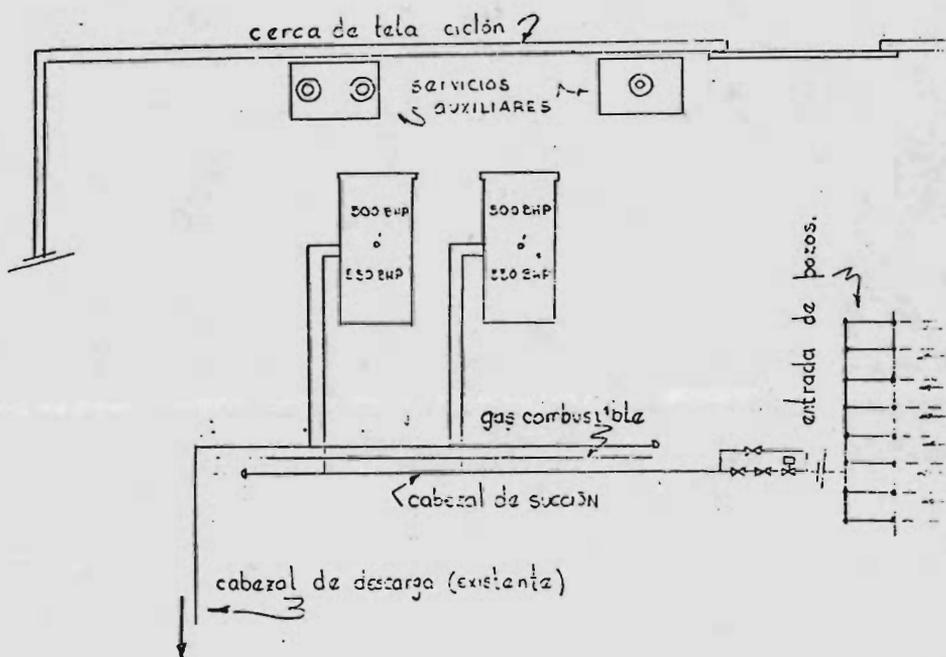
- a) Mano de obra
- b) Capital
- c) Recurso natural no renovable (gas natural).

En los costos de mano de obra se considera un incremento de un 10% por revisión de contrato y de 6% en los costos de materiales utilizados, cada dos años.



CROQUIS

INSTALACIONES BATERIA TREVIÑO



CROQUIS
 INSTALACIONES BATERIA MONTERREY

3.5.2. - CORRIENTES DE COSTOS ALTERNATIVAS

2.1. - PRESUPUESTO DE INVERSION FISCAL

2.1.1. - Considerando que el equipo puede ser utilizado en otro campo.

Alternativa -A- Motocompresoras de 500 BHP.

	<u>COSTOS</u>
1. Recuperación de equipo -----	46,000.00
2. Transporte -----	12,500.00
3. Materiales -----	209,000.00
4. Instalación -----	332,500.00
5. Equipo recuperado -----	1'012,198.00
6. Administración -----	78,000.00
7. Imprevistos -----	75,125.00
8. Ingeniería -----	42,050.00
	<u>1'807,373.00</u>

Alternativa -B- Motocompresoras de 550 BHP.

	<u>COSTOS</u>
1. Recuperación de equipo -----	46,000.00
2. Transporte -----	12,500.00
3. Materiales -----	209,000.00
4. Instalación -----	332,500.00
5. Equipo recuperado -----	2'449,674.00
6. Administración -----	78,000.00
7. Imprevistos -----	75,125.00
8. Ingeniería -----	42,050.00
	<u>3'244,799.00</u>

En los cálculos anteriores estamos considerando el costo del equipo recuperado, debido a que este equipo al poder ser utilizado en otros campos, tiene un costo de oportunidad el cual consideramos es igual al valor actualizado del equipo.

Para el cálculo del valor del equipo recuperado, se considera una depreciación lineal con cuotas "R" iguales al final de cada año.

$$R = P F_{PR, i, n}$$

Donde: $P =$ Inversión inicial

$F_{PR, i, n} =$ Factor de recuperación de capital.

$i =$ la tasa de interés considerad.

$n =$ número de años de vida útil.

Una vez obtenidas las cuotas anuales "R", se calcula la depreciación "S" al momento actual.

$$S = R F_{RS, i, n'}$$

Donde: $R =$ Cuota anual al final de cada año.

$F_{RS, i, n'} =$ Factor de valor futuro de n' cuotas colocadas al final de cada año.

$n' =$ Años de vida de trabajo del equipo.

Dado que el factor $F_{RS, i, n'}$ no se encuentra en las tablas comunes, se puede calcular aplicando la siguiente relación:

$$F_{RS, i, n'} = F_{RP, i, n'} \times F_{PS, i, n'}$$

Donde: $F_{RP, i, n'} =$ Factor múltiple del valor presente para cuotas iguales al final de cada año.

$F_{PS, i, n'}$ = Factor de interés compuesto.

El valor actual "C" del equipo recuperado será:

$$C = PF_{PS, i, n'} - S$$

Donde: P = Inversión inicial.

$F_{PS, i, n'}$ = Factor de interés compuesto.

S = Depreciación al momento actual.

Aplicando los conceptos anteriores se tiene:

Alternativa -A- Batería de 500 B.H.P.

Para un sólo compresor.

$$R = P F_{PR8\%, 20}$$

$$R = 1,500,000 \times (.10185) = 152,775.00$$

$$S = R F_{RS8\%, 16} = R F_{RP8\%, 16} \times F_{PS8\%, 16}$$

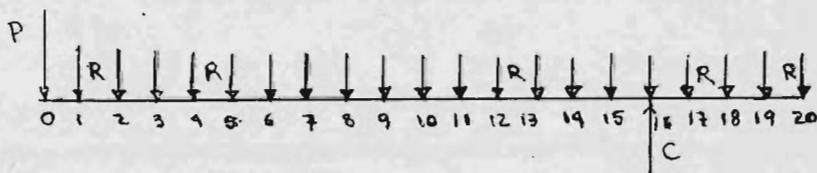
$$S = 152,775 \times (8.8314) (3.1259)$$

$$S = 4,632,750.00$$

$$C = PF_{PS8\%, 16} - S$$

$$C = 1,500,00 (3.4259) - 4,632,751$$

$$C = 5,138,850 - 4,632,751 = 506,099.00$$



El valor actualizado de los compresores recuperados, es:

$$2 \times 506,099 = \$1'012,198.00 \text{ M.N.}$$

Alternativa -B- Bateria de 550 BHP.

Para un sólo compresor.

$$R = P F_{PR} 8\%, 20$$

$$R = 1'925,000 (.10185) = 196,061$$

$$S = R F_{RS} 8\%, 11 = R F_{RP} 8\%, 11 \times F_{PS} 8\%, 11$$

$$S = 196,061 \times (7.1390) \times (2.3316)$$

$$S = 3'263,493.00$$

$$C = P F_{PS} 8\%, 11 - S$$

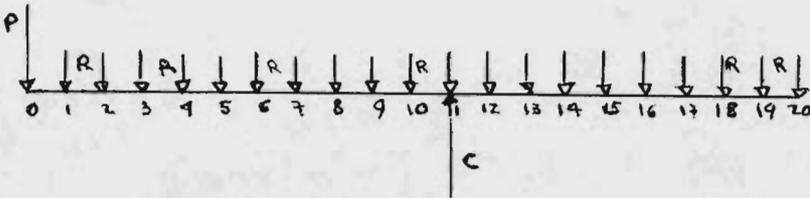
$$C = 1'925,000 \times (2.3316) - 3'263,493.00$$

$$C = 4'488,330.00 - 3'263,493.00$$

$$C = 1'224,836.00$$

El valor actualizado de los dos compresores recuperados es

$$2 \times 1'224,837.00 = 2'449,674.00$$



2.1.2. - Considerando que el equipo exclusivamente puede ser utilizado en -
la Bateria Monterrey.

Para este cálculo consideramos únicamente la erogación real que es ne
cesaria, ya que de no utilizarse dicho equipo en la Bateria Monterrey tendría
que paralizarse y con el tiempo se echaría a perder.

	<u>COSTOS</u>
1. Recuperación de equipo -----	46,000.00
2. Transporte -----	12,500.00
3. Materiales -----	209,000.00
4. Instalación -----	332,500.00
5. Administración -----	78,000.00
6. Imprevistos -----	75,125.00
7. Ingeniería -----	42,050.00
	<u>795,175.00</u>

En este caso tenemos los mismos costos para ambas alternativas.

Los costos antes mencionados incluyen las siguientes partidas:

PARTIDA 1). - Recuperación del equipo de compresión en batería Treviño --

No. 1. En la recuperación se tendrán que hacer los siguientes trabajos:

- a) Desmantelar: dos entre-ejes, largueros, lámina acanalada, instalación eléctrica, piso antiderrapante de la casa de máquinas y acondicionarla para las dos motocompresoras restantes.
- b) Acortar y acondicionar cabezales: succión, descarga, gas, combustible y aire de arranque.
- c) Demoler y reponer bordo de contención de tanques de almacenamiento de crudo, adjunto a las máquinas.
- d) Proteger registros de drenaje y repararlos después de la maniobra de carga.
- e) Recuperar torre de servicios auxiliares agua-aceite.

- f) Continuar líneas de descarga de gas al quemador (válvular de alivio y relevo).
- g) Cortar anclas de cimentación y desprender motocompresoras de su base.
- h) Demoler y reponer cerca de la batería.
- i) Desmantelar equipos auxiliares de motocompresoras (mofles, filtros de aire y consolas de control).

PARTIDA 2). - Transporte de equipo y edificio.

- a) Maniobra de carga de motocompresores a camiones de transporte.
- b) Transporte por carretera hasta la batería Monterrey No. 1.
- c) Maniobra de descarga en bases de cimentación.
- d) Transporte de edificio, torre de servicios auxiliares y equipo complementario de los motocompresores.

PARTIDA 3). - Materiales para emplearse en la recuperación e instalación -- del equipo de compresión.

- a) Conexiones para tuberías (codos, tees, reducciones, tapones, etc.).
- b) Tuberías de acero.
- c) Válvulas diferentes tipos (macho, retención, control de presión, globo, seguridad, relevo, etc.)
- d) Tanque de almacenamiento para agua.
- e) Material eléctrico (lámparas, tubo conduit, cable, etc.)
- f) Compresor de aire.
- g) Marco para el edificio así como largueros y láminas.

PARTIDA 4). - Instalación del equipo de compresión y edificio.

- a) Construcción de línea de succión, del sistema de separación hasta el cabezal de succión.
- b) Construcción de sistema de control de presión.
- c) Construcción de cabezal de succión.
- d) Construcción de líneas de succión; descarga de los motocompresores, así como línea de gas combustible.
- e) Construcción de las líneas de alivio al quemador.
- f) Drenajes, incluye registros y líneas de conducción.
- g) Cimentación de los motocompresores.
- h) Instalación de líneas auxiliares (mofles, filtros de aire y consolas de control).
- i) Instalación de torre de servicios auxiliares agua-aceite, incluye la construcción de líneas a los motocompresores.
- j) Instalación de la casa de máquinas, incluye edificio, instalación eléctrica y piso antiderrapante.
- k) Instalación de compresor de aire, para aire de arranque de motocompresoras y construcción de líneas de conducción hasta las máquinas.
- l) Instalación de red de tierras.
- m) Prueba hidrostática de las instalaciones.

- n) Pintura en general de las instalaciones, equipo y edificio.
- o) Limpieza en el área de la batería.

PARTIDA 5). - Equipo y materiales recuperados:

- a) Motocompresor para procesar gas natural y equipo auxiliar.
- b) Edificio de casa de máquinas.
- c) Torre de servicios auxiliares agua-aceite.

2.2. - Presupuesto de Operación y Mantenimiento.

2.2.1. - Costos de Mantenimiento.

El mantenimiento preventivo se programa según las especificaciones del fabricante como se indica en el siguiente ciclo para ambos equipos:

	Consiste en:	Costo de equipo y Refacciones	Costo del Personal	Duración de la reparación.
A las 800 hrs. un mes aprox.	Engrase de vástagos de válvulas de inyección, engrase general del mecanismo gobernador y distribuidor de aire de arranque, cambio de bujías, revisar y probar conexiones, cables, resistores y aisladores. Limpieza completa, se asentará plato y rotor del distribuidor de arranque.	3,000.00	2,000.00	1
A las 1600 hrs. dos meses aproximadamente.	Calibración de válvulas de escape e inyección de combustible. Revisar desgaste a barras de empuje y bujes de balancines. Limpieza de filtros metálicos y caja de los mismos, reponiendo tornillos y empaques.	15,000.00	4,000.00	2
A las 3000 hrs. cuatro meses - aproximadamente.	Limpieza a las charolas y cambio de aceite al filtro. Balanceo de cargas a los cilindros de fuerza. Revisión, limpieza, cambio de aceite y ajuste al gobernador del motor.	30,000.00	6,000.00	3
A las 6000 hrs. ocho meses aproximadamente.	Revisar y probar levanta válvulas hidráulicas. Cambio total de válvulas. Apriete general de tuercas, tornillos y anclajes de la unidad. Comprobar deflexión del cigüeñal y poner a tiempo el motor. Limpieza de chaquetas -	60,000.00	12,000.00	6

Consiste en:	Costo de equipo y Refacciones	Costo del Personal	Duración de la reparación
de enfriamiento de cilindros compresores. Comprobar - alineamiento de vástagos - émbolos. Comprobar claros de curcetas. Cambiar retenes de bujes de biela. Revisar y reparar fugas de aceite.			
A las 9600 hrs. 12 meses aproximadamente.	150,000.00	24,000.00	12 días
Revisar y reparar émbolo de potencia a través de lumbresas. Revisión general de cilindros compresores. Limpieza del enfriador de aceite de motor, comprobar operación de válvulas automáticas. Reparar y revisar switch de cápsulas de mercurio y equipo auxiliar del motor.			
A las 19200 hrs. 24 meses aprox.	150,000.00	24,000.00	12 días
Revisión y reparación general del motor según programa especial. Reparación general de la cimentación y anclajes. Reparar cabezotes, válvulas de inyección y checks de aire de arranque.			

Corriente de costos de mantenimiento.

Año

1) \$5,000.00 + 19,000.00 + 36,000.00 + 72,000.00 + 174,000.00 = \$306,000.00

2) \$306,000.00

3) 3,180 + 2,200 + 15,900 + 31,800 + 63,600 + 159,000 + 4,400 + 6,600 + 12,120 + 24,240 = 323,040

- 4) 323,040.00
- 5) $3,371 + 16,854 + 33,708 + 67,416 + 168,540 + 2,420 + 4,840 + 13,332 + 26,664 = 337,145.00$
- 6) 337,145.00
- 7) $3,573 + 17,865 + 35,730 + 71,461 + 178,652 + 2,662 + 5,324 + 14,665 + 29,330 = 359,262.00$
- 8) 359,262.00
- 9) $3,787 + 18,937 + 37,874 + 75,749 + 189,371 + 2,928 + 5,856 + 16,132 + 32,263 = 382,897.00$

2.2.2. - Costos de Operación.

a) Consumo de Gas.

Consumo de gas 10ft³/hora por cada H.P. de los compresores.

Lo anterior equivale a \$ 168.00 por día para la batería de 500 H.P. y \$185.00 por día para la batería de 550 H.P.

<u>Año</u>	<u>500 H.P.</u>	<u>550 H.P.</u>
1º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
2º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
3º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
4º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
5º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
6º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
7º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
8º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600
9º	168 X 360 = 60,480	185 X 360 = 66,600

En el consumo de gas no se considera ningún incremento en los precios durante el horizonte económico considerado.

b) Consumo de Aceite.

800 litros para las motocompresoras de 500 a 820 lts. para las de 550, más juego de filtros con valor de \$1,000.00 cada cuatro meses.

Para las motocompresoras de 550 B. H. P.

820 Lts. a \$10.00 el litro = \$8,200.00 más

\$1,000.00 del juego de filtros = \$9,200.00

<u>Año</u>	<u>Batería de 500 B. H. P.</u>	<u>Batería de 550 B. H. P.</u>
1º	9,000 X 3 = \$27,000.00	9,200 X 3 = \$27,600.00
2º	9,000 X 3 = \$27,000.00	9,200 X 3 = \$27,600.00
3º	27,000 X 1.06 = \$28,620.00	27,600 X 1.06 = \$28,656.00
4º	27,000 X 1.06 = \$28,620.00	27,600 X 1.06 = \$28,656.00
5º	28,620 X 1.06 = \$30,337.00	28,656 X 1.06 = \$30,375.00
6º	28,620 X 1.06 = \$30,337.00	28,656 X 1.06 = \$30,375.00
7º	30,337 X 1.06 = \$32,157.00	30,375 X 1.06 = \$32,198.00
8º	30,337 X 1.06 = \$32,157.00	30,375 X 1.06 = \$32,198.00
9º	32,157 X 1.06 = \$34,086.00	32,157 X 1.06 = \$34,130.00

c) Consumo de Agua.

Cada par de motocompresoras tiene un consumo aproximado de 1200 --
Lts. de agua mensuales, que cuestan proporcionarlos aproximadamente --
\$400.00 mensuales, o sea \$4,800.00 anuales.

Año

1º	4,800.00
2º	4,800.00
3º	$4,800 \times 1.06 = 5,088.00$
4º	" "
5º	$5,088 \times 1.06 = 5,393.00$
6º	" "
7º	$5,393 \times 1.06 = 5,717.00$
8º	" "
9º	$5,717 \times 1.06 = 6,060.00$

d) Personal encargado.

El equipo funciona automáticamente y no tiene personal de planta. El encargado de vigilar la operación es un técnico que diariamente revisa cinco estaciones del Distrito a su cargo y se transporta en una camioneta.

Sueldo del Operador:	\$ 200.00 - diarios
Costo del vehículo:	\$ 200.00 - diarios
TOTAL:	\$ 400.00 - diarios

ó sea \$ 80.00 diarios por cada estación.

Año

1º	$80 \times 360 = \$28,800.00$
2º	" "
3º	$(40 \times 1.10 + 40 \times 1.06) \times 360 = \$31,104.00$
4º	" " "

<u>Año</u>	
5º	$(44 \times 1.10 + 42.4 \times 1.06) \times 360 = \$33,602.00$
6º	" " "
7º	$(48.40 \times 1.10 + 44.94 \times 1.06) \times 360 = \$36,167.00$
8º	" " "
9º	$(53.24 \times 1.10 + 47.64 \times 1.06) \times 360 = \$39,262.00$

2.3. - Presupuesto de Reparaciones Mayores.

La reparación mayor consistente en:

Revisión y reparación general del motor, alineación del cigueñal (es necesario efectuar esta reparación en E.U.). Revisión general de sistema automático, reposición de embolos de compresión, válvular, balancines, -- etc.

Tiene un costo aproximado de \$400,000.00 por materiales y equipo, y \$136,000.00 de salarios correspondientes a los 18 días que dura dicha reparación.

Esta reparación deberá efectuarse al final de la vida útil de los compresores para poder operarlos por un período de 5 años.

Moto-compresoras de 500 B.H.P.

Se deberá efectuar al finalizar el cuarto año de trabajo que es cuando alcanzan los 20 años de su vida útil.

C O S T O S

<u>Año</u>	<u>Equipo y materiales</u>	<u>Mano de Obra</u>
1º	\$ 400,000.00	\$ 36,000.00
2º	400,000.00	36,000.00
3º	424,000.00	39,600.00
4º	424,000.00	39,600.00

El costo total de la reparación al finalizar el cuarto año sería de - -
\$ 463,600.00.

Moto-compresoras de 550 B. H. P.

No se efectúan reparaciones mayores durante el período de explota- -
ción considerado.

2.4. - Periodicidades.

El período para los gastos de mantenimiento depende de las horas tra-
bajadas y el ciclo completo es de 2 años aproximadamente de acuerdo a las -
especificaciones del fabricante.

El período para los gastos de operación depende de las horas trabaja- -
das y de la potencia de los compresores. Los costos se consideran por día -
trabajado.

Para las reparaciones mayores se considera que son necesarias al ter-
minar la vida útil del equipo (20 años) y en caso de seguirlo trabajando, ten-
drían que efectuarse cada 5 años.

2.5. - Horizontes Económicos para la Comparación.

Para la comparación se ha considerado un horizonte económico de 9 años, correspondiente al período de vida útil para la batería de 550 H.P. y al período que le queda de vida útil a la batería de 500 H.P. de 4 años, más una reparación mayor que nos permitirá por un período de 5 años más.

Dicho horizonte económico se eligió tomando como base el período de explotación, que se considera podría ser de 7 a 9 años aproximadamente.

2.6. - La elección del año, para la determinación del costo de equilibrio.

El costo de equilibrio se escogió al año 4, puesto que en ese año es -- cuando se presenta un cambio considerablemente mayor en la alternativa A. Por lo tanto, es importante saber para ese año en cuanto debe incrementarse el costo para que sea indiferente escoger cualquier alternativa.

3.5.3. - CALCULO DE COSTOS TOTALES

CONSIDERANDO QUE EL EQUIPO EXCLUSIVAMENTE
PUEDE SER UTILIZADO EN EL CAMPO MONTERREY.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

EVALUACION DE PROYECTOS

ALTERNATIVA A DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORES DE 500 B. H. P.

ALTERNATIVA B DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORES DE 550 B. H. P.

COSTOS ANUALES

AÑO	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B
0	795175	795175
1	427080	433600
2	427080	433800
3	444120	454488
4	911892	454488
5	466957	473115
6	466957	473115
7	493783	499944
8	493783	499944
9	522785	528949

CONSIDERANDO QUE EL EQUIPO PUEDE
SER UTILIZADO EN OTRO CAMPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

EVALUACION DE PROYECTOS

ALTERNATIVA A DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORAS DE 500 B. H. P.

ALTERNATIVA B DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORAS DE 550 B. H. P.

COSTOS ANUALES

ANO	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B
0	1807373	3244799
1	427080	433800
2	427080	433800
3	444120	454488
4	911892	454488
5	466957	473115
6	466957	473115
7	493783	499944
8	493783	499944
9	522785	528949

CONSIDERANDO QUE EL EQUIPO EXCLUSIVAMENTE
PUEDE SER UTILIZADO EN EL CAMPO MONTERREY

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

EVALUACION DE PROYECTOS

ALTERNATIVA A DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORES DE 500 B. H. P.

ALTERNATIVA B DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORES DE 550 B. H. P.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD. VALOR PRESENTE Y COSTOS DE EQUILIBRIO

CASA	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	RELACION	C. EQUILIBRIO
06	4299135	3978408	1.0805	404911
07	4148893	3839824	1.0805	405126
08	4008077	3710164	1.0803	405307
09	3875961	3588726	1.0800	405455
10	3751879	3474868	1.0797	405572
11	3635228	3368008	1.0798	405658
12	3525455	3267616	1.0789	405715
13	3422056	3173205	1.0784	405745
14	3324569	3084334	1.0779	405747
15	3232573	3000599	1.0773	405724
16	3145679	2921627	1.0767	405676
17	3063532	2847081	1.0760	405604
18	2985806	2776849	1.0753	405509

EL COSTO DE EQUILIBRIO CORRESPONDE AL AÑO 4

CONSIDERANDO QUE EL EQUIPO PUEDE
SER UTILIZADO EN OTRO CAMPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

EVALUACION DE PROYECTOS

ALTERNATIVA A DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORAS DE 500 B. H. P.

ALTERNATIVA B DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORAS DE 550 B. H. P.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD. VALOR PRESENTE Y COSTOS DE EQUILIBRIO

TASA	ALTERNATIVA A	ALTERNATIVA B	RELACION	C. EQUILIBRIO
.06	5311333	6428032	.8263	1409807
.07	5161091	6289448	.8206	1479046
.08	5020275	6159788	.8150	1550295
.09	4888159	6038350	.8095	1623589
.10	4764077	5924492	.8041	1698963
.11	4647426	5817632	.7989	1776456
.12	4537653	5717240	.7887	1856102
.13	4434254	5622829	.7886	1937940
.14	4336767	5533958	.7837	2022008
.15	4244771	5450223	.7788	2108343
.16	4157877	5371251	.7741	2196984
.17	4075730	5296705	.7695	2287970
.18	3998004	5226273	.7650	2381341

EL COSTO DE EQUILIBRIO CORRESPONDE AL AÑO 4

CONSIDERANDO QUE EL EQUIPO EXCLUSIVAMENTE
 PUEDE SER UTILIZADO EN EL CAMPO MONTERREY

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

EVALUACION DE PROYECTOS

COMPARACION GRAFICA DE LOS COSTOS TOTALES ACTUALIZADOS

ALTERNATIVA A DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORES DE 500 H.H.P.

ALTERNATIVA B DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORES DE 550 H.H.P.

	278	289	301	313	325	336	348	360	371	383	395	406	418
1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
3	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
5	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
6	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	B	•	•
7	•	•	•	•	•	•	•	•	•	B	•	•	A
8	•	•	•	•	•	•	•	•	B	•	•	A	•
9	•	•	•	•	•	•	•	B	•	A	•	•	•
10	•	•	•	•	•	•	B	•	A	•	•	•	•
11	•	•	•	•	•	B	•	A	•	•	•	•	•
12	•	•	•	•	B	•	A	•	•	•	•	•	•
13	•	•	•	B	•	A	•	•	•	•	•	•	•
14	•	•	B	•	•	A	•	•	•	•	•	•	•

CONSIDERANDO QUE EL EQUIPO PUEDE
SER UTILIZADO EN OTRO CAMPO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

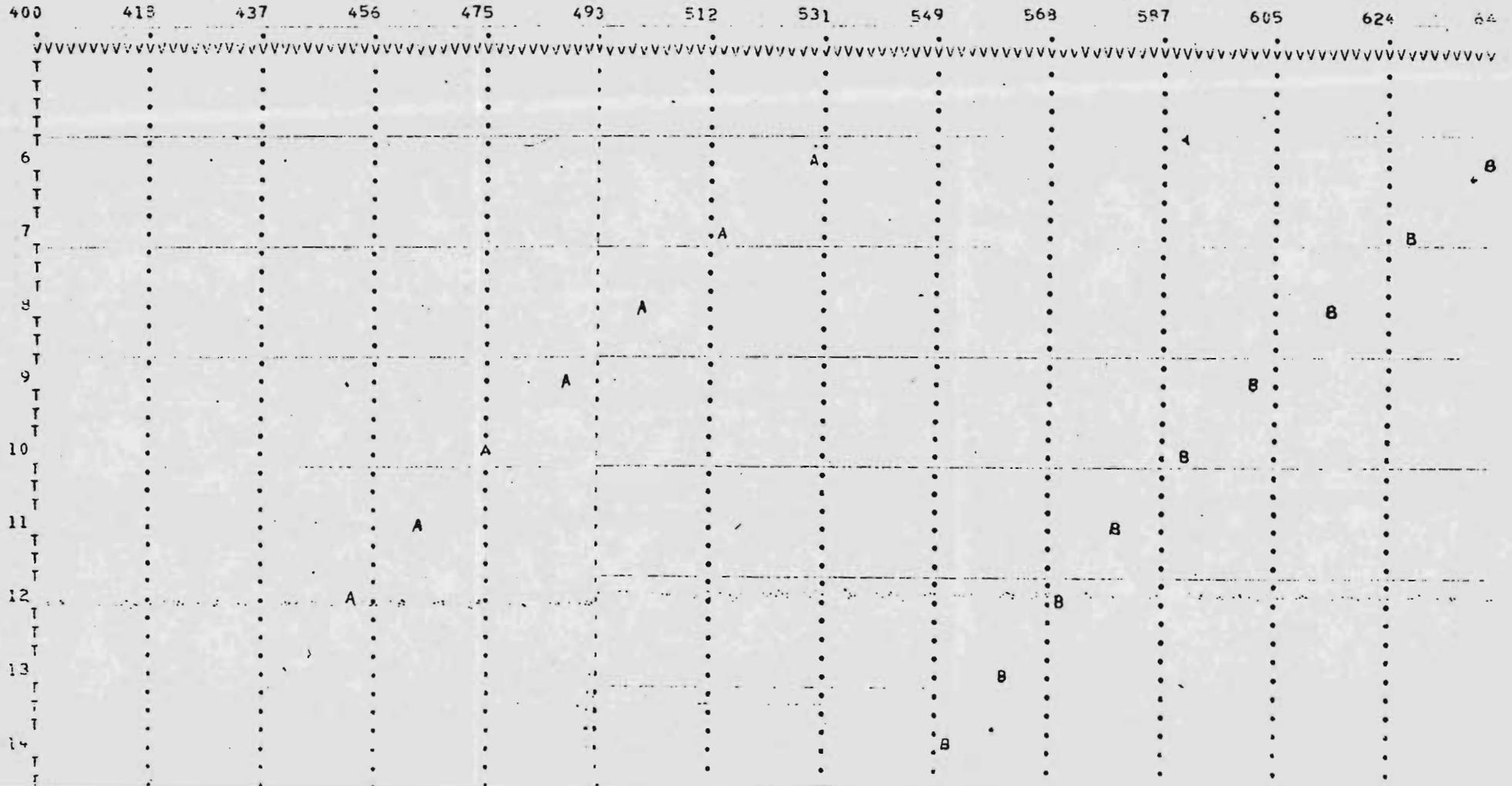
DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES

EVALUACION DE PROYECTOS

COMPARACION GRAFICA DE LOS COSTOS TOTALES ACTUALIZADOS

ALTERNATIVA A DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORAS DE 500 H.H.P.

ALTERNATIVA B DOS UNIDADES MOTOCOMPRESORAS DE 550 H.H.P.



3.5.4. - CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

La primera consideración consiste en asignarle un costo de oportunidad de \$1'012,198.00 para la motocompresora de 500 B.H.P. y de - - - - \$2'449,674.00 para las de 550 B.H.P.; puesto que cualquier grupo de ellas puede utilizarse en otro campo.

En esta consideración de acuerdo al análisis de sensibilidad, la alternativa "A" que se refiere a la recuperación e instalación de las motocompresoras de 500 B.H.P. es preferible a la alternativa "B". Por otro lado puede observarse que el costo de equilibrio es bastante elevado, pudiendo pensarse en la posibilidad de emplear otro equipo usado que existiera en otro campo con un costo menor al costo de equilibrio.

La segunda consideración consiste en suponer un costo de oportunidad nulo para ambos grupos de compresoras, puesto que ninguno de ellos podría utilizarse en otro campo.

En este caso la alternativa "B" que se refiere a la recuperación e instalación de las motocompresoras de 550 B.H.P., es preferible a la alternativa "B", ésta podría absorberse sin menoscavo en nuestra decisión de optar por esta alternativa.

IV. CONTROL DE CALIDAD EN LA RECONSTRUCCION

Introducción

Algunos autores definen la calidad como el grado de excelencia, una medida de bondad, por medio de la cual juzgamos la capacidad de las cosas para satisfacer una necesidad.

La palabra control, envuelve las funciones que las normas y planes se lleven a cabo. Incluye la vigilancia, evaluación de los resultados y las actividades reguladoras, también puede ser una actividad especializada que se aplica a cualquier otra área de interés, la calidad por ejemplo.

Consideración en el Control de Calidad

Para efectuar el control de calidad en la reconstrucción de maquinaria se deberá investigar el nivel de calidad deseable en el mercado y con esto se especificarán los niveles de calidad óptimos para la creación del mercado. Se empezará el control de calidad sobre las materias primas y se seguirá un control estricto sobre las diversas operaciones del proceso, a fin de hacer efectivas las políticas acordadas y lograr la reconstrucción con los requisitos de calidad que se han determinado. Se incluirán las etapas de colocación, distribución y uso del producto puesto que la calidad del producto puede sufrir menoscabo al ser mal colocado o distribuido. Con respecto al uso es necesario el control de calidad, ya que los productos deberán ser garantizados en un transcurso de tiempo, vigilándose que el funcionamiento de los productos sea tal que no defraude -

la garantía que se otorga.

4.1.- Costos en el Control de Calidad

Se consideran tres tipos de costos que se interaccionan en el sistema de control de calidad, mismos que a continuación se mencionan.

Costos de prevención. - Se incurrirán en estos costos para prevenir las posibles fallas en áreas, tales como la planeación de la reconstrucción, entrenamiento del personal, inspección de la mercancía al llegar y proyectos de sistemas de reconstrucción.

Costos de inspección. - Se incurrirán estos costos para comparar los productos con los patrones de calidad. Los costos de este tipo derivan del trabajo de inspección y verificación.

Costos derivados de fallas en el proceso de producción. - Proviene directamente de las reconstrucciones defectuosas. Comprende no solo aquellos que originan el trabajo de corrección y los productos desechados, sino incluyen también un costo muy valioso que proviene de la deterioración tanto de imagen como de reputación en la mente del cliente.

Para reducir el costo del sistema de control de calidad consistirá en aumentar los fondos destinados a la prevención. Se deberán emplear fondos adicionales para financiar el control del proceso de producción, la ingeniería de calidad y todo aquello que esté dirigido a la obtención de productos confiables a fin de reducir el número de defectos producidos, lo cual a su vez reducirá los costos de inspección y de fallas en el proceso de producción.

El objetivo de control de calidad en el proceso es el de implantar-

los patrones, midiendo para ellos las características de las materias primas, piezas y productos, a fin de comparar estas medidas con las de los patrones establecidos, de tal manera que:

a) se acepten o se desechen los productos

b) se corrija su funcionamiento mediante una realimentación de datos.

4.2. - Organización de la Inspección

Se requiere establecer los métodos y rutinas de la inspección adecuadas a cada caso, confeccionando pautas de inspección, determinar y aplicar los métodos de control de calidad, decidir las gráficas de control que han de aplicarse, recoger y ordenar datos para establecer tendencias y causas de error y deducir resultados.

Inspección de recepción. - Intervenir en la inspección de todos los productos que llegan a la factoría, comprendidas las máquinas-herramientas y equipos adquiridos en el exterior.

Inspección de fabricación. - Comprende la inspección de mecanizado, de montaje y la de todos aquellos talleres que intervienen en la fabricación o reconstrucción del producto, tales como los acabados electrolíticos, de fundición, pintura, barnizado, etc.

Inspección final. - Tienen como misión efectuar todas las pruebas de recepción establecidas para la unidad terminada, tanto las funciones como de laboratorio.

4.3. - Designación de Servicio de la Máquina

La máquina se construye para satisfacer una determinada necesi--

dad del hombre, que encuentra reflejo en su designación de servicio.

Se entiende por designación de servicio de la máquina, el problema, formulado con precisión y especificado al máximo, para la solución del cual se destina la máquina.

La creación de las formas constructivas de las piezas debe elaborarse partiendo de su designación de servicio y de los requisitos de la tecnología de su fabricación y montaje más económicos.

4.4. - Definición de Pieza

Por pieza conviene entender el trozo de tamaño indispensable del material elegido y limitado por una serie de superficies o de sus combinaciones situadas unas respecto a las otras (elegidas por las bases) partiendo de la designación de servicio de la pieza en la máquina y de la tecnología más económica de su fabricación y montaje.

4.5. - Calidad de la Máquina

Para que la máquina realice económicamente su designación de servicio, debe poseer la calidad indispensable.

Por calidad de la máquina entenderemos el conjunto de propiedades que determinan la correspondencia de su designación de servicio y que distinguen una máquina de otras.

La calidad de una máquina se caracteriza por una serie de índices elaborados metódica y correctamente, en cada uno de los cuales debe establecerse la magnitud cuantitativa con tolerancia en su desviación justificada por la economía con que la máquina cumple su designación de servicio.

El sistema de índices cualitativos con establecimiento, en éstos, - de datos cuantitativos y de tolerancias, que describe la designación de - servicio de la máquina, lleva el nombre de especificaciones y de normas de exactitud para la recepción de la máquina terminada.

4.5.1.- Los Índices Fundamentales de la Calidad de la Máquina son:

La estabilidad con que la máquina debe cumplir su designación de - servicio, la calidad de la producción que se fabrique por la máquina, la longevidad física, es decir, la capacidad de mantener la calidad inicial - en función del tiempo, la longevidad moral o capacidad de cumplir económicamente la designación de servicio en función del tiempo, la productividad, la seguridad de trabajo, la comodidad y sencillez durante el servicio y el mando, el nivel de ruido, el rendimiento, el grado de mecanización y automatización, etc.

Las especificaciones plantean el problema que debe resolver la fábrica de construcción de maquinaria, tanto en el proceso de diseño de la máquina como durante la fabricación de ésta.

La preparación de los índices cualitativos de las especificaciones, - es uno de los problemas de mayor importancia ya que de su correcta resolución dependen la calidad y la economía con que la máquina cumpla la designación de servicio, la rapidez del dominio y el rendimiento económico de la reconstrucción.

El índice de calidad de las máquinas, cuya consecución y seguridad presentan mayores dificultades y gastos en el proceso de diseñado y particularmente, en el proceso de fabricación de máquinas, es la precisión

de las mismas. Por eso, al principio, examinaremos los índices que ca racterizan la precisión de la máquina y de sus piezas, para simplificar el problema y conocer las tesis iniciales e indispensables al principio - consideremos los índices que caracterizan la precisión de las piezas.

4.5.1.a.- Exactitud de la Pieza

Por exactitud (precisión) de la pieza o de la máquina se entiende - el grado de aproximación a su prototipo geoméricamente correcto.

No se puede fabricar cualquier pieza con absoluta exactitud, es decir, que corresponda completamente a su representación geométrica.

Así pues por medida de exactitud se toman las magnitudes de desviación de los valores teóricos. Estas desviaciones, después de su medi ción, se confrontan con las desviaciones toleradas por la designación de servicio de la pieza de la máquina. En consecuencia, por todos los índi ces de calidad de la pieza que caracterizan su designación de servicio - conviene establecer las desviaciones toleradas o simplemente las toleran cias.

De este modo, las medidas de exactitud son por un lado, desviaci ones toleradas establecidas, por otro, las desviaciones medidas, es decir, las desviaciones efectivas de la pieza real, conocidas con cierto grado - de aproximación.

El primer índice de la exactitud de la pieza es la precisión de la distancia entre algunas 2 superficies suyas o la exactitud de las medidas de la superficie de la pieza que le dan una u otras formas geométricas- (por ejemplo el diámetro y la longitud de la superficie cilíndrica).

La dimensión se entiende como la distancia entre 2 pequeños sectores de dos o de una superficie.

La exactitud del giro de una superficie respecto a otra elegida por base, sirve de segundo índice de exactitud de la pieza, ya que la pieza representa un cuerpo espacial, la exactitud del giro de una superficie -- respecto a la otra se suele examinar en dos planos de coordenadas perpendiculares.

Se entiende por exactitud de giro la magnitud de desviación con origen en la requerida posición angular de una superficie respecto a la otra en cada uno de los dos planos de coordenadas. Es importante saber, cuál de las 2 superficies conviene disponer en una u otra posición angular respecto a la otra superficie o en otras palabras, cual de las superficies hay que elegir por base.

La exactitud de las formas geométricas de las superficies de una pieza, o la precisión de las formas geométricas, se entiende como la máxima aproximación de cada una de las superficies de la pieza o su representación geométrica.

Se distinguen tres tipos de desviaciones de las superficies de las piezas respecto a sus formas geométricas.

1).- Las desviaciones macrogeométricas, o sea las desviaciones de la superficie real desde la correcta forma geométrica en límites de las medidas máximas de esta superficie: por ejemplo la desviación de una superficie plana respecto a la planicidad, de la superficie de un cilindro redondo, de un cono, de una esfera respecto de sus representaciones geométricas.

2).- La ondulación que representa irregularidades periódicas de una superficie que suelen aparecer en sectores con una extensión de 1 a 10 - mm.

3).- Las desviaciones microgeométricas.- (microirregularidades), o sea las desviaciones de una superficie real en los límites pequeños de - sus sectores que son corrientemente de 1 mm^2 de tamaño.

Se llaman desviaciones microgeométricas la rugosidad (aspereza) de la superficie.

Interrelaciones cualitativas y cuantitativas entre los índices de exactitud de una pieza.

Sin conocer las microdesviaciones es difícil hablar de la exactitud de la forma (en sentido de las desviaciones microgeométricas), ya que - al medir las macrodesviaciones en la magnitud medida, como uno de los sumandos entrarán las microirregularidades, si no se toman medidas es peciales para exceptuar su influencia. Del mismo modo si se desconocen las macrodesviaciones de la superficie es difícil juzgar sobre las desvia- ciones del requerido giro de una superficie respecto a la otra, ya que al medir esta desviación las macrodesviaciones influirán en la magnitud de- la desviación medida. Con ciertas formas de las macrodesviaciones de la superficie, prácticamente no hay posibilidad de medir incluso la desvia- ción del giro de una superficie respecto a otra sin convenciones particu- lares y métodos especiales de medición.

Es difícil hablar de la exactitud de la distancia entre 2 superficies, ya que en la desviación medida pueden ejercer influencia las desviaciones

de giro de la superficie, macro y microdesviaciones.

Se deduce que:

1).- La medición de la exactitud de una pieza debe iniciarse con la medición de las microirregularidades, luego deben medirse las macroirregularidades, las desviaciones del requerido giro y, por fin la exactitud de la distancia o la dimensión (si no se toman medidas particulares para exceptuar la influencia de las desviaciones respectivas);

2).- Las tolerancias para distancias y dimensiones de las superficies de unas piezas deben ser mayores que las tolerancias a la magnitud de las desviaciones del requerido giro de las superficies que, a su vez, deben ser mayores que las tolerancias para las desviaciones macrogeométricas que dependen de la clase asignada de rugosidad de la superficie.

4.5.1.b. - Precisión de la Máquina (exactitud)

Los índices examinados anteriormente que caracterizan la precisión de la pieza se utilizan totalmente también para caracterizar la exactitud de la máquina. La diferencia reside solo en que en la pieza todos los índices de exactitud se refieren a las superficies de esta pieza dada, mientras que en la máquina, aquellos que se refieren a las superficies operativas pertenecientes a diferentes piezas de máquina enlazadas una con otra.

En virtud de que las superficies operativas de la máquina deben realizar el movimiento relativo indispensable para que la misma cumpla su designación de servicio, uno de los criterios fundamentales que caracterizan la exactitud de la máquina es la precisión del movimiento relativo de las superficies operativas.

Por exactitud del movimiento relativo se entiende la aproximación - máxima del carácter real del movimiento de las superficies operativas a la ley teórica del movimiento elegido, partiendo de la designación de servicio de la máquina.

En muchas máquinas es necesario asegurar vgr. la constancia de la relación de transmisión entre las superficies operativas durante el trabajo de la máquina. Así en los reductores de engranajes rápidos, a la presencia de desviaciones relativamente pequeñas de la relación de transmisión, en el curso de su trabajo se observa no sólo la aparición de un nivel inadmisiblemente de intensidad de ruido, sino también un desgaste relativamente rápido del mecanismo, lo que al principio altera el cumplimiento correcto por el reductor de su designación de servicio y, luego, lo hace inservible.

La exactitud del movimiento relativo se caracteriza por la magnitud de la desviación debida, para la que, en correspondencia con lo descrito antes, debe establecerse (lo mismo que en los otros índices de exactitud) la tolerancia.

La exactitud de la máquina se caracteriza por los siguientes índices fundamentales:

1). - Exactitud del movimiento relativo de las superficies operativas de la máquina.

2). - La exactitud de las distancias entre las superficies operativas o sus combinaciones de superficies sustitutivas y sus dimensiones.

3). - Exactitud de los giros relativos de las superficies operativas.

4).- La exactitud de las formas geométricas de las superficies operativas (incluidos la macrogeometría y la ondulación).

5).- La aspereza de las superficies operativas.

4.5.2.- Otros Indices de la Calidad de la Máquina

Además del índice fundamental de la calidad de la máquina y de sus piezas, es decir, de la exactitud, hay una serie de otros. Estos comprenden, vgr, el estado físico-químico y las propiedades físico-químicas de la capa superficial del material del cual se hace la pieza.

Se entiende por propiedades físico-mecánicas de la capa superficial, la dureza, el estado estructural, el carácter y el signo de la fatiga residual, etc. En caso de necesidad, para la desviación de los índices de cada una de estas propiedades conviene establecer las tolerancias debidas, partiendo de la designación de servicio de la pieza en la máquina. Uno de los problemas de la tecnología de reconstrucción de maquinaria será que la fabricación de piezas cuyas desviaciones efectivas no se salgan de los límites de todas las tolerancias establecidas.

El rendimiento de las máquinas, como es conocido, representa uno de los índices complejos que caracterizan tanto la construcción de la máquina como la tecnología de su fabricación, por eso al fabricar una máquina de una construcción dada, la oscilación del rendimiento establecido para aquella depende en sumo grado de la calidad de fabricación de la misma.

Los índices de calidad de una máquina comprenden su productividad por turno (u otro intervalo más prolongado de tiempo) expresada en

unidades (piezas) de producción que respondan a los requisitos de calidad establecidos, o en otras unidades de medición (metros cúbicos de terreno extraído, etc). Entre otros índices de la calidad figuran el consumo del combustible y de lubricante en una unidad de camino, la facilidad de mando (manejo) que, para la construcción dada de una máquina también depende de la calidad de su fabricación. Los índices de calidad comprenden la fiabilidad y la longevidad de la máquina.

El establecimiento de las tolerancias óptimas, en el nivel dado del desarrollo de la técnica (para un determinado intervalo de tiempo) para cada uno de los índices, de la calidad de una máquina y de sus mecanismos examinados más arriba, representa uno de los problemas más importantes de la construcción de maquinaria. En realidad, con la disminución de las tolerancias para los índices de calidad de una máquina vgr, para los que caracterizan su exactitud, propiedades físico-mecánicas de las capas superficiales del material, etc. La máquina trabajará más económicamente.

Sin embargo esto nos llevará, por un lado, al aumento de gastos para su fabricación, por otro, subirán los gastos en la explotación debido a la necesidad de repararla con mayor frecuencia para restablecer la requerida calidad de la misma.

De este modo las tolerancias para todos los índices de la calidad de una máquina deben establecerse a base de los cálculos técnicos económicos que tienen en cuenta la obtención de los gastos mínimos del trabajo social indispensable para la solución de los problemas para cuyo cumplimiento se constituye la máquina dada.

Las tolerancias establecidas para todos los índices de exactitud de una máquina, partiendo de su designación de servicio, suelen dividirse en 2 partes: la primera se utiliza en la fabricación de la máquina, la segunda se deja para el desgaste de la máquina durante su explotación.

A una parte de las tolerancias predestinadas para la fabricación de la máquina se ha aceptado llamarles tolerancias para la recepción de la máquina terminada en posición de trabajo. Estas partes de las tolerancias, a su vez se deben dividir también en varias porciones desiguales, lo que se hace para compensar las desviaciones que aparecen, como consecuencia de:

1).- La aplicación de las leyes aproximadas, en lugar de las precisas, de movimiento relativo de superficies operativas de la máquina, así mismo el empleo de los métodos aproximados de cálculo debido a la escasez de conocimientos.

2).- La rigidez insuficiente de las propias piezas de máquina, que se deforman tanto por la influencia de las fuerzas efectivas y por las oscilaciones de temperatura como por la secuencia de la redistribución de las tensiones internas.

3).- La insuficiencia de rigidez de las uniones.

4).- Los errores de la regulación y montaje de la máquina y de la fabricación de sus piezas.

A la última porción de las tolerancias se ha aceptado llamarlas tolerancias para la recepción de la máquina terminada sin cargas de funcionamiento. Esta porción también se divide en 2 partes: 1) las tolerancias-

para la regulación y montaje de la máquina y 2) las tolerancias en la fabricación de las piezas.

La requerida exactitud de la máquina frecuentemente se consigue como resultado de las tolerancias más estrictas en la regulación, montaje y fabricación de piezas, es decir, como consecuencia de hacer más estrictas las tolerancias en la recepción de la máquina sin cargos de trabajo.

La división de las tolerancias en la reconstrucción de una máquina entre sus componentes también conviene realizarla sobre la base de los cálculos técnico-económicos, teniendo en cuenta los gastos mínimos del trabajo social indispensable para la fabricación de la máquina.

4.6.- Desviaciones de las características de la calidad de los artículos respecto a las magnitudes necesarias.

En el cumplimiento de cualquier proceso tecnológico toman parte una gran cantidad de distintos factores. En virtud de una serie de causas, todos los factores varían ininterrumpidamente como resultado de lo cual varían también todos los índices del resultado final del proceso tecnológico, esto es, las calidades y cantidades de los productos semiacabados o de los artículos que han pasado dicho proceso.

Por eso, pese a que los artículos están fabricados en un mismo proceso tecnológico se distinguen uno del otro y del prototipo "ideal" calculado, por todas las características de la calidad. Este fenómeno lleva el nombre de dispersión de las características de la calidad de los productos (artículos).

Con el fenómeno de la dispersión de cualquiera de las características de la calidad es más fácil familiarizarse mediante la representación gráfica de sus magnitudes obtenidas en una partida de productos (piezas brutas, piezas, máquinas) que han pasado en una determinada sucesión un proceso tecnológico dado.

La estructura de una gráfica de este tipo se realiza del modo siguiente: en el eje de las abscisas se trazan números de orden de piezas en la misma secuencia en que pasan el proceso tecnológico, en el eje de las ordenadas se trazan las magnitudes de la característica elegida de la calidad respectiva al número de la pieza.

4.7.- Muestreo de Aceptación por Atributos

Inspección es el proceso de medir, examinar, comprobar, calibrar, o emplear cualquier procedimiento que permita comparar la "unidad" del producto con los dibujos y especificaciones del mismo.

La inspección por atributos es aquella que permite clasificar el producto en aceptable o defectuoso, respecto a una dimensión, una característica o una especificación determinada.

Al procederse la inspección, se comenzará por examinar la pieza o elemento a inspeccionar, clasificando en importancia las cotas y características de la misma, si una cota o característica no se ajusta a las exigencias del dibujo o de las especificaciones, diremos que la unidad tiene un defecto que debe ser debidamente clasificado.

4.8.- Clasificación de los Defectos.

La clasificación de los defectos es muy importante para poder es-

tablecer si el producto reúne las condiciones de calidad necesarios.

Una correcta clasificación de los defectos y una eficiente utilización de hombres y máquinas permitirá encauzar debidamente el esfuerzo hacia la consecución de los objetivos de la producción de calidad.

4.8.1.- Grupo I - Defectos críticos.

. Los que pueden ocasionar o producir condiciones de peligro para los individuos que utilizan o mantienen el producto.

. Los que afectan a las características, a las cualidades, o al rendimiento del producto.

. Los que afectan de un modo apreciable al costo de la unidad terminada; este hecho podrá producirse cuando, aun descubriendo el defecto al principio del proceso de fabricación, su eliminación de origen a gastos importantes, o exija fabricar nuevamente las piezas cuyo costo influya de un modo importante en el producto.

. Los que afectan a la seguridad funcional del producto.

4.8.2.- Grupo II - Defectos mayores

. Los que pueden afectar a las cualidades y rendimientos del producto en un volumen que no permita clasificarlos como críticos, bien porque la influencia sea poco apreciable o porque el porcentaje de unidades terminadas en que puede producirse no se considera que afecta a la calidad que se solicita del producto.

..Los que afectando el costo de la unidad terminada no pueden considerarse como críticos, o cuando se estime que la probabilidad de un aumento apreciable del costo será muy escasa.

4.8.3.- Grupo III - Defectos menores

. Los que no afectan a las cualidades, a la calidad o al rendimiento del producto.

. Los que considerándose necesaria su eliminación, los gastos que originan afectan de un modo insignificante al costo de la unidad terminada.

. Aquellos cuya supresión no se considera necesaria sin que por ello quede afectada la calidad del producto.

4.8.4.- Grupo IV - Defectos Secundarios

Todas aquellas desviaciones de las normas y especificaciones que no afectan a la calidad y al costo de las piezas, pero cuya supresión -- tiende de un modo general a mejorar la calidad del producto, a dar -- fluidez a la fabricación y aumentar el rendimiento de producción disminuyendo los tiempos y los costos.

La clasificación de un defecto puede ser efectuada en el momento de descubrirse. La clasificación de un defecto debe ser la misma que la de la característica a que afecta, por lo que debe confeccionar fichas o pautas de inspección.

4.9.- Control Estadístico de Calidad

La dispersión de cualquier característica de calidad de un producto se caracteriza, ante todo, por la magnitud del campo de dispersión w que representa la diferencia entre los valores máximo A^{max} y mínimo A^{min} de la característica dada, obtenidos en una partida de productos a decir.

De segunda característica del fenómeno de dispersión sirve la curva práctica de dispersión y los parámetros que la determinan.

La construcción de la curva práctica de dispersión de la magnitud de cualquier característica de calidad se realiza de modo siguiente: en cada producto de una partida dada (piezas brutas, piezas, máquinas) se mide el parámetro de la característica elegida de calidad, por ejemplo la dimensión. La medición se realiza con un grado de exactitud suficiente para tener la posibilidad de depreciar los errores de la medida, como magnitudes infinitesimales de segundo orden.

4.9.1.- Reglas para formar la distribución de frecuencia¹

Utilizando la igualdad (1) se determina el rango del campo de dispersión w que se divide en varios intervalos de clase del mismo tamaño. La cantidad de intervalos se elige según sea la cantidad total de los artículos medidos, de tal manera que en cada uno de los intervalos haya una cantidad suficiente de magnitudes medidas. Determinar el número de observaciones que caen dentro de cada intervalo de clase, es decir encontrar la frecuencia de clase. Los resultados de todas las mediciones suelen reseñarse en la tabla. Como ejemplo se muestra una gráfica de control de una parte del proceso en donde se cortan barras de acero. Se permite una tolerancia de 0.06 de pulgada en la longitud de las barras. El campo de dispersión es de $w = 0.07$ in, está dividido por las líneas paralelas al eje de las abscisas en 7 intervalos iguales y en cada uno de los intervalos se cuenta la cantidad de dimensiones de las barras, los datos-

(1) Fundamentos de la Tecnología de Construcción de Maquinaria.
pp. 62-94.

de las mediciones pueden representarse en forma de tabla o gráficamente.

Si la cantidad de magnitudes del parámetro medido de la calidad que cae en cada uno de los intervalos se representa en forma de rectángulos con anchura igual a la magnitud del intervalo y con altura igual a la frecuencia entonces resulta un diagrama escalonado que lleva el nombre de histograma de dispersión, fig. 3-1.

Intervalos de clase	Frecuencia Y	Frecuencia
+ 0.03 - + 0.02	1	3
+ 0.02 - + 0.01	4	13
+ 0.01 - + 0.00	6	20
0.00 - - 0.01	7	23
- 0.01 - - 0.02	6	20
- .02 - - 0.03	5	16
- .03 - - 0.04	1	3

Si representamos las mismas magnitudes en forma de líneas rectas situadas por la mitad de cada uno de los intervalos y unimos sus puntos superiores por la línea quebrada obtendremos un polígono de dispersión o una curva práctica de dispersión. Si se representa teóricamente la construcción de una curva de dispersión de este tipo de cualquier parámetro de la calidad para un gran número infinito de piezas, entonces la anchura infinitamente pequeña de intervalos, la línea quebrada se convierte en una suave, llamada la curva teórica de dispersión a diferencia de-

Longitud de las barras de acero en pulgadas

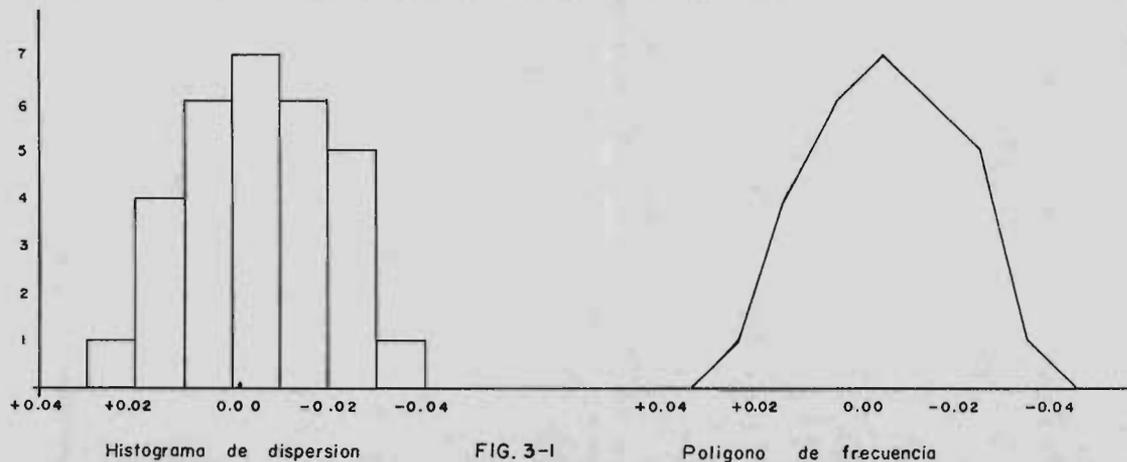
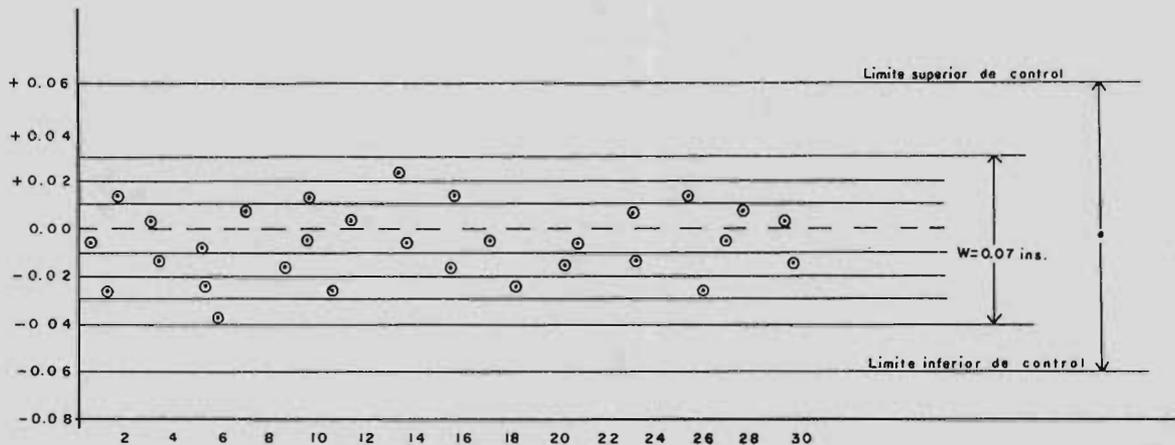


FIG. 3-1

la curva práctica. Su expresión analítica es $y = \varphi(x)$ donde x es el valor de la magnitud aleatoria.

$\varphi(x)$ es el valor de la ordenada de la curva teórica de dispersión.

El valor medio numérico de la magnitud aleatoria se determina

$$M(x) = \sum x_i p(x_i)$$

x_i = valor independiente de la desviación

$p(x_i)$ = es la frecuencia del valor x_i , o la cantidad de magnitudes del parámetro medido de la calidad que cayeron en el respectivo intervalo expresado en tantos por ciento o en porciones de toda la cantidad de magnitudes medidas.

Para las leyes teóricas de dispersión, el valor medio $M(x)$ de la magnitud aleatoria x (si x es la magnitud continua) se determina de la

igualdad =
$$\int_{-\infty}^{+\infty} x \varphi(x) dx$$

Por medida de dispersión de las desviaciones de la magnitud aleatoria, por centro de dispersión, suele tomarse la desviación cuadrática media σ , cuya magnitud se determina de las igualdades:

para las magnitudes discretas;

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^{x_i=m} (x_i - M(x))^2 p(x_i)}$$

para las magnitudes que varían continuamente

$$\sigma = \sqrt{\int_{-\infty}^{+\infty} (x - M(x))^2 \varphi(x) dx}$$

Las magnitudes de la desviación cuadrática media teórica se representan gráficamente en forma de 2 abscisas equidistantes del valor $M(x)$ por la magnitud σ .

De la teoría de las probabilidades es conocido que si la dispersión-

de cualquier magnitud (de la dimensión, arrugada de la superficie, dureza del material, etc.) depende de la acción unida de muchos factores de las magnitudes de un mismo orden que son aleatorias y no dependen o dependen poco la una de la otra, entonces la dispersión sigue a la ley de dispersión normal o a la Ley de Gauss.

La ley teórica de dispersión normal en el sistema de coordenadas, en el cual el origen coincide con el eje de simetría de la curva Fig. 3-2 o con el valor medio de la desviación, se expresa en la fórmula

$$\varphi(x) = y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

donde $\varphi(x) = y$ es la frecuencia que responde al valor de x

σ es la desviación cuadrática media que representa la abscisa del punto del doblado de la curva.

o en el valor medio de la desviación, se expresa en la fórmula

$$\varphi(x) = y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

si las magnitudes medidas es igual a n y el valor x_i corresponde a la cantidad m de magnitudes, entonces la frecuencia del valor x_i se expresa por la igualdad:

$$P(x_i) = \frac{m}{n}$$

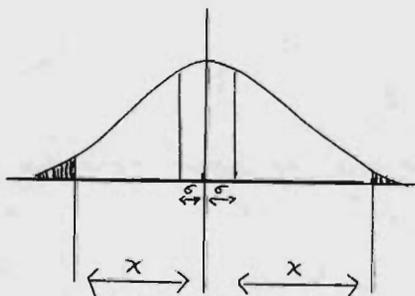


FIG. 3-2

donde $\varphi(x) = y$ es la frecuencia que responde al valor x

σ es la desviación cuadrática media que representa la abscisa del punto del doblado de la curva.

En la expresión se ve que la magnitud de la desviación cuadrática media σ entra en un exponente con C en cuadrado y en el multiplicador cuando éste es de primera potencia, por consiguiente, y tiene valores iguales de magnitud para cada 2 abscisas, también iguales de magnitud pero diferentes de signo. En otras palabras la curva de dispersión normal es simétrica con relación al eje correspondiente a la abscisa $M(x)$ de valor medio de las desviaciones.

La curva teórica de dispersión normal se extiende ilimitadamente -- por ambos lados a lo largo del eje de las abscisas y como se ve de la figura se aproxima asintóticamente a este eje.

Para los cálculos teóricos las desviaciones límite (al utilizar la ley normal de dispersión) expresadas en porciones de la desviación cuadrática media $\sigma(x)$, suelen limitarse por las magnitudes $x = \pm 3\sigma$

Con estos valores de x , el 99.73% de las desviaciones de la magnitud aleatoria caen en el campo interior de los límites establecidos y el 0.27% sale de ellos.

Por la figura se ve que las dos ordenadas correspondientes a los valores $x = 3\sigma$ y $x = -3\sigma$ dividen el área limitada por la curva de dispersión en dos partes, o sea, entre estas ordenadas y fuera de ellas. Si toda el área de la curva que representa toda la cantidad de desviaciones de la magnitud aleatoria se toma por 100% o por unidad, su parte no rayada expresará la porción de desviaciones de la magnitud aleatoria que entra en los límites definidos de $\pm x$.

La magnitud de la parte rayada (más exactamente: las dos partes - rasgadas) de la curva teórica de dispersión normal o, en otras palabras, la respectiva a ésta la porción de las desviaciones de la magnitud aleatoria que sale de los límites de $+x$ y $-x$, puede ser determinada de la igualdad

$$P = \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx \quad (2)$$

que se obtiene directamente de la expresión (1)

Para determinar esta misma magnitud en tantos por ciento de toda el área de la curva de dispersión normal, sirve la igualdad

$$P\% = \frac{200}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} dx \quad (3)$$

Si hacemos $\frac{x}{\sigma} = t$ para evitar cálculos complejos, en cada caso, aparte los valores de la integral según sea la magnitud de la relación $t = \frac{x}{\sigma}$ Se hallan directamente por la curva de la gráfica o de los valores numéricos aportados a continuación que son difíciles de leer por la escala de la curva de la gráfica Fig. 3-2.

tanto % de riesgo	P ...	32	10	4.5	1.0	0.27	0.10	0.01
relación $t = \frac{x}{\sigma}$	....	1.00	1.65	2.00	2.57	3.00	3.29	3.89

Para hallar estas integrales se puede también utilizar la tabla de los valores de la integral.

$$\Psi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^t e^{-\frac{1}{2}t^2} dt \quad (4)$$

Si sustituimos $\frac{x}{\sigma} = t$. $\therefore x = \sigma t$ y $dx = \sigma dt$ y si colocamos estos valores en la igualdad (2) obtenemos (4).

Esta última integral la distinguimos de las anteriores por los límites de integración. Como se ve de la expresión (4), esta integral repre-

senta en la Fig. 3-2 el área no rayada de la curva teórica de dispersión normal expresada en porciones de toda el área de la curva, es decir, la parte de desviaciones de la magnitud aleatoria que entra en el campo restringido por los límites establecidos de $+x$ y $-x$

En correspondencia con que $\frac{x}{\sigma} = t$ los límites de la integración variarán desde 0 hasta t . Tomando la magnitud $t = \frac{x}{\sigma}$ de la tabla respectiva, es fácil hallar el valor de $\Phi(x)$ y si es necesario, también la magnitud del rayado de la figura I de la parte del área de la curva que responde a la porción de las desviaciones de la magnitud aleatoria que permanece fuera de los límites establecidos de $+X$ y $-X$ esta parte del área la calculamos de acuerdo con la ecuación.

$$p = [1 - \Phi(x)]$$

$$p\% = 100[1 - \Phi(x)]$$

Las alteraciones que se presentan al azar, las comunes, se determinan en las gráficas de control mediante límites de control. Se establecen límites y las alteraciones que caigan dentro de ellos se atribuyen a causas inexplicables o a la casualidad. Las alteraciones que caen fuera de estos límites son atribuidas a una causa específica, la cual se investigará. Se piensa en 3 posibilidades:

- a) la herramienta está muy desgastada
- b) el material es defectuoso
- c) los operarios están trabajando mal

Cuando se presentan alteraciones que van más allá de los límites fijados, se considera que el proceso de producción se encuentra fuera de control y requiere una acción correctiva.

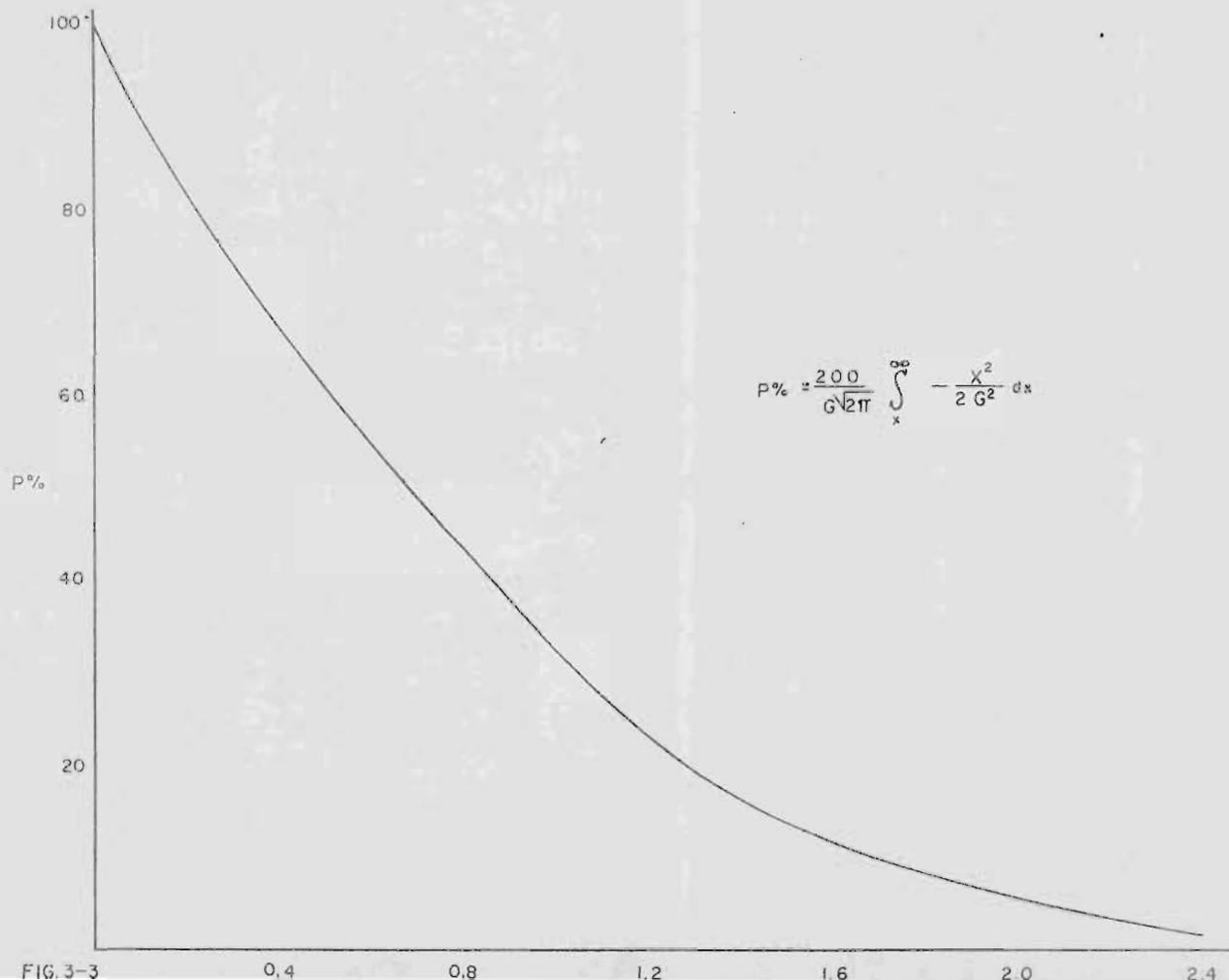


FIG. 3-3

4.10. - Garantías de Calidad²

Los términos de las garantías deberán ser claros y precisos, deberán indicar su alcance, duración y condiciones, así como los establecimientos y la forma en que puedan hacerse efectivas. Cuando las garantías no cumplan los requisitos mencionados, podrá ordenarse su modificación o prohibirse su ofrecimiento. La Secretaría de Industria y Comercio o la dependencia -- competente, en su caso, quedará facultada para fijar las bases mínimas que deberán contener las pólizas de garantía. Cuando se expanden al público productos usados o reconstruidos deberán indicarse de manera precisa y ostensible tales circunstancias al consumidor y hacerse constar en los propios artículos, envolturas, notas de remisión o facturas correspondientes. El proveedor estará obligado a suministrar el bien o servicio en los términos de la publicidad realizada, en los que se señalen en el propio producto o de -- acuerdo con lo que haya estipulado con el consumidor. El consumidor puede optar por pedir la rescisión o la reducción del precio y, en cualquier caso, la indemnización por daños y perjuicios, cuando la cosa objeto del contrato tenga defectos o vicios ocultos que la hagan impropia para los usos a que -- habitualmente se destine o que disminuyan de tal modo su calidad o la posibilidad de su uso que debe hacerlos conocido el consumidor no la habría adquirido o habría dado menos precio por ella.

Los consumidores tendrán derecho, además de la indemnización por daños y perjuicio ocasionados, a la reparación gratuita del bien, y, cuando -- ello no sea posible, a su reposición o, de no ser posible la una ni la otra -- la devolución de la cantidad pagada en los siguientes casos.

(2) Ley Federal de Protección al Consumidor.

1. - Cuando los productos sujetos a normas de calidad de cumplimiento obligatorio, o que ostenten la contraseña oficial de conformidad con ella, no cumplan las especificaciones correspondientes.

2. - Cuando los materiales, elementos, sustancias o ingredientes que constituyan o integren los productos no correspondan a las especificaciones que ostenten.

3. - Cuando el producto se hubiere adquirido con determinada garantía y, dentro del lapso de ella, se pusiera de manifiesto la deficiencia de la calidad o propiedad garantizada, siempre que se hubiere utilizado en condiciones normales.

4. - Cuando cualquier producto, por sus deficiencias de fabricación, elaboración, estructura, calidad o condiciones sanitarias, en su caso, no sea apto para el uso al cual está destinado; y

5. - Cuando el proveedor y el consumidor hubiesen convenido que los productos objeto de la operación debieran reunir determinadas especificaciones que no su cumplieren.

Los fabricantes de productos deberán asegurar el suministro oportuno de partes y refacciones durante el lapso en que aquellos se fabrican, arman o distribuyan y, posteriormente, durante un lapso razonable en función de la durabilidad de los productos. Igual obligación tendrán quienes importen productos para su venta al público respecto de los que distribuyan en el país.

El consumidor tendrá derecho a exigir facturas o comprobantes, los cuales deberán contener los datos específicos de la compraventa, del

servicio recibido o en general de la operación realizada. Dichas facturas o comprobantes deberán cumplir con las disposiciones fiscales aplicables. En todo establecimiento de prestación de servicios deberá fijarse la tarifa de los principales a la vista del público con caracteres claramente legibles. La tarifa de los demás servicios, con excepción de aquellos que por sus características hayan de regularse convencionalmente, deberá, - en todo caso estar disponible para el público.

Los proveedores de servicios tendrán obligación de expedir factura o comprobante de los trabajos efectuados, en los que deberán especificarse las partes, refacciones y materiales empleados, el precio de ellos y de la mano de obra, así como la garantía que en su caso se haya otorgado. Dichas facturas y comprobantes deberán cumplir con las disposiciones fiscales aplicables.

Todo proveedor de bienes o servicios estará obligado a respetar los términos, plazos, fechas, condiciones, modalidades, reservaciones y circunstancias conforme a las cuales se hubiere convenido con el consumidor la entrega del bien o la prestación del servicio.

V. ESTUDIO ECONOMICO

Introducción

En el contexto de las economías latinoamericanas encontramos que los bienes de capital tienen una ponderación decisiva, tanto en el comercio exterior, como en la inversión, en el dinamismo y estructura industrial y en el proceso de asimilación de tecnología. Su papel ocupacional es también destacado, sobre todo si se tiene en cuenta que se trata de ocupación calificada.

Para dar una imagen de las posibilidades de mercado con el que contará la industria de la reconstrucción de bienes de capital haremos un análisis de la situación actual de la economía mexicana y del sector de bienes de capital, se presentarán proyecciones hasta 1990 que tienen el propósito de poner de relieve los grandes lineamientos de desarrollo.

Se advierte que el estudio de los bienes de capital se han realizado en el contexto de las industrias metal mecánicas, por ser estas el recuento natural e histórico de los bienes de capital. La base técnica así como la infraestructura productiva, tanto de los bienes de consumo que fabrica la industria como de los bienes de inversión, son comunes. Lo mismo puede decirse de los bienes intermedios. Muchos bienes son destinados indistintamente a consumo o inversión sin diferenciarse en lo esencial sino en su aplicación. Así mismo la magnitud de la demanda por bienes de capital es muy significativa dentro de la industria metal mecánica.

En contraste con lo que ocurre en países de mayor grado de desarrollo los bienes de consumo han adquirido una preponderancia relativa en la fabricación mexicana, mientras que los bienes de capital producen presiones sobre la balanza de pagos por tener que importarse. Así dado que la fortaleza de una economía puede medirse por su capacidad autónoma de inversión, no sujeta a fluctuaciones externas, en el caso de la mexicana, esa capacidad se encuentra debilitada por el escaso desarrollo que ha experimentado su sector de bienes de capital.

5.1. - Panorama Futuro de la Economía

La economía mexicana ha logrado expandirse históricamente a una tasa algo mayor de 6% al año. Si bien en la actualidad, la fase conyutural por la que atraviesa y las dificultades manifiestas de balanza de pagos, así como las de financiamiento del sector público, inducen a pensar en tasas de expansión menores a la citada, en cambio, las consideraciones de índole ocupacional, así como las que conciernen al potencial productivo aún no desarrollado de la economía y el plazo adoptado, permiten tomar como base de la proyección hasta 1990 una tasa de crecimiento para el producto interno bruto de 6% anual.

El estancamiento relativo que se ha producido en el sector industrial puede ser punto de partida para iniciar un nuevo período de dinamismo no sólo por las mismas medidas cambiarias, sino también por los amplios márgenes que existen para aprovechar ciertos sectores productivos, entre los que destaca la rama metalmecánica. Habrá que tomar en cuenta las importantes inversiones que se están haciendo en infraestructu

ra, en transporte, energéticos y otras ramas igualmente estratégicas, - las cuales pueden dar sustento a una tasa de crecimiento que esté más - en consonancia con la expansión poblacional. El proceso de sustitución de importaciones que exhibía signos de agotamiento, en cierta medida, por - el encarecimiento paulatino de la producción interna frente a la importa- da, puede tomar un nuevo impulso por el encarecimiento relativo de las - importaciones.

Las tendencias históricas de los diversos componentes de la deman- da global y de las importaciones figuran en el cuadro XI sin entrar en - detalles, puede afirmarse que las tendencias históricas de las importa- ciones que se manifiestan en dicho cuadro resultan insostenibles.

En el cuadro XII se presentan los resultados de la proyección de - la oferta y la demanda globales hasta 1990, en la hipótesis de prognosis; en el cuadro XIII se dan más detalles sobre la proyección del consumo y la inversión, y en el cuadro XIV la proyección del producto interno bru- to por principales ramas de actividad económica en el mismo período.

En cuanto al sector externo, como consecuencia del conjunto de -- proyecciones del comercio exterior, las importaciones de bienes y servi- cios se expanden a 8.6% mientras que las exportaciones sólo crecen a - una tasa de 7.9% (cuadro XII).

La proyección de las importaciones de mercancías (cuadro XV) pre- senta entre sus rasgos principales la recuperación de los bienes de capi- tal. De los 23,500 millones de dólares (a precios de 1974) a que ascen- derán dichas importaciones para 1990, poco más del 50% corresponde a- los bienes de capital. Por su parte, la proyección de exportaciones de -

CUADRO XI

REGRESIONES DE REFERENCIA Y LAS UTILIZADAS EN LAS PROYECCIONES, 1974-1990

Conceptos	Regresiones de referencia	Regresiones utilizadas
Consumo privado	$C_p = 18.9567 + 0.6876 \text{ PIB}$ (0.01) $R^2 = .9980$ $t = 68.7059$	$\ln C_p = 0.2035 + 0.9143 \ln \text{PIB}$ (0.0121) $R^2 = .9984$ $t = 75.812$
Consumo del gobierno	$C_g = -11.2224 + 0.1037 \text{ PIB}$ (0.0072) $R^2 = .9580$ $t = 14.3483$	$\ln C_g = -5.7367 + 1.5268 \ln \text{PIB}$ (0.0735) $R^2 = .9795$ $t = 20.7717$
Inversión fija bruta total	$\text{IFB} = -13.2552 + 0.2367 \text{ PIB}$ (0.0086) $R^2 = .9882$ $t = 27.4550$	$\ln \text{IFB} = -3.0849 + 1.2510 \ln \text{PIB}$ (0.0531) $R^2 = .9841$ $t = 23.5385$
Inversión fija bruta privada	$\text{IFB}_p = -0.6233 + 0.1273 \text{ PIB}$ (0.0135) $R^2 = .9086$ $t = 9.4596$	$\ln \text{IFB}_p = -2.6265 + 1.0958 \ln \text{PIB}$ (0.1231) $R^2 = .9086$ $t = 9.4596$
Inversión fija bruta del gobierno	$\text{IFB}_g = -12.6319 + 0.1094 \text{ PIB}$ (0.0114) $R^2 = .8709$ $t = 7.7893$	$\ln \text{IFB}_g = -5.7389 + 1.5285 \ln \text{PIB}$ (0.1946) $R^2 = .8709$ $t = 7.7893$
Importaciones totales	$M = -0.0647 + 0.1024 \text{ PIB}$ (0.0091) $R^2 = .9341$ $t = 11.2891$	$\ln M = -2.2603 + 0.9962 \ln \text{PIB}$ (0.0829) $R^2 = .9412$ $t = 12.0118$
Importaciones de bienes de consumo	$M_c = -11\ 172.0238 + 0.384 C$ (0.0063) $R^2 = .8399$ $t = 6.0595$	$\ln M_c = -17.448 + 2.0132 \ln C$ (0.2937) $R^2 = .8703$ $t = 6.8552$
	$M_c = -10\ 384.906 + 0.0301 \text{ PIB}$ (0.0048) $R^2 = .848$ $t = 6.2524$	$\ln M_c = -16.8563 + 1.9384 \ln \text{PIB}$ (0.2709) $R^2 = .8796$ $t = 7.1545$
Importaciones de bienes intermedios	$M_i = -11\ 228.9149 + 0.1892 \text{ PIB}_m$ (0.0507) $R^2 = .665$ $t = 3.728$	$\ln M_i = -6.6892 + 1.3756 \ln \text{PIB}_m$ (0.3546) $R^2 = .6826$ $t = 3.8796$
Importaciones de bienes de capital	$M_k = 3\ 487.2949 + 0.1235 \text{ IFB}$ (0.0264) $R^2 = .7577$ $t = 4.6785$	$\ln M_k = 1.1323 + 0.7430 \ln \text{IFB}$ (0.1679) $R^2 = .7366$ $t = 4.4253$
	$M_k = 1\ 562.2355 + 0.0284 \text{ PIB}$ (0.0072) $R^2 = .691$ $t = 3.9572$	$\ln M_k = -1.2932 + 0.6363 \ln \text{PIB}$ (0.2226) $R^2 = .6684$ $t = 3.7562$
		$\log_{10} M_k = -5.0021 + 1.7723 \log_{10} \text{IFB}$ $R^2 = .976$

Nomenclatura

PIB producto interno bruto total

PIB_m producto manufacturero

IFB inversión fija bruta

C consumo total

M importaciones totales

M_c importaciones de bienes de consumo

M_i importaciones de bienes intermedios

M_k importaciones de bienes de capital

Subíndices

p privado

g gobierno

NOTA: n = 11 observaciones en todas las regresiones, excepto en la importación de bienes de consumo, intermedios y de capital, donde n = 9.

CUADRO XII

MEXICO: PROYECCION DE LA OFERTA Y DEMANDA GLOBALES, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS, 1978, 1980, 1985 Y 1990 ^a

Conceptos	Millones de pesos de 1974					Estructura %					Tasas de crecimiento ^c %
	1974 ^b	1978	1980	1985	1990	1974 ^b	1978	1980	1985	1990	1974-1990
OFERTA GLOBAL	903 825	1 133 160	1 279 884	1 736 588	2 364 382	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	6.3
Producto Interno bruto	813 700	1 010 220	1 135 084	1 518 998	2 032 762	90.0	89.2	88.7	87.5	86.0	6.0
Importación de bienes y servicios	90 125	122 940	144 800	217 590	331 620	10.0	10.8	11.3	12.5	14.0	8.6
DEMANDA GLOBAL	902 942	1 127 000	1 274 575	1 740 150	2 387 275	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	6.4
Exportación de bienes y servicios	68 842	84 000	97 375	142 250	210 875	7.6	7.5	7.6	8.2	8.8	7.9
Formación bruta de capital	173 700	230 100	266 300	383 500	552 400	19.2	20.4	20.9	22.0	23.1	7.5
Consumo	660 400	812 900	910 900	1 214 400	1 624 000	73.2	72.1	71.5	69.8	68.1	5.9

^a Los agregados de oferta y demanda globales discrepan entre sí en una magnitud del orden del 1% debido a que las proyecciones se realizaron independientemente una de la otra. Existe una diferencia estadística de 833 millones en 1974.

^b Cifras observadas.

^c Calculadas a base del promedio de tasas anuales.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI.

CUADRO XIII

MEXICO: PROYECCION DEL CONSUMO Y LA INVERSION, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS, 1978, 1980, 1985 Y 1990 ^a

Conceptos	Miles de millones de pesos de 1974					Estructura %					Tasas de crecimiento %
	1974	1978	1980	1985	1990	1974	1978	1980	1985	1990	1974-1990
	CONSUMO^b	660.4	812.9	910.9	1 214.4	1 624.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	5.9
Privado ^c	602.0	730.2	812.2	1 060.3	1 383.6	91.2	89.8	89.2	87.3	85.2	5.3
Público ^d	58.4	82.7	98.7	154.1	240.4	8.8	10.2	10.8	12.7	14.8	9.3
INVERSION^e	173.7	230.1	266.3	383.5	552.4	—	—	—	—	—	7.5

^a Corresponde a un crecimiento del producto interno bruto de 6% anual.

^b Resulta de sumar las proyecciones de consumo público y privado.

^c Estimado en base a la tendencia: $\ln C_p = 0.2035 + 0.9143 \ln \text{PIB}$
(0.0121)

$R^2 = 0.9884$

^d Estimado en base a la tendencia: $\ln C_g = -5.7367 + 1.5268 \ln \text{PIB}$
(0.0735)

$R^2 = 0.9795$

^e Estimado en base a la tendencia: $\ln \text{IFB} = -3.0849 + 1.251 \ln \text{PIB}$
(0.0531)

$R^2 = 0.9841$

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUFI.

CUADRO XIV

MEXICO: PROYECCION DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO, POR RAMA DE ACTIVIDAD ECONOMICA, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS, 1978, 1980, 1985 Y 1990

Conceptos	Millones de pesos de 1974					Estructura %					Tasas de crecimiento %
	1974 ^b	1978	1980	1985	1990	1974	1978	1980	1985	1990	1974-1990
TOTAL ^a	813 700	1 010 220	1 135 084	1 518 998	2 032 762	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	6.0
Agropecuario	84 299	90 653	98 995	123 366	153 737	10.2	9.0	8.7	8.1	7.4	4.5
Minería	10 310	11 572	13 051	16 631	23 818	1.3	1.2	1.2	1.1	1.2	6.2
Petróleo	22 439	34 894	43 699	76 669	134 515	2.7	3.5	3.9	5.0	6.5	11.9
Manufacturas	194 575	240 140	277 511	398 403	571 960	23.7	23.8	24.4	26.0	27.5	7.5
Construcción	49 574	69 850	82 432	119 167	168 695	6.0	6.9	7.3	7.8	8.1	7.6
Electricidad	9 895	14 191	17 390	28 204	41 441	1.2	1.4	1.5	1.8	2.0	9.6
Comercio	240 411	290 808	320 619	409 197	522 250	29.3	28.8	28.2	26.7	25.1	5.0
Comunicaciones y transportes	21 797	26 487	30 047	41 160	56 393	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	6.5
Gobierno	61 456	81 026	91 041	121 835	163 042	7.5	8.0	8.0	7.9	7.8	6.0
Otros servicios	127 091	148 703	161 456	198 332	243 631	15.5	14.8	14.2	12.9	11.7	4.2

^a La suma de los componentes proyectados individualmente no coincide con el total del producto interno bruto por un margen de aproximadamente 2.0% en promedio. La estructura se ajustó al 100%.

^b Cifras observadas. El total incluye 8 147 millones por ajustes bancarios.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUFI.

CUADRO XV

MEXICO: PROYECCION DE LAS IMPORTACIONES DE MERCANCIAS, POR TIPO DE DEMANDA, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS, 1976-1990^a

(Millones de dólares de 1974)

Años	Total	Bienes de consumo ^b			Bienes Intermedios ^c	Bienes de capital ^d
		Total	No duraderos	Duraderos		
1976	7 002	1 397	557	839	2 932	2 673
1977	7 647	1 453	563	890	3 228	2 966
1978	8 354	1 512	568	943	3 538	3 304
1979	9 111	1 575	574	1 000	3 856	3 680
1980	9 920	1 640	580	1 060	4 180	4 100
1981	10 789	1 710	586	1 124	4 511	4 568
1982	11 738	1 783	591	1 191	4 867	5 088
1983	12 779	1 860	597	1 263	5 251	5 668
1984	13 922	1 942	603	1 338	5 666	6 314
1985	15 177	2 029	609	1 419	6 114	7 034
1986	16 553	2 120	616	1 504	6 597	7 836
1987	18 064	2 216	622	1 594	7 118	8 730
1988	19 724	2 318	628	1 690	7 681	9 725
1989	21 546	2 426	634	1 791	8 287	10 833
1990	23 550	2 540	641	1 899	8 942	12 068
Tasas de crecimiento^e						
1976-1990	9.1	4.4	1.0	6.0	8.3	11.5

^a Corresponden a una tasa de crecimiento de 6% anual del producto interno bruto.

^b A la serie de consumo no duradero se aplicó una tasa de crecimiento de 1%, lo cual es compatible con tasas esperadas de crecimiento de 6 y 4.5% en el producto interno bruto global y el valor bruto de la producción agrícola, respectivamente.

Por su parte, la proyección de bienes de consumo duraderos se hizo aplicando una elasticidad unitaria con respecto al PIB total (ver el Apéndice Metodológico).

^c La proyección hasta 1981 se obtiene aplicando valores de la elasticidad de las importaciones de bienes intermedios respecto al producto interno bruto, que se reducen paulatinamente de un nivel de 1.37, que fue el obtenido mediante ajuste de regresión y el utilizado para obtener la proyección de 1976, hasta llegar a la unidad para la proyección de 1981. Las proyecciones de los años subsiguientes se obtienen aplicando una elasticidad unitaria.

^d Se aplicó una elasticidad de 1.52 resultante de las tasas de crecimiento esperadas entre las importaciones de bienes de capital e inversión bruta total fija (ver el Apéndice Metodológico).

^e Calculadas a base del promedio de tasas anuales.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos del cuadro II-5 y otra información proveniente de las fuentes que se consignan en el mismo cuadro.

mercancías indica que bajo la hipótesis de crecimiento de 6.5% anual, -- aquellas pueden redituarse ingresos a la economía cercanos a los 8,000 millones de dólares para 1990 (cuadro XVI). De lo anterior resulta un saldo desfavorable en el comercio exterior, el cual se examina a varios niveles. En primer término, con tasas de crecimiento de 6% anual para el producto interno bruto y de 6.5% para las exportaciones. -

Se produce un déficit en la cuenta de mercancías que hacia 1990 - supera los 15,000 millones de dólares (cuadro XVII).

Por su parte, la proyección de los servicios no financieros en conjunto exhibe un saldo positivo cercano a los 6,000 millones de dólares - (cuadro XVIII) para el año final de la proyección, principalmente originados en el turismo y en los componentes importantes de otros servicios - no financieros, tales como las transacciones fronterizas y los ingresos -- por maquila. La consolidación de ambos saldos arroja todavía un déficit en la balanza de mercancías y servicios no financieros del orden de --- 10,000 millones de dólares hacia 1990 que, además, llega a representar cerca de 60% de los ingresos totales por las exportaciones de mercancías y servicios no financieros hacia este año (cuadro XIX).

En el mismo cuadro se resume la situación del déficit del sector - externo. Como puede apreciarse, la magnitud relativa del déficit se incrementa considerablemente, de alrededor del 30% que representa en la actualidad, y la carga del 60% proyectada constituye una proporción de -- demasiado elevada y de financiamiento difícil de concebir. Esto significa - que es necesario buscar otras soluciones para superar un déficit de esa dimensión.

CUADRO XVI
MEXICO: PROYECCION DE LAS EXPORTACIONES
DE MERCANCIAS, 1978, 1980, 1985 Y 1990
(Millones de dólares de 1974)^a

Conceptos	1978	1980	1985	1990
Hipótesis de crecimiento según tasas anuales de crecimiento de:				
5.5%	3 529	3 928	5 134	6 710
6.5%	3 666	4 158	5 697	7 805
7.5%	3 804	4 396	6 311	9 060

^a Las exportaciones de 1974 fueron de 2 849 millones de dólares.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUFI.

CUADRO XVII

MEXICO: PROYECCION DE LA BALANZA DE
MERCANCIAS, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS,
1978, 1980, 1985 Y 1990 ^a

(Millones de dólares de 1974)

Conceptos	1974 ^b	1978	1980	1985	1990
Exportaciones	2 849	3 666	4 158	5 697	7 805
Importaciones	6 056	8 354	9 920	15 177	23 550
Saldo	-3 207	-4 688	-5 762	-9 480	-15 745

^a Corresponde a un crecimiento de 6% anual del producto interno bruto y de 6.5% de las exportaciones.

^b Cifras observadas.

CUADRO XVIII

MEXICO: PROYECCION DE LA BALANZA DE SERVICIOS NO FINANCIEROS, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS, 1978, 1980, 1985 Y 1990 ^a

(Millones de dólares de 1974)

Conceptos	1974 ^b	1978	1980	1985	1990
Ingresos	2 658	3 054	3 633	5 678	9 065
Egresos	1 154	1 481	1 664	2 227	2 980
Saldo	1 504	1 573	1 969	3 451	6 085

^a Corresponde a un crecimiento del producto interno bruto de 6% anual.

^b Cifras observadas.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUFI.

CUADRO XIX

MEXICO: PROYECCION DE LA BALANZA DE MERCANCIAS Y SERVICIOS NO FINANCIEROS, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS, 1980, 1985 Y 1990

(Millones de dólares de 1974)^a

Conceptos	1974 ^b	1980	1985	1990
Importación de mercancías	6 056	9 920	15 177	23 550
Exportación de mercancías ^c	2 849	4 158	5 697	7 805
Déficit de mercancías	3 207	5 762	9 480	15 745
Superávit en la cuenta de servicios no financieros	1 504	1 969	3 451	6 085
Déficit de mercancías y servicios no financieros	1 703	3 793	6 029	9 660
Exportación de mercancías y servi- cios no financieros	5 507	7 791	11 375	16 870
Déficit de mercancías y servicios no financieros en relación a ex- portaciones totales (%)	30.9	48.7	53.0	57.3

^a Corresponde a un crecimiento del producto interno bruto de 6.0% anual.

^b Cifras observadas.

^c Suponiendo un crecimiento de las mismas de 6.5% anual.

FUENTE: Cuadros VII-7 y VII-8.

MEXICO: PROYECCION ALTERNATIVA DE LAS IMPORTACIONES, POR TIPO DE DEMANDA, 1976-1990^a

(Millones de dólares de 1974)

Años	Total	Bienes de consumo ^b			Bienes intermedios ^c	Bienes de capital ^d
		Total	No duraderos	Duraderos		
1976	6 908	1 398	566	832	2 884	2 626
1977	7 461	1 456	585	873	3 126	2 877
1978	8 033	1 523	606	917	3 361	3 149
1979	8 638	1 590	627	963	3 600	3 448
1980	9 273	1 660	649	1 011	3 837	3 776
1981	9 959	1 733	672	1 061	4 091	4 135
1982	10 699	1 810	695	1 115	4 361	4 528
1983	11 496	1 890	720	1 170	4 648	4 958
1984	12 358	1 974	745	1 229	4 955	5 420
1985	13 288	2 061	771	1 290	5 282	5 945
1986	14 294	2 153	798	1 355	5 631	6 510
1987	15 380	2 249	826	1 423	6 003	7 128
1988	16 553	2 349	855	1 494	6 399	7 805
1989	17 821	2 453	885	1 568	6 821	8 547
1990	19 193	2 563	916	1 647	7 271	9 359
Tasas de crecimiento						
1976-1990	7.5	4.4	3.5	5.0	6.8	9.5

^a A una tasa de crecimiento del producto interno bruto de 5% anual.

^b A la serie de consumo no duradero se aplicó una tasa de crecimiento de 3.5% anual, lo cual es compatible con una tasa de crecimiento del sector agropecuario de 3.5% anual. A los bienes de consumo duraderos se aplicó una elasticidad unitaria con respecto al producto interno bruto.

^c Para 1976 la elasticidad con respecto al producto interno bruto manufacturero es de 1.37. Dicha elasticidad disminuye paulatinamente hasta 1.05 en 1980, permaneciendo en ese nivel para el resto del periodo.

^d Se aplicó una elasticidad de 1.52 con respecto a la inversión total.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI.

Los serios problemas de comercio exterior que implica el crecimiento de las importaciones y del déficit, se deben, en buena medida, al rezago de las industrias metal-mecánicas en la producción de bienes de capital, tal como puede observarse en el cuadro XX, el déficit que originan las industrias metalmecánicas representan una proporción elevada y creciente del déficit de mercancías de la economía mexicana. Con más detalle en los cuadros XXI y XXII se ilustra que componentes de dichas industrias contribuyen al déficit comercial del sector. Más de la mitad del déficit tiene como origen importaciones de maquinaria no eléctrica, es decir precisamente el sector cuyo rezago era visible y ha sido señalado. En el cuadro XXIII se aprecia que más del 70% del déficit se debe a la carencia de una producción adecuada de los bienes de inversión nacionales. Una proporción menor del déficit se origina en la carencia de bienes intermedios.

5.2.- Generación de Empleos

Uno de los efectos más significativos que tiene el fortalecer la industria de bienes de capital está íntimamente relacionado con la generación de empleos. Esta actividad, al contrario de lo que comúnmente se acepta, es una de las más intensivas en mano de obra. Presenta así una importancia vital dada la magnitud que tiene el problema del desempleo en la economía mexicana.

Conviene examinar el caso de Estados Unidos, país donde el factor abundante es el capital y el escaso, la mano de obra. En este país, la mayor parte de la generación de empleos, 38% de la ocupación manufac-

CUADRO XX
**MEXICO: PARTICIPACION DEL SECTOR METAL-
MECANICO EN EL DEFICIT DE LA BALANZA
DE MERCANCIAS, EN HIPOTESIS DE
PROGNOSIS, 1980, 1985 Y 1990**

(Millones de dólares de 1974)

Conceptos	1974	1980	1985	1990
Deficit de la balanza de mercancías	3 207	5 762	9 480	15 745
Déficit comercial del sector metalmeccánico	1 890	3 650	6 600	12 230
% sector metalmeccánico	59	63	70	78

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUFI.

CUADRO XXI

MEXICO: ESTRUCTURA DEL DEFICIT COMERCIAL DEL SECTOR METALMECANICO, POR GRUPOS DE ORIGEN, EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS, 1980, 1985 Y 1990

(Millones de dólares de 1974 y porcentos)

CMAE	Grupos de origen	1974	1980	1985	1990
	DEFICIT COMERCIAL DEL SECTOR METALMECA- NICO	1 890	3 650	6 600	12 230
	%	100.0	100.0	100.0	100.0
35	Productos metálicos	4.7	3.8	4.2	4.5
36	Maquinaria no eléc- trica	51.7	52.8	52.4	51.2
37	Maquinaria eléctrica	14.7	16.3	16.4	16.3
38	Equipo de trans- porte	28.9	27.1	27.0	28.0

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de
Capital NAFINSA-ONUDI.

CUADRO XXII
MEXICO: ESTRUCTURA DEL DEFICIT COMERCIAL
DEL SECTOR METALMECANICO, POR DESTINO,
EN HIPOTESIS DE PROGNOSIS,
1980, 1985 Y 1990

(Millones de dólares de 1974 y porcentos)

Destino	1974	1980	1985	1990
DEFICIT COMERCIAL DEL SECTOR METALMECA- NICO	1 890	3 650	6 600	12 230
%	100.0	100.0	100.0	100.0
Bienes de consumo	9.3	9.4	8.7	8.2
Bienes Intermedios	15.4	16.5	17.7	18.6
Bienes de inversión	75.3	74.1	73.6	73.2

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI.

CUADRO XXIII

MEXICO: INDUSTRIA METALMECANICA. PARTICIPACION DE LOS PRINCIPALES INDICADORES, POR SECTOR DE DESTINO, EN LOS CENSOS DE 1960 Y 1970

(Personas y miles de pesos corrientes)

Sector de destino, grupos y clases CMAE	1 9 6 0			1 9 7 0			Tasa de crecimiento anual %		
	Personal ocupado	Capital invertido	Valor de producción	Personal ocupado	Capital invertido	Valor de producción	Personal ocupado	Capital invertido	Valor de producción
INDUSTRIA METALMECANICA	120 484	7 038 517	8 173 007	299 835	29 471 225	40 379 587	9.5	15.4	17.3
a) Bienes de consumo	38 262	2 134 462	3 646 968	70 658	8 856 355	17 743 923	6.2	15.3	17.1
b) Bienes de capital	82 222	4 904 055	4 526 039	229 177	20 614 870	22 635 664	10.8	15.4	17.5
1. Bienes intermedios	64 762	3 989 261	3 732 449	189 243	16 074 749	17 154 101	11.3	15.0	16.5
2. Bienes de inversión	17 460	914 794	793 590	39 934	4 540 121	5 481 563	8.6	17.4	21.3
35 PRODUCTOS METALICOS	57 638	2 720 964	2 643 593	121 523	9 130 011	11 723 978	7.7	12.8	15.8
a) Bienes de consumo	15 244	518 371	659 394	33 550	2 640 826	3 521 268	8.2	17.7	18.2
3511	668	26 577	19 887	1 621	156 367	228 014	9.3	19.4	27.6
3513	2 489	12 307	108 203	3 869	406 814	351 133	4.5	4.9	12.5
3518	171	46 612	39 494	4 235	198 915	239 875	37.8	16.8	19.8
3521	10 775	371 037	449 888	22 048	1 753 781	2 520 184	7.4	16.8	18.8
3544	1 141	61 838	41 842	1 777	124 949	182 262	4.5	7.3	15.9
b) Bienes de capital	42 394	2 202 593	1 984 199	87 973	6 489 185	8 202 708	7.8	11.4	15.2
1. Bienes intermedios	39 521	8 064 108	1 892 911	79 452	5 528 445	7 081 016	7.2	10.4	14.1
3513	—	—	—	3 669	406 614	351 133	—	—	—
3514	686	181 481	190 018	877	80 891	95 565	2.8	7.8	6.6
3517	9 198	137 782	178 122	16 083	325 349	634 275	5.7	9.0	13.5
3531	5 141	229 478	250 478	17 039	1 262 959	1 345 158	12.7	18.6	18.7
3541	6 309	379 103	484 704	10 359	964 341	1 232 090	2.2	9.8	9.8
3542	3 713	122 101	183 419	6 486	742 456	998 549	5.7	19.8	18.5
3543	2 042	101 984	160 633	6 699	450 277	1 114 921	12.6	18.6	21.4
3545	2 589	75 798	128 311	4 754	348 988	568 277	6.3	16.5	16.0
3547	3 223	99 628	115 755	9 501	792 831	768 012	11.4	23.2	20.8
3549	4 083	214 593	195 555	5 874	360 250	478 169	3.7	5.3	9.4
Ajuste	558	523 180	5 918	(1 869)	(206 611)	(501 133)	—	—	—
2. Bienes de inversión	2 873	138 485	91 288	8 521	960 740	1 121 692	9.4	18.9	22.0
3512	1 312	50 294	34 705	5 587	550 618	540 359	15.6	27.0	31.6
3546	1 561	88 191	56 583	2 934	410 122	581 333	6.5	16.6	21.0
Ajuste	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38 MAQUINARIA NO ELECTRICA	7 568	216 368	505 558	19 669	1 943 415	2 109 799	10.0	24.5	15.4
a) Bienes de consumo	302	9 846	13 746	1 886	188 462	228 281	20.0	34.5	32.4
b) Bienes de capital	7 266	206 722	491 812	17 803	1 758 953	1 881 518	9.4	23.9	14.4
1. Bienes intermedios	5 489	102 238	394 153	11 952	797 202	741 148	8.1	22.8	6.5
3658	280	9 293	6 998	987	261 910	203 698	13.2	39.8	40.1
3659	5 508	102 589	400 701	12 231	721 754	765 731	6.3	21.5	6.7
Ajuste	(299)	(9 846)	(13 548)	(1 246)	(186 462)	(228 281)	—	—	—

turera, está asociada con la industria metal mecánica, que emplea los mejores volúmenes de mano de obra. En la metalmecánica, con exclusión de la industria automotriz, el valor de la maquinaria por hombre ocupado fluctuaba entre 4,500 y 7,600 dólares en 1973, y en la rama automotriz dicha proporción ascendía a cerca de 12,300 dólares, mientras en otras industrias, digamos la química, se situaba en 36,200 dólares. Esto significa que pese a los avances tecnológicos alcanzados por Estados Unidos, estructuralmente las técnicas productivas de la metalmecánica están asociados con el uso intensivo de la mano de obra y no con el capital.

Es cierto que los países industrializados han efectuado avances tendientes a sustituir mano de obra por capital pero no han logrado consolidar este propósito, pues la industria metal mecánica requiere todavía -- menos capital que otros sectores productivos y necesita relativamente -- una abundancia de mano de obra, que es precisamente el factor escaso -- en las naciones desarrolladas y el abundante en los países en vías de -- desarrollo.

No debe pasar desapercibido, sin embargo el hecho de que la mano de obra que se requiere necesita ser calificada y especializada, condición que no se ha alcanzado adecuadamente en México. En consecuencia, la magnitud y eficacia de los programas de capacitación de mano de obra constituyen condiciones estratégicas para favorecer el desarrollo de las industrias relacionadas con los bienes de capital a través de los niveles adecuados de competitividad y eficiencia productiva que permitan un firme acceso a los mercados internacionales.

En relación a la absorción de mano de obra dentro del sector metalmeccánico se observa que es la industria de bienes intermedios y de inversión la que alcanza mayor significación. En efecto en 1970 la industria metal mecánica generó cerca de 300,000 empleos (excluyendo los servicios de reparación), de los cuales 76% (229,177 empleos) correspondió al grupo de bienes de inversión e intermedios mientras que al de consumo correspondía 24% (cuadro XXIII).

Es importante resaltar este hecho, ya que, unido a los datos del valor promedio de capital por obrero, confirma que los bienes de capital son más intensivos en el uso de la mano de obra que los de consumo. Así, mientras en los bienes de capital el valor del capital invertido por obrero ascendía a cerca de 90,000 pesos, en el caso de los bienes de consumo se elevaba a poco más de 126,000 (cuadro XXIII).

Entre las ramas de bienes de capital, es el sector de productos metálicos el que más contribuye a la generación de empleos con cerca de 88,000 ocupados (38% del total de los bienes de capital), seguido por la fabricación de artículos eléctricos (35%) equipo de transporte (20%) y maquinaria y equipo no eléctrico (7%).

5.3. - Dinámica del Mercado Interno

El dinamismo de la demanda de bienes de capital está determinado por el ritmo de crecimiento de la inversión y por las variaciones que experimenta la componente de maquinaria y equipo en dicha inversión. Debido a estos factores estructurales asociados a la composición sectorial de inversión y a la naturaleza del progreso técnico, se verifica que

la demanda de bienes de capital en numerosos países se expande más rápidamente que la inversión, la que crece, a su vez, con mayor velocidad que el producto bruto cuadro XXIV. En el caso de México se comprende claramente este fenómeno, ya que la elasticidad de crecimiento de la inversión respecto al producto es de 1.25 y la elasticidad de las importaciones de bienes de capital respecto a la inversión de 1.77 (cuadro XI).

Por todo esto, es conveniente estudiar el dinamismo de la demanda de bienes de capital dentro del marco más amplio de la rama metal mecánica, para lo cual se concentra la atención en el período reciente 1970-1974.

Se observa (cuadro XXV) que en este período la demanda interna del conjunto de la metal mecánica se expande con una tasa promedio anual de 12%, que resulta de combinar el rápido crecimiento de la demanda de material y equipo de transporte (15.6% anual) con el relativamente uniforme y más bajo crecimiento de las otras tres ramas de 10.5% anual, resultante de los siguientes incrementos: productos metálicos 9.8%

Maquinaria no eléctrica y maquinaria eléctrica, 11%. En ese período la demanda de material y equipo de transporte, factor esencial del dinamismo del sector, elevó su participación de 30 a 34% de la demanda interna total de la metal mecánica.

El grupo de construcción de maquinaria no eléctrica está constituido fundamentalmente por bienes de inversión (71%) algunos bienes intermedios (principalmente rodamientos, filtros y algunas bombas y válvulas que en conjunto representan 27% y por una proporción menor de bienes de consumo de 2% (máquinas de coser domésticas).

CUADRO XXV
MEXICO: DEMANDA INTERNA DEL SECTOR METALMECANICO, 1970-1974

(Millones de pesos)

CMAE	Grupos	Precios de 1974					Estructura %					Tasa de crecimiento %				Promedio 1970-1974
		1970	1971	1972	1973	1974	1970	1971	1972	1973	1974	1971	1972	1973	1974	
TOTAL SECTOR METALMECANICO		77 126	80 223	90 499	104 283	121 115	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	4.0	12.8	15.2	16.1	12.0
35	Productos metálicos	21 871	23 441	26 007	28 717	31 750	28.4	29.2	28.7	27.5	26.2	7.2	10.9	10.4	10.6	9.8
36	Maquinaria no eléctrica	16 151	16 563	18 730	21 071	24 447	20.9	20.6	20.7	20.2	20.2	2.5	13.1	12.5	16.0	11.0
37	Maquinaria eléctrica	15 629	16 523	19 144	21 982	23 618	20.3	20.6	21.2	21.1	19.5	5.7	15.9	14.8	7.4	11.0
38	Material y equipo de transporte	23 475	23 696	26 618	32 513	41 300	30.4	29.6	29.4	31.2	34.1	0.9	12.3	22.1	27.0	15.6

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos de la Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística. VIII y IX Censos Industriales, 1966 y 1971; *Estadística Industrial Anual*, 1970 a 1974; y *Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*, 1970 a 1974.

CUADRO XXIV

PARTICIPACION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO EN LA FORMACION BRUTA DE CAPITAL FIJO EN ALGUNOS PAISES, 1960 Y 1970

(Porcientos)

Países	BC/FBCF		Crecimiento 1960-1970		
	1960	1970	PNB	FBCF	BC
Bélgica	39.3	44.7	4.9	5.3	6.7
Francia	44.7	45.3	5.8	8.9	9.1
Alemania, Rep. Fed.	43.2	50.7	4.8	5.7	7.3
Holanda	48.7	50.4	5.3	7.0	7.4
Dinamarca	51.4	52.1	4.9	7.4	7.5
Finlandia	39.7	37.5	5.1	4.0	3.4
Noruega	48.5	49.9	5.0	5.4	5.7
Portugal	47.0	46.2	6.2	6.7	8.0
Suecia	36.3	36.9	4.4	5.0	5.2
Reino Unido	50.8	51.1	2.7	4.5	4.6
España	46.9	53.7	7.5	10.3	11.8
Canadá	32.2	38.0	5.1	5.2	8.5
Estados Unidos	35.5	43.4	3.9	3.7	5.8

Claves: BC = bienes de capital; FBCF = formación bruta de capital fijo; PNB = producto nacional bruto.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUUDI, a base de datos de Naciones Unidas, Comisión Económica para Europa. *Role and Place of Engineering Industries in National and World Economies*. Nueva York, 1974; pág. 29.

Los bienes de inversión de esta rama cuya demanda interina presenta mayor dinamismo son los siguientes (cuadro XXVI) maquinaria y equipo para las industrias petrolera, de construcción y minería (18.1% de incremento anual), maquinaria para trabajar metales (13.7%) y grúas (13.7%).

La demanda por el conjunto de los bienes de inversión incluidos en la rama de maquinaria no eléctrica presenta una tasa de crecimiento anual de 11.5%, levemente superior a la del conjunto de la rama que es de 11%. Es esta rama donde la componente de importación es más elevada, para 1974 alcanza un nivel de 60.2% frente a 42.8% para el conjunto de los bienes de inversión.

Los casos de menor desarrollo de la oferta interna se presentan en las máquinas herramientas, donde el coeficiente de abastecimiento -- importado de la demanda interna se eleva a 87.2%, maquinaria para la industria de alimentos y bebidas, 86.9% maquinaria para las industrias petrolera, de construcción y minería, 66.8%; y maquinaria para industrias específicas, 100%. Es interesante destacar el hecho de que en máquinas-herramienta y en máquinas para las industrias petrolera de construcción y minería, el crecimiento de la demanda interna es particularmente elevado: las elasticidades de la demanda nacional respecto al producto interno son respectivamente de 2.3 y 3 (cuadro XXVII).

En el grupo de maquinaria eléctrica los bienes de inversión representan una proporción relativamente baja de la demanda interna, 33.3% y sus rubros principales son la fabricación de motores, generadores, -

CUADRO XXVI
MEXICO: DEMANDA INTERNA DE MAQUINARIA NO ELECTRICA, 1970-1974

(Millones de pesos)

CMAE	Clases	Precios de 1974					Estructura %					Tasa de crecimiento %					Promedio 1970-1974
		1970	1971	1972	1973	1974	1970	1971	1972	1973	1974	1971	1972	1973	1974		
36	MAQUINARIA NO ELECTRICA	16 151	16 563	18 730	21 071	24 447	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	2.5	13.1	12.5	16.0	11.0	
3611	Maquinaria e implementos agrícolas	1 326	1 480	1 868	1 856	2 495	8.2	3.9	10.0	8.8	10.2	11.5	26.2	— 0.6	34.4	17.9	
3621	Maquinaria para trabajar madera y metal	992	1 019	1 021	1 218	1 616	6.1	6.2	5.5	5.8	6.6	2.7	0.2	19.3	32.7	13.7	
3631	Maquinaria y equipo para preparar alimentos y bebidas	476	506	501	606	667	2.9	3.1	2.7	2.9	2.7	6.3	— 0.9	21.0	10.1	9.1	
3632	Maquinaria y equipo para industrias petrolera, de construcción y minería	1 283	1 174	1 692	2 198	2 348	7.9	7.1	9.0	10.4	9.6	— 8.5	44.1	30.0	6.8	18.1	
3633*	Maquinaria para industrias específicas	2 606	2 619	2 744	2 686	3 669	16.1	15.8	14.7	12.6	15.0	0.5	4.8	— 2.1	36.6	10.0	
3641	Máquinas de oficina, cálculo y contabilidad	1 331	1 494	1 806	1 729	1 997	8.2	9.0	9.6	8.2	8.2	12.2	20.8	— 4.2	15.4	11.1	
3651	Máquinas de coser	418	449	453	489	563	2.6	2.7	2.4	3.7	2.3	7.4	1.1	7.7	15.1	7.8	
3652	Remolques, grúas y otras máquinas para transportar y levantar	913	1 024	1 117	1 364	1 521	5.7	6.2	6.0	6.5	6.2	12.2	9.1	22.0	11.6	13.7	
3653	Bombas, compresores y similares	1 299	1 341	1 429	1 659	1 784	8.0	8.1	7.6	7.9	7.3	3.2	6.6	16.1	7.5	8.3	
3654	Válvulas	1 050	1 112	1 177	1 300	1 397	6.5	6.7	6.3	6.2	5.7	6.0	5.8	10.4	7.5	7.4	
3655	Filtros y separadores de líquidos y gases	321	324	383	347	403	2.0	2.0	2.0	1.6	1.6	0.9	18.2	— 9.4	16.1	6.5	
3656	Motores, excepto de vehículos automóviles	1 448	1 139	1 414	2 161	2 193	9.0	6.9	7.5	10.3	9.0	— 21.3	24.1	52.8	1.5	14.3	
3657	Otra maquinaria y equipo	1 478	1 522	1 605	1 758	1 884	9.2	9.2	8.6	8.2	7.7	2.9	5.4	9.5	7.2	6.3	
3659	Talleres de reparación de maquinaria y equipo que fabrican partes y piezas de refacción	1 210	1 360	1 520	1 700	1 910	7.5	8.2	8.1	8.1	7.8	12.4	11.8	11.8	12.3	12.1	

* La Igualación entre demanda interna e importación resulta de haber equiparado el valor bruto de la producción con las exportaciones, debido a la dificultad para obtener información confiable respecto al valor bruto de la producción.

NOTA: Debido a las aproximaciones, las sumas no siempre coinciden con el total.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de datos de la Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística, VIII y IX Censos Industriales, 1966 y 1971; Estadística Industrial Anual, 1970 a 1974; y Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1970 a 1974.

CUADRO XXVII

MEXICO: PRINCIPALES INDICADORES DEL COMPONENTE DE IMPORTACION, DE EXPORTACION Y DEL CRECIMIENTO DE LA DEMANDA INTERNA DE MAQUINARIA NO ELECTRICA, 1970-1974

CMAE	Clases	M/DI ^a					X/DI ^b					X/VBP ^c					Elasticidad ^d					Media 1970-1974
		1970	1971	1972	1973	1974	1970	1971	1972	1973	1974	1970	1971	1972	1973	1974	1970	1971	1972	1973	1974	
36	MAQUINARIA NO ELECTRICA	.514	.467	.474	.509	.550	.021	.030	.032	.050	.049	.043	.054	.059	.094	.102	0.7	1.8	1.4	2.7	1.8	
3611	Maquinaria e implementos agrícolas	.333	.234	.203	.198	.299	.007	.011	.011	.012	.020	.010	.014	.014	.014	.028	3.4	3.6	— 0.1	5.8	3.0	
3621	Maquinaria para trabajar madera y metal	.850	.837	.795	.807	.872	.002	.014	.001	.011	.058	.014	.078	.005	.057	.310	0.8	—	2.5	5.5	2.3	
3631	Maquinaria y equipo para preparar alimentos y bebidas	.866	.844	.822	.852	.869	.002	.002	.002	—	.005	.018	.015	.012	—	.033	1.9	— 0.1	2.8	1.7	1.5	
3632	Maquinaria y equipo para industrias petrolera, constructora y minería	.551	.516	.612	.653	.668	.002	.002	.002	.004	.009	.004	.004	.006	.011	.026	— 2.5	6.1	3.9	1.2	3.0	
3633	Maquinaria para industrias específicas	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.069	.077	.083	.088	.131	—	—	—	—	—	0.1	0.7	— 0.3	6.2	1.7	
3641	Máquinas de oficina, cálculo y contabilidad	.348	.325	.364	.417	.423	.030	.041	.062	.273	.119	.044	.057	.088	.318	.171	3.6	2.8	— 0.6	2.6	1.8	
3651	Máquinas de coser	.141	.156	.187	.239	.283	.002	.002	.002	.014	.004	.003	.003	.003	.018	.005	2.2	0.1	1.1	2.5	1.3	
3652	Remolques, grúas y otras máquinas para transportar y levantar	.275	.240	.193	.222	.336	.002	.002	.008	.007	.006	.004	.003	.009	.009	.009	3.6	1.2	2.9	1.9	2.3	
3653	Bombas, compresores y similares	.433	.399	.427	.479	.518	.005	.004	.001	.004	.006	.009	.006	.002	.006	.012	0.9	0.9	2.1	1.3	1.4	
3654	Válvulas	.117	.095	.126	.181	.252	.012	.022	.002	.027	.039	.014	.024	.002	.032	.050	1.8	0.8	1.4	1.3	1.2	
3655	Filtros y separadores de líquidos y gases	.162	.138	.250	.164	.245	.003	.003	.008	.029	.015	.003	.003	.011	.032	.019	0.3	2.5	— 1.2	2.7	1.1	
3656	Motores, excepto para vehículos automóviles	.823	.757	.752	.804	.749	.046	.117	.134	.059	.045	.161	.324	.350	.231	.152	— 6.3	3.3	6.9	0.3	2.4	
3657	Otra maquinaria y equipo	.393	.356	.388	.441	.499	.014	.020	.017	.055	.067	.023	.030	.028	.090	.118	0.9	0.8	1.3	1.2	1.0	
3659	Talleres de reparación de maquinaria y equipo que fabrican partes y piezas de refacción	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.6	1.6	1.6	2.1	2.0	

^a Razón de importaciones a demanda interna.

^b Razón de exportaciones a demanda interna.

^c Razón de exportaciones a valor bruto de la producción.

^d Elasticidad de la demanda interna respecto al producto interno bruto.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Censos de Capital NAFINSA-ONU/DI, a base de datos de la Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística VIII y IX Censos Industriales, 1966 y 1971.

transformadores y ciertos equipos eléctricos industriales, como aparatos de soldadura.

En la demanda interna de equipo de transporte los bienes de inversión representan una proporción elevada que alcanza 40.1% de la total y sus representantes principales son la construcción y reparación de embarcaciones, la fabricación de equipo ferroviario y la producción de camiones y buses. Esta rama es la que presenta el mayor dinamismo, pues su demanda crece a un ritmo de 18.8%, que es la tasa más alta en el conjunto de los bienes de capital. La tasa de estos es de 13.6% y la del conjunto del equipo de transporte, 15.6% (cuadros XXVIII y XXIX).

Se destacan entre otros los hechos siguientes:

1).- El crecimiento de la demanda interna de bienes de capital --- (13.6% al año) es más acentuado que el de la rama metal-mecánica en conjunto (12%); 2) los bienes de inversión de la rama de equipo de transporte son aquellos cuya demanda presenta el crecimiento más rápido -- (18.8% ver sus 13.6% para el conjunto de los bienes de capital); 3) la componente de importación de la demanda interna es significativamente más alta en los bienes de inversión que en el conjunto de la rama metal mecánica (40.6% ver sus 21.6%). En los bienes intermedios, el coeficiente de importación es de 11.6% y en los metal mecánicos de consumo de 10.2%; 4) el coeficiente de abastecimiento importado de la demanda interna más elevado se presenta en la rama de maquinaria no eléctrica - donde alcanza 60.2%, nivel que se explica principalmente por el escaso desarrollo de la producción de máquinas herramienta, maquinaria para -

CUADRO XXVIII
MEXICO: DEMANDA INTERNA DE MATERIAL Y EQUIPO DE TRANSPORTE, 1970-1974

(Millones de pesos)

CMAE	Clases	Precios de 1974					Estructura %					Tasa de crecimiento %				Promedio 1970-1974
		1970	1971	1972	1973	1974	1970	1971	1972	1973	1974	1971	1972	1973	1974	
38	MATERIAL Y EQUIPO DE TRANSPORTE	23 475	23 696	26 618	32 513	41 300	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.9	12.3	22.1	27.0	15.6
3811	Construcción y reparación de embarcaciones	588	402	647	909	2 031	2.5	1.7	2.5	2.8	4.9	-31.6	61.0	40.5	123.4	48.3
3821	Construcción y reparación de equipo ferroviario	1 644	1 139	1 230	1 919	2 961	7.0	4.8	4.6	5.9	7.2	-30.7	8.0	56.0	54.3	21.9
3831	Vehículos automotrices, tractocamiones para trailers	13 473	14 340	15 862	19 057	23 157	57.4	60.5	59.8	58.6	56.0	6.4	10.6	20.1	21.5	14.6
3832	Carrocerías para vehículos automóviles	647	581	699	750	1 099	2.8	2.4	2.6	2.3	2.7	-10.1	20.3	7.3	46.5	16.0
3833	Motores para vehículos automóviles	1 100	1 471	1 680	1 829	2 140	4.7	6.2	6.3	5.8	5.2	33.6	14.2	8.9	16.9	18.4
3834	Accesorios, refacciones y partes para vehículos automóviles	4 663	4 827	5 412	6 602	8 257	19.9	20.4	20.3	20.6	20.0	3.5	12.1	23.5	23.6	15.7
3841 y 3842	Motocicletas, similares y refacciones	595	651	724	759	840	2.5	2.8	2.7	2.3	2.0	9.4	11.1	5.0	10.7	9.0
3843	Vehículos de tracción animal y propulsión a mano	88	91	109	130	125	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	5.8	19.8	19.3	-3.8	10.3
3880*	Aviones y sus partes	679	194	255	478	690	2.9	0.8	0.9	1.5	1.7	-71.4	31.4	87.5	44.3	22.9

* La igualación entre demanda interna e importación resulta de haber equiparado el valor bruto de la producción con las exportaciones, debido a la dificultad para obtener información confiable respecto al valor bruto de la producción.

NOTA: Debido a las aproximaciones, las sumas no siempre coinciden con el total.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUUDI, a base de datos de la Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística. VIII y IX Censos Industriales, 1966 y 1971; Estadística Industrial Anual, 1970 a 1974; y Anuario Estadístico del Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, 1970 a 1974.

CUADRO XXIX

MEXICO: TASAS DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA INTERNA DEL SECTOR METALMECANICO,
POR ORIGEN Y DESTINO, 1970-1974

(Porcientos a base de pesos de 1974)

CMAE	Conceptos *	T o t a l					Bienes de consumo				
		1971	1972	1973	1974	Promedio 1970-1974	1971	1972	1973	1974	Promedio 1970-1974
TOTAL SECTOR METALMECANICO											
	DI	4.0	12.8	15.2	16.1	12.0	7.1	11.9	13.4	13.3	11.4
	VBP	8.1	9.8	15.6	15.1	12.5	7.0	7.4	17.3	15.7	11.9
	M	- 8.7	27.1	19.0	20.6	14.5	10.0	61.0	2.4	- 9.1	16.1
	X	38.1	25.7	59.8	25.9	37.4	52.3	59.6	320.3	- 0.3	108.0
35	PRODUCTOS METALICOS										
	DI	7.2	10.9	10.4	10.6	9.8	10.4	10.8	10.2	11.5	10.7
	VBP	8.0	10.1	10.7	11.4	10.0	10.7	10.7	10.6	10.9	10.7
	M	- 4.8	36.3	8.0	4.1	10.9	- 13.3	90.8	- 17.0	92.3	35.7
	X	25.0	53.2	16.9	39.0	33.5	25.0	34.0	32.8	- 5.6	21.6
36	MAQUINARIA NO ELECTRICA										
	DI	2.5	13.1	12.5	16.0	11.0	5.6	- 2.9	1.4	6.7	2.7
	VBP	13.2	12.5	9.1	4.7	9.9	5.6	- 2.6	2.7	5.3	2.7
	M	- 6.6	14.7	20.8	25.4	13.6	-	-	-	-	-
	X	42.2	22.0	73.8	14.6	38.2	-	200.0	350.0	- 71.4	119.6
37	MAQUINARIA ELECTRICA										
	DI	5.7	15.9	14.8	7.4	11.0	3.2	18.1	17.5	7.4	11.0
	VBP	6.9	7.4	21.9	6.8	10.8	3.0	5.6	24.4	9.1	10.9
	M	4.1	66.1	- 1.5	3.8	18.1	11.7	453.1	- 29.1	- 11.3	106.1
	X	126.2	10.3	35.2	53.2	56.2	-	40.0	89.3	50.9	45.1
38	MATERIAL Y EQUIPO DE TRANSPORTE										
	DI	0.9	12.3	22.1	27.0	15.6	8.1	10.1	12.9	19.3	12.8
	VBP	7.4	10.1	19.9	24.0	15.4	7.9	7.3	17.8	26.0	14.7
	M	- 18.7	25.4	34.6	26.4	16.9	10.3	23.7	16.1	- 16.2	10.0
	X	24.2	24.4	74.4	23.7	36.7	600.0	117.9	744.3	- 3.7	364.6
Bienes intermedios											
Bienes de inversión											
CMAE	Conceptos *	1971	1972	1973	1974	Promedio 1970-1974	1971	1972	1973	1974	Promedio 1970-1974
TOTAL SECTOR METALMECANICO											
	DI	4.4	12.2	14.3	13.3	11.1	1.3	14.2	17.6	21.2	13.6
	VBP	7.7	9.8	13.4	14.0	11.2	10.4	12.5	17.1	16.8	14.2
	M	- 14.7	40.9	26.7	13.1	16.5	- 9.8	17.3	20.6	29.3	14.4
	X	38.2	26.6	29.4	27.2	30.4	36.1	18.8	56.1	39.1	37.5
35	PRODUCTOS METALICOS										
	DI	5.4	9.6	9.3	10.7	8.8	10.9	19.1	17.1	7.9	13.8
	VBP	6.2	9.5	10.2	11.2	9.3	14.5	13.8	14.5	13.9	14.2
	M	- 11.7	36.0	- 13.5	16.7	6.9	1.1	34.6	24.8	- 5.4	13.8
	X	27.5	61.4	10.2	52.1	37.8	10.0	-	111.1	31.6	33.2
36	MAQUINARIA NO ELECTRICA										
	DI	- 2.8	13.5	24.6	8.2	10.9	4.5	13.4	8.4	19.5	11.5
	VBP	13.1	9.8	8.1	8.8	10.0	14.4	14.4	9.8	3.2	10.5
	M	- 20.4	21.5	49.8	6.8	14.4	- 2.6	13.1	13.2	31.8	13.9
	X	96.3	21.1	- 9.2	- 2.3	26.5	25.4	22.1	113.2	18.7	44.9
37	MAQUINARIA ELECTRICA										
	DI	4.0	18.2	14.4	9.4	11.5	10.2	13.8	12.1	5.9	10.5
	VBP	7.7	7.6	18.7	8.6	10.6	13.7	10.5	13.4	9.7	11.8
	M	- 21.6	256.3	- 0.8	21.5	63.8	6.4	19.3	8.5	3.3	9.5
	X	171.7	11.1	57.5	21.4	65.4	129.4	1.3	- 29.1	198.2	75.0
38	MATERIAL Y EQUIPO DE TRANSPORTE										
	DI	7.4	13.2	18.5	24.3	15.8	- 10.5	14.0	35.4	36.2	18.8
	VBP	8.7	11.7	19.7	24.8	16.2	4.2	11.5	27.2	30.2	18.3
	M	0.4	32.6	25.7	21.7	20.1	- 39.4	24.1	57.0	55.1	24.2
	X	15.3	20.5	43.0	26.1	26.2	36.7	20.9	- 12.8	80.2	31.2

* Ver sección de símbolos.

FUENTE: Cuadro IV.7.

las industrias alimenticias, petrolera, constructora y minera e industrias especializadas; 5) el mayor coeficiente de importación proviene del hecho de que las importaciones de bienes de inversión representan 75,8% de -- las importaciones totales de la metal-mecánica, al mismo tiempo que su participación en la demanda interna es de 36% y en la producción de sólo 27.2%.

El rápido crecimiento de la demanda interna de bienes de capital - tiene, entre otras, las siguientes implicaciones:

1).- El retraso o insuficiente crecimiento de la oferta nacional de bienes de capital conduce a prever enormes requerimientos de importación que pueden comprometer seriamente la situación de la balanza de - pagos del país.

2).- La ausencia de programación a mediano y largo plazo, unida a la interdependencia entre las distintas plantas que producen bienes de capital puede conducir a frenar o a deteriorar la eficiencia productiva - del conjunto de las empresas del sector, causando sobre dimensionamien- to en determinados procesos y productos e insuficiencias en otros.

5.4. - Magnitud del Mercado Interno

Estructura Sectorial de la Demanda de Bienes de Capital Importados

El sector usuario con el volumen de importación de bienes de inver- sión más elevado es el de construcción y reparación de equipo de trans- porte (2,800 millones de pesos) con 14.6% de las importaciones totales.- Los rubros más importantes son los de los chasis para camiones, ca- mionetas y tractores no agrícolas que representan 41% de las importacio-

nes totales de este sector. El segundo rubro en importancia (19.6%) corresponde al de accesorios, refacciones y partes vgr ejes, cajas de velocidades, mecanismos de dirección y partes para diferencial el 11% adicional lo constituyen las partes para tractores agrícolas y los motores de gasolina y disel que representan 6% cada uno.

Otro gran importador de bienes de inversión es el sector petrolero (Petróleos Mexicanos) cuyas importaciones representan 10% del total de los bienes de inversión adquiridos por México en el exterior, destacan como rubros más importantes los siguientes: las embarcaciones (41%) de sus compras en el exterior; la máquina para movimiento de tierra (7.2%); compresores y ventiladores (5.8%); bombas (5.1%), calderas e intercambiadores de calor (5.1%); turbinas de gas y vapor (4.6%).

El tercer lugar en cuanto a la importancia corresponde al sector de transporte, cuya ponderación en las importaciones totales es de (5.9%). Equipo ferroviario y para metro, locomotoras y carros tanque (62%).

El cuarto lugar corresponde a la generación de electricidad, principalmente a la Comisión Federal de Electricidad, cuyas importaciones representan (5.5%) del total. Los rubros más importantes son turbinas de vapor y sus partes, turbinas de gas y sus partes, turbinas hidráulicas que en conjunto representan (32.8%) de sus importaciones. Los generadores, transformadores e interruptores representan 17.8, 4.8 y 6.4% respectivamente, las calderas y quemadores (14%) y los capacitores de potencia (5%) del total.

El quinto lugar lo ocupa la construcción y reparación de maquinaria no eléctrica con 5.2% de las importaciones totales de bienes de inversión.

Sus rubros principales son: máquinas de contabilidad y estadística 12.1%, tractores agrícolas 10.8%, implementos agrícolas, 8.2%, máquinas de escribir 5.1%, máquinas de cocer 5% y máquinas herramienta 3.1%.

Sexto lugar entre los sectores importadores, se ubica el sector de construcción y reparación de maquinaria eléctrica (4.6%) de las importaciones totales, aparatos de comunicación automática y aparatos teleimpresores, que en conjunto representan 49.8% de sus compras y las partes y componentes para equipo electrónico (14.6%).

El séptimo lugar lo ocupa el sector de hilado y tejido de fibras blandas cuyas importaciones representan 2.4% del total. En este sector el rubro básico es el incluido bajo la denominación de maquinaria para la industria textil, que representa 94.4% de las importaciones totales. Dentro de este rubro aparecen como productos de mayor relevancia la maquinaria para torcer filamentos continuos, las máquinas circulares, las máquinas para bobinar, los telares, las máquinas de hilar fibras y finalmente las de fabricación de fibras textiles sintéticas.

El octavo lugar lo ocupa la fabricación de productos metálicos, cuyas importaciones representan 2.2% de los totales de bienes de capital. Los productos de importación más importantes son las máquina-herramienta (26.4%); los accesorios, refacciones y partes de vehículos (23.9%) las grúas (6.1%), la maquinaria para metalurgia básica (4.4%) y los reductores, rodamientos y calandrias (5.1%).

El noveno lugar lo ocupa el sector siderúrgico y sus importaciones representan el 2.2% del total. Sus rubros más importantes son los de maquinaria para la metalurgia básica (28.3% de sus importaciones), las

máquinas herramienta (15.7%), grúas (9.1%) y equipo ferroviario (8.7%).

Como décimo lugar está el sector de construcción e instalaciones, cuyas importaciones representan 2% del total. El 60% de sus importaciones lo constituye la maquinaria para la extracción, arranque y movimiento de tierra.

La matriz de importación de bienes de capital agrupa a las empresas que importan estos bienes en 46 sectores usuarios, incluido aquel en que están ubicados los importadores que corresponden al sector comercio. Los 10 sectores usuarios con mayor volumen de importaciones de bienes de inversión representan en conjunto 55% de las importaciones totales de bienes de capital. Si a esto se agrega el sector comercio, la proporción se eleva a 65% del total de las importaciones (cuadros XXX y XXXI).

5.5. - Estructura de las Importaciones según tipos de Producto

I). - Equipo Automotriz: Las importaciones de estos bienes representan 15.1% del total de importaciones de bienes de capital. El 78.7% de estas importaciones se destina al sector productor de equipo de transporte y 6% se comercializa a través de importadores. El resto está distribuido en pequeñas proporciones entre los demás sectores. Un rasgo que caracteriza a estas importaciones es el elevado grado de concentración de las empresas usuarias. En efecto, en el caso de los tractores no agrícolas, una sola empresa adquiere 99% de las importaciones y en el caso de los chasis, tres empresas constituyen el destino del 90% de las importaciones.

II). - Máquinas para la industria petrolera, la construcción y la mi

CUADRO XXX

MEXICO: MATRIZ DE IMPORTACIONES DE BIENES DE CAPITAL, POR TIPO DE EMPRESAS USUARIAS, 1974

(Porcientos)

Clave	Ramas de actividad	Total de empresas		Empresas públicas		Empresas privadas		Empresas extranjeras		Resto	
		Composición (%) a	Número de empresas	Composición (%) a	Número de empresas	Composición (%) a	Número de empresas	Composición (%) a	Número de empresas	Composición (%) a	Número de empresas
TOTAL		100.0000	34 715	32.7301	2 420	27.8542	27 053	31.3664	9 594	13.0491	648
01	Agricultura	.8754	280	.5031	36	.3194	217	.0528	27	—	—
02	Ganadería	.0223	31	—	—	.0223	31	—	—	—	—
03	Silvicultura	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
04	Pesca	.4957	119	—	—	.4668	85	.0289	34	—	—
05	Explotación de minas metálicas	.5308	497	.0500	96	.2608	273	.2199	128	—	—
06	Explotación de minerales no metálicos	1.1830	242	.0055	20	.1419*	151	1.0355	71	—	—
07	Extracción y refinación de petróleo	9.8423	216	9.8420	210	—	1	.0002	5	—	—
08	Matanza de ganado y preparación de carnes	.1362	178	.0354	27	.0669	80	.0338	71	—	—
09	Molienda de trigo y nixtamal	.0589	81	—	—	.0446	59	.0142	22	—	—
10	Frutas, legumbres y pescado enlatado	.0237	81	.0056	22	.0058	27	.0122	32	—	—
10 A	Azúcar	.2454	206	.1836	85	.0522	109	.0095	12	—	—
10 B	Oleaginosas	.0111	11	—	—	.0111	11	—	—	—	—
10 C	Otros	.2670	303	.0190	4	.1640	201	.0839	98	—	—
11	Elaboración de bebidas	.4857	414	.0003	4	.2007	271	.1847	139	—	—
12	Manufactura de productos de tabaco	.0030	51	—	—	.0010	6	.0019	45	—	—
13	Hilado y tejido de fibras blandas	2.3844	1 450	.0051	15	2.2495	1 314	.1297	121	—	—
14	Otras industrias textiles	.1426	84	.0946	14	.0431	61	.0048	9	—	—
15	Fabricación de calzado y prendas de vestir	.3801	438	—	2	.2581	326	.1219	110	—	—
16	Industria de la madera y el corcho	.2065	122	.0043	6	.0602	106	.1418	10	—	—
17	Fabricación y productos de papel	1.4235	687	.1653	55	.7647	290	.4933	342	—	—
18	Imprenta, editorial y conexas	.2206	238	.0096	3	.1243	204	.0065	31	—	—
19	Industrias y productos de cuero	.0190	50	—	—	.0011	20	.0178	30	—	—
20	Fabricación y reparación de productos de hule	.4085	240	—	—	.0687	57	.3397	183	—	—
21	Fabricación de productos químicos, orgánicos e inorgánicos	.0987	174	—	—	.0202	59	.0785	115	—	—
22	Fabricación de fibras sintéticas, resinas, etc.	1.5009	365	.1293	11	.3395	85	1.0320	269	—	—
23	Fabricación de abonos, fertilizantes, e insecticidas	.1382	203	.0598	73	.0018	23	.0766	107	—	—
24	Producción de jabones, detergentes, etc.	.0781	93	—	—	.0114	39	.0666	54	—	—
25	Fabricación de productos farmacéuticos medicinales	.1540	438	—	—	.0624	155	.0916	283	—	—
26	Fabricación de perfumes, cosméticos, etc.	.0058	18	—	—	.0009	7	.0049	11	—	—
27	Otras industrias químicas	1.1558	1 127	.0055	20	.7433	620	.4067	487	—	—

continuación cuadro XXX

Clave	Ramas de actividad	Total de empresas		Empresas públicas		Empresas privadas		Empresas extranjeras		Resto ^b	
		Composición (%) ^{a}	Número de empresas	Composición (%) ^{a}	Número de empresas	Composición (%) ^{a}	Número de empresas	Composición (%) ^{a}	Número de empresas	Composición (%) ^a	Número de empresas
28	Fabricación de productos de minerales no metálicos	.3942	412	.0236	25	.2931	323	.0774	64	—	—
28 A	Cemento	.5549	204	.0001	1	.2075	174	.3472	29	—	—
29	Industrias metálicas básicas	.0403	68	—	—	.0037	53	.0005	15	—	—
29 A	Siderurgia	2.2323	833	1.1606	249	.9248	458	.1468	126	—	—
30	Fabricación de productos metálicos	2.2310	1 925	.0509	47	.1742	592	1.2058	916	—	—
31	Construcción y reparación de maquinaria	5.1859	1 851	.0513	16	.6720	686	4.4624	1 149	—	—
32	Construcción y reparación de maquinaria eléctrica	4.7931	1 823	—	—	1.1828	955	3.6103	868	—	—
33	Construcción y reparación de equipo de transporte	14.5592	974	3.9842	136	4.618	142	10.1132	696	—	—
34	Construcción de vehículos automóviles	1.0455	646	.1119	51	.3471	331	1.3864	264	—	—
35	Industrias manufactureras diversas	.6767	720	.0019	6	.1548	329	.5199	385	—	—
36	Construcción e instalaciones	1.9562	1 023	.0030	6	1.7675	858	.1855	159	—	—
37	Electricidad	5.4241	189	5.4082	173	0.158	16	—	—	—	—
38	Cinematografía y esparcimiento	.0884	101	.0313	10	.0571	91	—	—	—	—
39	Transportes	5.9566	726	5.1338	321	.6664	201	.1563	204	—	—
40	Comunicaciones	1.5234	109	1.0743	31	2.490	9	.1999	69	—	—
41	Comercio	10.7197	11 094	.2799	130	6.5407	9 490	3.8990	1 474	—	—
42	Alquiler de inmuebles	.1239	98	—	—	.0987	71	.0251	27	—	—
43	Preparación de alimentos y alojamiento temporal	.0135	36	—	—	.0090	29	.0044	7	—	—
44	Servicios de crédito, seguros y fianzas	.0747	99	.0165	32	.0566	63	.0015	4	—	—
45	Otros servicios	1.1347	1 134	.5258	182	.3776	700	.2312	252	—	—
46	Gobierno	3.6962	236	3.6962	236	—	—	—	—	—	—
47	No asignadas	14.2761	1 977	.0569	65	1.1486	1 224	.0214	40	13.0491	648

^a Composición de las importaciones de bienes de capital.

^b No clasificadas por desconocerse el tipo de empresas y las clases de importaciones realizadas.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUJI.

CUADRO XXXI

MEXICO: MATRIZ DE IMPORTACIONES DE BIENES DE CAPITAL. ESTRUCTURA DE INVERSIONES PARA 10 SECTORES SELECCIONADOS, 1974

(Porcientos)

CMAE	Clases y subclases	Petróleo (7)	Hilado y tejido de fibras blandas (13)	Siderurgia (29-A)	Fabricación de productos metálicos (30)	Construcción y reparación de maquinaria no eléctrica (31)	Construcción y reparación de maquinaria eléctrica (32)	Construcción y reparación de equipo de transporte (33)	Construcción o instalación (35)	Electricidad (37)	Transporte (39)
ESTRUCTURA A BASE DE LÓS 10 SECTORES SELECCIONADOS %		(18.05)	(4.25)	(4.10)	(4.23)	(1.90)	(8.93)	(27.27)	(3.67)	(9.70)	(11.00)
TOTAL (Miles de pesos)		1 857 333.7	137 614.3	422 065.2	435 155.8	995 445.7	918 572.7	2 806 280.8	377 690.9	998 352.2	1 132 487.3
(Porcientos)		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
3531	Estructuras para construcción, recipientes metálicos y otras caldererías	—	—	0.13	0.16	—	0.05	—	—	—	—
3546	Calderas, quemadores, cambiadores de calor y similares	5.07	0.44	1.69	1.67	0.17	0.31	0.09	0.20	13.96	0.14
3611	Implementos agrícolas	—	—	—	1.54	8.23	—	—	0.55	—	—
3611.052	Tractores agrícolas	—	—	9.91	—	10.76	—	10.54	1.25	—	0.18
3621.01-10 + 18	Máquinas para arranque de viruta	0.10	—	5.95	9.66	3.13	1.96	2.53	0.04	0.13	0.89
3621.01.11	Máquinas por deformación, otras máquinas para trabajar alambres	—	—	2.53	6.97	0.79	1.30	0.85	0.04	—	0.22
3621.02-08	Maquinaria para trabajar madera, plásticos, máquinas-herramienta manuales	0.03	0.03	5.28	9.68	0.50	0.81	1.05	0.22	—	0.04
3621.05	Partes de 3621.01-04	—	—	1.95	2.14	0.24	0.27	0.43	0.08	0.01	—
3631	Maquinaria para la industria alimenticia y de bebidas	1.28	0.44	0.06	0.57	0.05	0.07	0.01	0.03	0.25	—
3632.01	Equipo de perforación, extracción y arranque de suelos	0.61	—	0.19	—	0.42	0.06	—	1.13	0.06	—
3632.02	Maquinaria para mover y transportar tierra	7.19	—	0.88	3.42	7.57	0.12	0.12	59.66	0.10	0.94
3632.03	Equipo para moldear, triturar, clasificar y separar minerales y polvo	—	0.40	0.14	0.04	0.09	—	—	0.20	—	—
3633.01	Maquinaria para la industria textil	—	94.38	0.05	0.49	1.80	0.01	—	0.03	—	—
3633.02	Maquinaria para la industria del hule	—	0.01	0.59	0.39	0.01	0.17	—	—	—	—
3633.05	Maquinaria para la industria del papel y la celulosa	—	0.01	—	0.11	0.04	0.07	—	—	—	—
3633.06	Maquinaria para imprenta	0.03	—	0.11	0.48	—	0.03	—	0.02	—	—
3633.08	Maquinaria para vidrio y cerámica	—	—	—	—	—	0.04	—	—	—	—
3633.11	Maquinaria para metalurgia básica, ferrosa y no ferrosa	0.02	0.02	20.31	4.41	0.03	0.21	—	—	—	—
3633.12	Maquinaria para fundición y fundición a presión	—	—	0.26	0.63	0.34	1.44	—	0.01	—	—
3633.13	Maquinaria para la industria del plástico	—	—	—	0.72	0.52	1.19	—	0.42	—	—
3633.17	Otras no especificadas	3.20	1.51	1.29	2.32	0.58	3.01	1.00	0.52	0.35	0.30
3641.01	Máquinas de escribir	—	—	—	2.06	5.13	—	—	—	—	—
3641.02-11	Máquinas de contabilidad, calculadoras, etc.	0.08	0.28	0.02	0.36	12.05	1.50	—	0.02	2.90	0.17
3651	Máquinas de coser y sus partes	—	0.21	—	0.42	5.00	—	—	—	—	—

continuación cuadro XXXI

CGAE	Clases y subclases	Petróleo (7)	Hilado y tejido de fibras blandas (13)	Siderurgia (29-A)	Fabricación de productos metálicos (30)	Construcción y reparación de maquinaria no eléctrica (31)	Construcción y reparación de maquinaria eléctrica (32)	Construc- ción y reparación de equipo de transporte (33)	Construcción # instalación (36)	Electricidad (37)	Transporte (38)
3652	Grúas y otras máquinas para levantar y transportar	1.85	0.26	9.09	6.11	1.68	0.26	0.46	4.63	4.07	0.94
3653.01-03	Bombas para líquidos	5.11	0.08	0.77	1.35	3.43	0.22	0.61	1.38	1.05	0.30
3653.04	Centrifugas	0.03	—	0.08	0.61	0.07	0.18	—	0.02	0.05	0.01
3653.05	Compresores y ventiladores	5.79	0.29	2.79	1.51	2.63	3.49	0.49	0.43	0.45	0.28
3653.06	Equipos contra incendio	—	—	—	—	0.09	0.01	—	—	—	—
3654.04	Grifería doméstica	6.00	0.09	1.43	1.16	1.37	0.20	0.08	0.20	1.25	0.97
3655	Filtros separadores de líquidos y gases	0.08	0.12	0.12	0.05	0.06	0.11	0.03	0.16	0.05	0.05
3656.01	Y 02 Motores industriales de gasolina y gas	0.18	—	0.01	0.26	1.76	0.42	5.68	0.24	0.01	0.05
3656.03-06	Motores diesel	1.17	—	—	—	0.02	—	6.15	0.58	0.01	0.27
3656.07-09	Turbinas de gas y vapor y turbinas hidráulicas	4.57	0.01	0.94	0.14	0.03	—	—	0.09	32.78	8.11
3656.10-21	Motores de aviación y otros	0.07	—	—	—	—	—	—	—	0.04	5.40
3656.12	Partes y piezas sueltas para motores	1.36	—	0.21	1.28	4.48	0.17	3.15	1.16	3.54	4.82
3657.01	Maquinaria para refrigeración y acondicionamiento de aire	—	—	—	—	—	0.06	0.07	0.07	0.02	0.01
3657.02	Reductores, trenes, calandrias, etc.	1.66	0.51	2.98	5.10	6.69	0.45	2.78	1.42	0.28	3.75
3711.01	Generadores de energía eléctrica	2.61	—	0.86	0.02	0.81	0.28	0.03	0.26	17.81	0.37
3711.02	Transformadores	0.11	0.02	0.49	0.04	0.12	0.14	0.01	0.02	4.80	0.09
3711.03	Maquinaria para manobra y protección eléctricas	0.15	0.11	1.14	1.21	0.74	2.96	0.24	0.09	6.43	0.51
3711.04	Tableros o cuadros de distribución y control de energía eléctrica	0.07	0.02	2.49	0.09	0.09	0.05	0.04	0.32	0.75	0.16
3711.07	Motores eléctricos	1.16	0.06	2.91	0.56	0.35	0.34	0.02	0.01	1.02	0.25
3711.09	Capacitores de potencia, electroimanes y partes y piezas de equipo eléctrico	0.08	0.06	2.91	0.56	0.35	0.34	0.02	0.01	1.02	0.25
3712.01	Hornos eléctricos y sus partes	—	—	0.39	0.42	0.01	0.07	0.06	—	—	—
3712.02	Equipo de soldadura eléctrica	—	—	0.12	0.49	0.04	0.04	0.22	0.01	—	—
3712.03	Herramientas o máquinas-herramienta eléctricas de uso manual	—	—	—	2.16	0.36	0.01	—	—	—	0.07
3721	Tocadiscos, radios y televisores	0.18	—	0.01	0.01	—	8.50	—	0.09	0.06	0.57
3723	Otros equipos y aparatos electrónicos	2.33	0.28	0.87	0.68	3.30	49.84	0.15	0.08	0.85	0.40
3724	Componentes para equipo electrónico	0.08	0.02	0.33	0.47	0.43	14.55	0.01	0.03	0.02	0.06
3731.01	Accesorios eléctricos para automóvil	0.03	—	0.05	3.46	1.40	0.76	0.53	0.29	—	0.53
3749	Lámparas, anuncios, carbones para motores, micrófonos y electrodos para hornos	0.01	—	0.15	0.41	0.39	1.27	—	0.01	1.42	0.15
3811	Embarcaciones, incluyendo reparación	40.99	—	—	—	—	—	—	9.19	—	—
3821	Equipo ferroviario y para el metro	3.93	—	8.71	0.07	0.06	0.01	1.96	—	—	62.32
3831	Equipo automotriz, autobuses, camiones, etc.	0.47	—	0.08	0.01	2.25	0.12	40.97	7.39	0.13	0.63
3834	Accesorios, refacciones y partes de vehículos	0.03	—	3.02	23.92	9.68	—	19.63	4.83	—	0.12
3860	Aviones y sus partes	2.20	0.22	—	—	—	0.08	—	2.10	0.04	4.85

NOTA: En la elaboración de este cuadro se tomaron como base las cifras de la matriz de importaciones de bienes de capital en 1974 en su versión 2, es decir, la que presenta fracciones seleccionadas al 100% de su valor. Los 10 sectores considerados son los de mayor producción dentro del valor total de las importaciones. Debido a las aproximaciones, las sumas no siempre coinciden con el total.

FUENTE: Nacional Financiera, S. A. Proyecto de Bienes de Capital NAFINSA-ONUDI, a base de información de fuentes oficiales.

nería, que representan 5.6% de las importaciones totales; los rubros -- más signitivos en esta familia de productos son: la maquinaria para el - movimiento de tierra cuyos sectores de destinos más importantes son - PEMEX (24%) y el sector de construcción y reparación de maquinaria no eléctrica (74%).

El segundo grupo por su importancia dentro de esta familia es el - grupo para moldear, triturar y clasificar minerales y polvos, que se -- destina principalmente al sector minero (28.3%), a la industria del ce-- mento (12.8%), a la fabricación de otros productos minerales no metáli-- cos (5.9%), a la fabricación de productos metálicos (7.3%), mientras --- 5.6% se canaliza a través de importadores.

El rubro individual más importante en toda esta familia es del de-- tractores industriales en el que los 10 principales importadores represen-- tán 60% de las adquisiciones totales.

III). - Embarcaciones: Sus importaciones representan 5.3% del total importado de bienes de capital. El 52% de estas importaciones se desti-- na a PEMEX y 37.4% a dependencias del gobierno federal. Dos empresas usuarias adquieren prácticamente todas las embarcaciones importadas, - que en 1974 fueron principalmente barcos con más de 35 metros de escô-- la.

IV). - Maquinaria para la industria textil, que representa aproxima-- damente 5% de las importaciones totales y que se distribuyen en 34.5% - para las empresas de hilado y tejido de fibras blandas, 18.5% a la fabri-- cación de fibras sintéticas y 4.4% a través de los importadores. Además,

en un porcentaje muy elevado que alcanza 32.2%, a destinatarios no identificados. Un rasgo característico de este tipo de equipos es el hecho de presentar una distribución de usuarios relativamente alta: en las máquinas de hilar, los 10 mayores importadores adquieren 15.1% del total; en los telares, los 10 mayores representan 22% del total; y en las máquinas circulares, los 10 mayores cubren 36% de las importaciones. Esta baja concentración de usuarios corresponde probablemente a una gama relativamente amplia de marcas y especificaciones.

V).- Máquinas-herramienta, que representan aproximadamente 5% de las importaciones totales. En máquinas herramienta para arranque de viruta, que constituyen el rubro más importante 20% se canaliza a través del comercio, 34% se destina al sector de construcción de equipo de transporte, 8.6% a la fabricación y reparación de productos metálicos, 5.8% a la construcción y reparación de maquinaria no eléctrica y 5.1% a la siderurgia.

VI).- Equipo eléctrico que incluye una gama amplia de productos. En conjunto representan 44% de las importaciones totales. En el caso de los equipos para generación de energía eléctrica, 50.7% se destina al sector electricidad (CFE), 13.8% al sector petrolero (PEMEX); 4.7% se canaliza a través de importaciones, 3.4% al sector azucarero, 2% al sector y 16.3% a usuarios no identificados. En equipo para maniobra y protección eléctrica, la dispersión de usuarios es significativamente mayor, destacando el sector de generación de electricidad (CFE) con 30.4%, construcción y reparación de maquinaria eléctrica, con 13%, comercio con 12% y el sector de comunicaciones, con 10%, el resto se distribuye en--

tre todos los otros sectores.

El grado de concentración de los usuarios es significativamente mayor en este sector: en los generadores para corriente alterna, dos usuarios adquieren 87% del total, en los transformadores con peso mayor a 30,000 kilos, un usuario adquiere 87%; en estatores o motores con peso superior a 1,500 kilos, dos usuarios adquieren 86%.

VII). - El equipo ferroviario, que representa 3.5% de las importaciones totales y que está fundamentalmente destinado al sector de transportes (77.6%) al sector petrolero (8%), al de construcción y reparación de equipo de transporte (6%) y a la siderurgia (4%). El rubro principal del equipo ferroviario, donde dos usuarios adquieren 83% del total, es el de locomotoras, seguido por carros tanque.

VIII). - Bombas centrífugas y compresores: las primeras y los últimos son los que tienen mayor relevancia en cuanto al volumen de importación. En el caso de las bombas, los usuarios principales son PEMEX (31.5% del total); el comercio (17.1%); la construcción de equipo de transporte (5.7%), la fabricación de abonos y fertilizantes (2.4%) y otras industrias menores 2%. En el interior de este rubro existe una gama muy amplia de equipos y usos. En el caso de las bombas de inyección de aceite para motores, los cuatro usuarios principales adquieren 80% del total, en cambio en las que no son de inyección. Los 10 mayores usuarios adquieren solo 33% del total, en las bombas centrífugas, los 10 mayores cubren 79%, en las rotatorias, 70% y en las alternativas con peso superior a una tonelada, los dos mayores usuarios adquieren el 83% total.

IX). - Máquinas de oficina, cuyas importaciones representan 3% del total.

X). - Maquinaria e implementos agrícolas, cuyas importaciones representan 2.6% del total. En esta familia se destacan los tractores agrícolas y las otras máquinas e implementos agrícolas. En el caso del resto de la maquinaria e implementos agrícolas 28.5% va destinado a la agricultura, 38.8% se canaliza a través de los fabricantes locales de maquinaria agrícola y 12.9% a través de importadores, también en este sector la concentración de los usuarios es relativamente elevada, en el caso de las cosechadoras de algodón, los 10 mayores usuarios importan 67% del total. Los 10 mayores importadores de tractores agrícolas de ruedas adquieren 76.6% del total y los 6 mayores importadores de tractores agrícolas de oruga adquieren 46.3% del total.

La exposición además de indicar los rubros de mayor volumen de importación, pone en evidencia el relativamente elevado grado de concentración de los usuarios para distintos tipos de bienes. Aun en aquellos en que la dispersión es relativamente mayor, se consta que los 10 mayores usuarios representan, en general una proporción no inferior al 40% del total. Este antecedente es importante en la medida que muestra que, tanto para efecto de estudios de mercado, como de negociaciones, acuerdos de producción locales y explotación de las condiciones técnicas, basta establecer contacto con un reducido número de empresas para obtener los antecedentes requeridos para la elaboración de decisiones a nivel de sectores específicos.

FUENTE: México: Una estrategia para desarrollar la industria de bienes de capital. NAFINSA - ONUDI.

CONCLUSIONES

BENEFICIOS DIRECTOS PARA LA ECONOMIA.

1. - Creacion de empleos. - En su mayoría, los países subdesarrollados tienen gran cantidad de obreros desempleados o con trabajo temporal y una grave escasez de capital. Por tanto, reviste gran importancia la selección de industrias que requieran el máximo del factor abundante -la mano de obra- y el mínimo del que escasea - el capital.

Se considera que la tecnología que ahorra mano de obra no es de gran valor para una economía superpoblada. Pero debe tenerse en cuenta que el criterio apropiado para distribuir las inversiones es la elección, para cada unidad de inversión, de aquella alternativa que lograra la mayor productividad posible en cada obrero.

Se ha demostrado que la industria de bienes de capital es una de las más intensivas en mano de obra. Por ello, es evidente la importancia que tiene nuestra propuesta para la generación de empleos, en beneficio de la economía mexicana.

2. - Creación de mercado para productos locales. - La reconstrucción de maquinaria se caracteriza por sus amplias relaciones con otros ramos de la economía nacional, que la abastecen de materias primas y semi fabricados, o consumen su producción acabada.

Basta decir que cualquier empresa reestructuradora de maquinaria de dimensiones medianas recibe de sus proveedores no menos de 20,000 a 30,000 semifabricados artículos complementarios y diferentes tipos de materiales. Resulta obvia la creación de mercados para productos locales, en

este renglón.

3. - Beneficios en divisas. - Es uno de los factores más importantes, si consideramos el hecho de que se estima que en 1990 se importarán - - - 23, 500 millones de dólares en mercancías (de los que poco más del 50% corresponde a los bienes de capital) y la dificultad que prevalece en el mundo - para la obtención de divisas, principalmente en los países que requieren acelerar su desarrollo industrial.

Una estructura industrial que no produce sus bienes de capital nos -- plantea una disyuntiva dramática: "a mayor inversión nacional, mayor im--- portación".

BENEFICIOS INDIRECTOS PARA LA ECONOMIA

1. - Fomento del establecimiento de otras industrias. - Alrededor de un complejo industrial hay sitio para docenas de pequeñas fábricas, que le -- proporcionan artículos y servicios necesarios.

2. - Adiestramiento de mano de obra y dirección. - Ya que es nece-- saria la adaptación de técnicas convencionales, adecuandolas a las diversas-- condiciones regionales, es precisa igualmente, la utilización de tecnología - especializada, para la obtención de materiales útiles para la restauración de partes igualmente especializadas. También, el desarrollo técnico y obrero - en la materia: la fabricación de piezas necesarias para las máquinas obliga - a estudiar cómo fueron hechas, que aceros y tratamientos térmicos fueron - utilizados, etc. Esta transferencia de tecnología permitirá preparar recur-- sos humanos para la reconstrucción de maquinaria, el diseño de bienes de -- capital y la construcción de máquinas especiales de producción.

3. - Estimulo para la producción nacional de nuevas materias. - Al -- desarrollarse la Industria de Reconstrucción de bienes de capital se formará necesariamente un nuevo mercado el cual tendrá necesidades propias que deberá satisfacerse.

4. - Creación de la competencia en el suministro de productos. - La competencia da como resultado que los proveedores se esfuerzen para ofrecer productos con la mas alta calidad y al menor presio posible beneficiando así a los consumidores.

PROPUESTAS

1. - Puesto que la industria constructora de maquinaria se distingue -- porque sus procesos de producción son muy complejos y diversos y su desa-- rrollo muy dinámico, del presente estudio se desprenden estas propuestas:

Unificación de conjuntos y piezas de que constan las máquinas y los - instrumentos; aumento del empleo de elementos de construcción idénticos, - estandarizados en los diversos artículos.

Empleo de máquinas herramientas complejas, de varios usillos com- puestos de conjuntos unificados que funcionen según ciclos automáticos o se- miautomáticos. (En estas máquinas herramienta, variando la colocación mu- tua de los conjuntos de que constan, con relativa rapidez y pocos gastos se -- puede reajustar el equipo para fabricar con gran rendimiento otras piezas). - Este tipo de maquinaria se emplea actualmente tanto en la producción en gran escala de grandes series, como en la de series pequeñas.

2. - Toda empresa atraviesa por periodos en los cuales necesita con- tar con una capacidad adicional de máquinas. Al mismo tiempo, se enfrenta con la imposibilidad de obtener nuevos equipos requeridos. Además cierto ti po de empresas requieren un cambio constante de su maquinaria por otra --- más moderna, debido a las necesidades de la competencia. Teniendo en cuen- ta todo esto podríamos crear en forma organizada un mercado de maquinaria- usada y reconstruida-y, por ende, más barata- para impulsar la pequeña y me- diana industria, que encuentra su obstáculo principal en la falta de experien-- cia y capacidad.

3. - Para integrar al egresado universitario al desarrollo del país, se-

deberá revolucionar la educación de tal manera que le permita colaborar en la industria al mismo tiempo que estudia. En esta forma, toma la experiencia -- necesaria para formar su mentalidad empresarial. La Educación satisface así las necesidades productivas presentes y futuras del país.

4. - En nuestro país existe un pequeño grupo de especialistas dispersos y sin ningún plan conjunto, los cuales se han formado en empresas transnacionales, al lado de técnicas extranjeras.

Cierto número de estos especialistas podrían formar un grupo básico - para integrar el programa piloto en nivel nacional, para la reconstrucción de maquinaria. A través de él se formarían los cuadros profesionales requeri--- dos para nuestro desarrollo tecnológico industrial.

5. - Conviene crear empresas en el seno de una asociación donde se -- pueda capitalizar el ahorro de los socios y repartir las utilidades correspondientes entre los que participen en el funcionamiento de una o varias empre-- sas modulares de este tipo.

6. - Hay que aprovechar la capacidad instalada de la industria nacional y formar unidades de reconstrucción de bienes de capital.

7. - Es preciso utilizar componentes de intercambio para ahorrar tiempo. Por ejemplo, en el caso de un tractor, se puede obtener motor, transmi-- sión, marchas finales y partes de tránsito de intercambio, con lo que se acortará considerablemente el tiempo de reparación y disminuirían los riesgos de máquina caída.

8. - Es necesario reactivar tecnológicamente aquellos sistemas del equipo que ha caído en la obsolescencia.

9. - Un inventario nacional de maquinaria susceptible de reconstrucción

económica podría ser útil para los usuarios potenciales carentes de estos -- equipos.

10. - Conviene la creación de una asociación de empresas que aporten sus distintas especialidades en materia de reconstrucción, para de manera - complementaria, resolver los problemas técnicos y de habilidad en los recur_ sos humanos disponibles. Así se lograría la recuperación de los bienes de -- capital, de interés para las empresas participantes.

11. - Dentro de las organizaciones estatales ha de promoverse el de-- sarrollo de políticas de reconstrucción, que coadyuvarán a la restricción del gasto público y al ahorro de divisas, congruentes con las medidas anti-infla- cionarias necesarias.

12. - Es indispensable el establecimiento de leyes que otorguen garan- tías en trabajos de reconstrucción por parte de las empresas oferentes; éstas deberían afiliarse a instituciones especializadas que avalen la tecnología y -- los procedimientos utilizados.

BIBLIOGRAFIA

1. - Nicholson L. Herbert; Reparación de Maquinaria Pesada. "Los tractores" Compañía Editorial Continental, S.A; México 1976 pp. 493-554.
2. - Selivanov, A.I Fundamentos de la Teoría del envejecimiento de las máquinas Editorial MIR, 1972 pp. 9-392
3. - Balaskshin, B; Fundamentos de la Tecnología de Construcción de maquinaria. Editorial MIR. 1974, pp. 7-591
4. - Pogodin, G.I; Procesos Tecnológicos Progresivos en la Construcción de maquinaria. Editorial MIR. 1974 pp. 5-404
5. - Bryce, D. Murray; Desarrollo Industrial Editorial Libros Mc Graw-Uill, Mex. 1975 pp. 3-281
6. - Nafinsa, Onudi. México: Una estrategia para desarrollar la Industria de Bienes de Capital. México D.F. 1977 pp. 1-480
7. - Ackoff Russell; Un Concepto de planeación de Empresas. Editorial Limusa, México 1976, pp. 7-148
8. - Velazquez Mastretta G. Administración de los Sistemas de Producción. Editorial Limusa Mexico 1976, pp 13-290
9. - Spiegel R. Murray; Estadística. "Distribución de Frecuencia"; "Media, mediana, moda y otras medidas de centralización"; "La desviación típica y otras medidas de dispersión". Editorial Libros Mc Graw-Hill, México 1975, pp. 27-44; 45-68; 69-88.
10. - Yamane, Taro. Stadistic "Frequency Distribution". "Measures of location" "Measures of dispersion" "the normal curve and normal area table". Editorial Harper & Row 1970,

pp. 6-29; 35-54; 59-75; 113-126.

11. - Caterpillar; Manual de Servicio de Carriles. Editada por la fabrica Caterpillar de los Estados Unidos de Norte -- America.
12. - Resumen del primer sinposium de reconstrucción de bienes de capital, Méx. Jun. 1977.
13. - Visitas a Mexicana de Tractores; Industria del Hierro S. A; Pemex; parque de maquinaria SAHOP Queretaro.
14. - Lambe. A. thomas, Decisión to repair or scrap a machine. 1975
15. - Sic. Ley Federal de Protección al Consumidor Méx.
16. - Gufa de aleaciones para recuperación de piezas a base de soldaduras Editada por Eutectic-Mexicana.