



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

Alternativas para la Fabricación Futura
de Maquinas Herramienta.

T E S I S P R O F E S I O N A L

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A N

**JACINTO
PEDRO**

**CARRILLO
GLEZ.**

**SAAVEDRA
MAGAÑA**

1 9 8 2



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.

ALTERNATIVAS PARA LA FABRICACION FUTURA
DE MAQUINAS HERRAMIENTAS

Contenido:

CAP. 1.0	Evolución reciente de la economía mexicana.	
1.1	Marco general. _ _ _ _ _	1
1.2	Características históricas del desarrollo industrial del país. _ _ _ _ _	4
1.2	Significación del sector Bienes de Capital.	6
CAP. 2.0	Máquinas herramienta.	
2.1	Definición y clasificación. _ _ _ _ _	14
2.2	La industria de las máquinas herramienta a nivel mundial. _ _ _ _ _	21
2.3	El mercado nacional de máquinas herramienta.	26
2.4	Estructura productiva. _ _ _ _ _	33
CAP. 3.0	Análisis del torno.	
3.1	Generalidades. _ _ _ _ _	35
CAP. 4.0	Anteproyecto preinversión para la instalación de una planta productora de máquinas herramienta.	
4.1	Estudio preliminar. _ _ _ _ _	44
4.2	Despiece de las partes principales del torno paralelo y diagramas de los procesos de fabricación. _ _ _ _ _	52
4.3	Accesorios para el torno. _ _ _ _ _	82
4.4.	Aspecto técnico económico. _ _ _ _ _	99
4.5	Determinación del equipo de producción y -- distribución de la planta. _ _ _ _ _	109
4.6	Conclusiones. _ _ _ _ _	118
4.7	Bibliografía. _ _ _ _ _	122

FINALIDAD DEL TRABAJO

Es de nuestro conocimiento, que el país en el que nos encontramos, ha carecido de una estructura socioeconómica capaz de -- llevar a cabo un desarrollo satisfactorio dentro de la esfera de la producción. Causa de ello han sido, entre otros factores, una gama de problemas internos que a la fecha no hemos podido superar en su totalidad, algunos de ellos como son, el analfabetismo que afecta a grandes sectores de la población; la dependencia económica por la cual se ha incrementado enormemente la deuda externa, etc.

Sin embargo, éstos problemas al menos los que se afrontan internamente, día con día están dejando de tener tan grande efecto. México está enfrentando los retos de la marginación y la modernización con una nueva estrategia de desarrollo, ésta estrategia está transformando el mero crecimiento económico en desarrollo social efectivo. Para ello se está llevando a cabo un programa global de desarrollo, encaminado a lograr que el ramo industrial del país alcance uno de sus máximos niveles en una nueva etapa de desarrollo. Si consideramos que en 1976 vivimos momentos sumamente críticos donde la situación del país era de estancamientos económicos y distanciamiento social; en solo cinco años, la dinámica ha cambiado radicalmente, prueba de ello, lo damos a conocer en el contexto de éste trabajo.

Todo lo que hemos mencionado anteriormente, nos ubica en un solo plano, hacer notar que el país está viviendo momentos de -- cambio y es de nuestra responsabilidad aportar lo mejor de nosotros mismos para lograr ese objetivo.

Se trata de conducir el proceso de cambio que implica el desarrollo en favor de las mayorías del país y evitar privilegios de grupos minoritarios.

Por ello, es necesario ubicar nuestros problemas en su justa dimensión; que la coyuntura no nos ahogue y haga perder de vista los objetivos últimos que persigue la nación en una perspectiva de mediano y largo plazos.

Por nuestra parte, tratamos de dar un enfoque general de la situación que guarda el marco productivo del sector Bienes de Capital, buscando con ello divulgar la necesidad de generar nuevos centros de producción que permitan al país lograr los satisfactores que requiere y que pueda alcanzar un nivel superior en la esfera de la producción.

Para lograr este objetivo, hemos realizado un breve análisis enfocado, al mercado de máquinas herramienta, con la finalidad de mostrar la estructura productiva con que contamos y al mismo tiempo, tener las bases para determinar nuevas alternativas que nos permitan ampliar y mejorar el sector máquinas herramienta.

El análisis que presentamos, tiene como primer punto, exponer en forma general el sector Bienes de Capital, punto siguiente, ya enfocado a la producción de máquinas herramienta, el análisis del mercado tanto nacional como extranjero, así mismo, tratamos de encontrar una clasificación simple y objetiva de las máquinas herramienta. Concluimos nuestra investigación con el desarrollo de un proyecto preinversión para la instalación de una empresa fabricante de tornos paralelos.

MARCO GENERAL DE LA ECONOMIA MEXICANA

Desde la segunda mitad de 1977, la economía mexicana ha experimentado un franco proceso de recuperación determinado en buena medida por la reacción favorable de todos los sectores de la población, que han apoyado abiertamente la política económica estatal orientada entre otras cosas a dinamizar el proceso de demanda agregada interna a través del adecuado ejercicio del gasto prioritariamente el destinado a inversión, estimular y ampliar la oferta nacional de bienes y servicios, impulsar la recuperación del sistema financiero y lograr la obtención de mayores ingresos fiscales para llevar a cabo una política de gasto público que garantice la expansión de la economía.

Por el lado de la oferta, la positiva respuesta del sector empresarial y la continuidad imprimida a los programas de inversión pública, han propiciado un crecimiento sostenido en la mayor parte de las ramas de actividad económica, y en concreto en aquellas que resultan estratégicas para el desarrollo del país. De esta forma, la extracción y refinación del petróleo y derivados, las Industrias Metálicas Básicas, el sector Electricidad y el de Transportes y Comunicaciones, han pasado de un crecimiento conjunto del 10% promedio en 1977, al 18% durante el primer semestre de 1978.

Por prioridades, la asignación de recursos para inversión ha correspondido a las industrias de energéticos, química, petroquímica, minería, siderúrgica, metal-mecánica y fertilizantes, que para el lapso de 1978 que se canaliza, concentraron al 70 % de la inversión pública general.

Así, el crecimiento sostenido de la economía, refleja en gran medida las amplias posibilidades del país para emprender el camino del crecimiento industrial acelerado, que sin embargo aún confronta algunas deficiencias manifiestas fundamentalmente en -

la esfera de la producción.

MEXICO: INVERSION FIJA BRUTA

1971 - 1977

(EN MILLONES \$ DE 1960)

AÑO	IFB	VARIACION (%)
1971	59,311	--
1972	67,245	11.7
1973	78,001	13.7
1974	84,794	8.0
1975	90,682	6.4
1976	85,583	(5.6)
1977	79,087	(7.6)

FUENTE: Banco de México, S. A.;
Ofnas. de Cuentas de Producción.

En la actualidad y ante el crecimiento de la necesidad de una población en constante aumento, dos de los problemas básicos a resolver son:

- a) Aumentar la oferta, tanto agrícola como industrial de bienes considerados socialmente necesarios.
- b) Fomentar el proceso de desconcentración industrial consistente en la creación e instalación de nuevas fábricas, en regiones poco industrializadas pero caracterizadas por una abundancia real y potencial de recursos materiales y humanos.

Lo anterior cobra importancia por cuanto de la insuficiencia de producción y la concentración de la misma en polos de desarrollo, ha incidido de manera directa en renglones tales como balance de pagos, empleo y distribución del ingreso. Para lograr este objetivo, el estado continúa con la política de estímulos fiscales y exenciones de pagos en insumos básicos como energía eléctrica, combustóleo, gas natural y materias primas a todas las nuevas inversiones que se declaren prioritarias en algunas zonas deprimidas determinadas de antemano, o en aquellas en donde es socialmente necesario fomentar el incremento de producción y el empleo.

En materia agraria, la presente administración se preocupa por fomentar "...en forma vigorosa, la organización y operación de empresas agropecuarias y agroindustriales que integren en manos de los productores, las actividades de industrialización y comercialización de sus productos y faciliten la asistencia técnica de mecanización, el uso del crédito y otros insumos".

En materia industrial, las prioridades globales del actual régimen están dirigidas a atacar los problemas del empleo, eliminar cuellos de botella en el proceso productivo, fomentar e impulsar la exportación, desconcentrar la actividad industrial e incrementar la eficiencia productiva.

CARACTERISTICAS HISTORICAS DEL DESARROLLO INDUSTRIAL DEL PAIS

A partir de 1965 el crecimiento industrial de México ha procedido a menor ritmo.

El descenso, particularmente notorio durante la primera mitad de los años setenta se caracterizó por períodos de relativo estancamiento seguidos por fases de auge de corta duración.

Este comportamiento pone de manifiesto el agotamiento paulatino del patrón de desarrollo que siguió la economía mexicana -- desde la segunda guerra mundial.

El resultado de esas fallas en la estructura económica, pueden resumirse de la siguiente manera:

- 1) La industria se apoyó de manera preponderante en el mercado interno. Esto determinó que prevalecieran plantas de tamaño reducido y consecuentemente, de baja productividad, limitando su capacidad para competir en los mercados internacionales.
- 2) La concentración territorial de la demanda interna en 3 puntos del país -el Valle de México, Guadalajara y Monterrey- propició una ubicación industrial de altos costos sociales.
- 3) La producción se orientó a la sustitución de importaciones de bienes de consumo. No se tomaron debidamente en cuenta las posibilidades de una integración vertical más orgánica del proceso industrial ni tampoco los benefi---cios de un mejor aprovechamiento de las materias primas que el país posee. Esto ha tenido como resultado el florecimiento de la producción de artículos suntuarios, el

que diversas ramas o industrias estén poco desarrolladas y que muchas de nuestras materias primas no se exploten lo suficiente o se exporten con bajo grado de elaboración.

- 4) La estructura de mercado en que se desenvuelve la industria mexicana ha estado caracterizada por la coexistencia de grandes empresas, fundamentalmente en las ramas de mayor crecimiento, y de una multitud de pequeñas empresas dispersas que subsisten en condiciones precarias. El sistema financiero ha contribuido a conformar esta estructura, integrando a la gran empresa, desatendiendo a la mediana y confinando a la pequeña. La concentración industrial refleja la concentración del ingreso que priva en el resto de la actividad económica, la desigualdad entre la ciudad y el campo, entre las grandes ciudades y las pequeñas, y sobre todo, entre quienes tienen trabajo y quienes se ven arrastrados a la marginación y el subempleo.

México, al igual que otros países, adoptó la política de sustitución de importaciones por problemas de balanza de pagos con el exterior. Las exportaciones de materias primas evolucionaron lentamente, limitando la capacidad de la economía para importar productos manufacturados. Se buscó corregir este desequilibrio produciendo internamente lo que antes se importaba. Se desarrolló así, la producción de bienes de consumo manufacturados. Sin embargo, el país continuó dependiendo del exterior al tener que importar maquinaria, equipo de bienes intermedios, sin que aumentaran en forma paralela las exportaciones industriales.

SIGNIFICACION DE BIENES DE CAPITAL

La Situación.

En México, el sector Bienes de Capital, se ha desarrollado menos en cuanto al tamaño de su economía y nivel de desarrollo - es capaz de soportar.

Una gran variedad de equipo y maquinaria pesada es producida por cerca de 80 empresas de mediana y grande escala, sin embargo la producción es limitada en gran parte por la substitución de relativos productos insofisticados que son importados.

Un estudio reciente, encontró que la producción de Bienes de Capital en México, está considerablemente atrasada (Gómez Palacio, 1976).

El estudio nota por ejemplo, que en 1970, la producción mexicana, comparada con países como Brasil o Argentina, estaba atrasada en cuatro grandes ramas de la industria de productos del Metal, excepto para equipo eléctrico, donde la producción de México, excedía a la de Argentina particularmente en plantas de ensamble. El retraso de México fué más notable en maquinaria no eléctrica, que estaba a 1/3 de la de Argentina y a 1/4 de la de Brasil, cuando el consumo aparente de Bienes de Capital en Brasil era sólo de dos veces al de México. En 1970, México produjo sólo el 7% de su consumo en Máquinas herramienta; mientras que Brasil y Argentina produjeron 54 y 49% respectivamente, aunque el consumo de éstas en México era tan alto como el de Brasil o Argentina.

Los problemas de manufactura de Bienes de Capital en México pueden ser examinados a través de cuatro subsectores: a) la industria de la fundición, que provee una gran variedad de productos al mercado; b) la industria de máquinas herramienta, que es

un buen indicador del nivel de desarrollo de un país; c) fabricación de metal, que incluye mucha labor intensa de bienes de orden especial y d) equipo eléctrico pesado, que surte a muchas empresas públicas.

El volumen de capacidad de fundición en México, arriba de 4 700 ton/año de hierro fundido y 100 000 ton/año de acero, son razonables para un país del tamaño de México, sin embargo, arriba del 50% de esta capacidad es virtualmente exclusiva al sector automotriz. El resto de la fundición o lo que queda de ello no sólo es pequeño en su capacidad total, en relación al tamaño de la economía. sino que tiene mayores problemas de costo y calidad que pueden ser tratados por:

- a) Materia prima.- Una operación de fundición eficiente requiere un suministro de materia prima consistente y en grado propio. La industria de la fundición está basada además, en los sobrantes (chatarra) para hacer el hierro y acero fundido. La chatarra doméstica es suministrada en pequeño y cantidades sustanciales deben ser importadas, lo que ocasiona que el costo sea algo mayor que en los E.U.

Otra cosa que es importante, deficiencias en la habilidad para seleccionar la gran variedad de chatarra, es una causa mayor de excesivos defectos de fundición en México y que no pueden ser detectados hasta cuando alguna o todas las máquinas se han terminado; ésto hace que se aumente aún más el costo.

- b) Productividad.- Excepto para la fundición automotriz que es más eficiente, la fundición mexicana, opera en un ran

go arriba de 100 hrs. hombre/ton. de productos, comparada con 40-50 hrs. hombre/ton. en los E.U.

La poca producción fuera del sector automotriz que puede llevar a cabo colados en alto grado, son casi un monopolio, y otorga fechas de entrega tan largas en un orden de 6 a 8 meses. Sus precios están apegados a los precios de los importadores; sin embargo esto sugiere o grandes beneficios o una elevación del costo de casi el 30% debido a los salarios que se reparten en una intensa labor de mano de obra, que en 1976 fueron sólo una tercera parte de los salarios en los E.U.. A pesar de esto, México podría tener una sustancial ventaja en costo para productos por fundición. La razonable alta calidad por parte de este sector para producir fundiciones en el ramo automotriz, certifica además que México lo puede llevar a cabo eficientemente.

En conclusión, el sector Bienes de Capital en México, se ha desarrollado menos de lo que puede ser; su estructura no parece ser la apropiada y en muchas partes su productividad es baja. Subrayando esta situación, se deriva que es un problema básico debido a: una demanda futura incierta, causada por la necesidad de planeación por parte de los consumidores, y la arbitraria forma de operar de licencias de importación, ocasionando una escala subóptima de producción. El sistema de licencias conduce en algunos casos a una selección inapropiada de productos que son importados y que frenan el desarrollo de la tecnología nacional, ocasionando además altos costos de producción.

Sobre un nivel más detallado, las razones del bajo nivel de desarrollo pueden ser descritas por:

- a) Una clara baja protección sobre la escala de Bienes de Capital, y alta divulgación para la importación de equipo nuevo y usado de los Estados Unidos.

Para el sector privado, las licencias para importar son

pocas, mientras que las agencias del gobierno que forman gran parte del mercado mexicano en Bienes de Capital, -- tienen virtualmente acceso ilimitado para importar equipo, llevándolo a cabo con tarifas de importación de cero precios.

- b) Necesidad de facilidades de crédito para que productores mexicanos puedan competir con un financiamiento favorable ofrecido por fabricantes extranjeros.

La estructura inapropiada, así como la baja productividad del sector Bienes de Capital, son debidas a los siguientes factores:

- El acceso a importar por parte de las agencias del gobierno, reducen drásticamente la demanda doméstica, para equipo grande y más especial; mucho de lo cual, México podría producir eficientemente.

El sector privado, que muestra más dificultades en la importación de equipo, tiende al uso de éste en tamaños pequeños y estandarizados; en países industrializados todo este equipo se produce en grandes series, - obteniéndose así, una marcada reducción en los costos.

- La negación de licencias de importación (al sector privado) para bienes que son domésticamente disponibles, que virtualmente no son considerados por costo o calidad.

- La necesidad de un análisis de demanda, con costos comparativos y llegar a una definición de prioridades entre diferentes tipos de Bienes de Capital y productos intermediarios usados para hacer Bienes de Capital.

La demanda para Bienes de Capital, puede ser esperada en gran parte por las investigaciones anticipadas en - petróleo, petroquímica, acero, plantas de poder y otros sectores de capital intenso. Mientras la demanda total crece y se diversifica altamente por tipo y especificación de equipo e incluso algunas partes sofisti-

cadadas que van más allá de la capacidad de mercados locales para producirse. La demanda local sólo para algunas líneas de Bienes de Capital, no puede crecer sin un sustento económico de producción eficiente; el mercado además necesita de una cuidadosa identificación.

Resultados Finales

La promoción de una eficiente producción de Bienes de Capital en México, podría ser llevada a cabo en parte por: a) provisión de un adecuado apoyo que pueda facilitar a los productores mexicanos de Bienes de Capital escalas de financiamiento en términos competitivos tanto al exportar como para la producción doméstica; b) acabar el acceso preferencial de empresas públicas al equipo importado (ésto significa trato igual a los importadores del sector privado, tanto para la obtención de licencias como a las tarifas de pago); y c) terminar o restringir el sistema de licencias de importación para cualquier tipo de manufactura, para así incrementar la especialización, escalas de producción, calidad y precios competitivos.

El desarrollo de este sector es para ser eficiente la estrategia de una identificación y promoción de producción en México de Bienes de Capital que podría eventualmente apuntar a mercados de exportación, y no limitarse a sí mismo a la substitución con la importación. Es importante no sólo por tomar ventaja en escalas económicas, sino por lograr un contacto continuo con los estándares mundiales en calidad y precio, costos razonables, buena calidad y apropiada tecnología.

El bajo desarrollo de la industria de la máquina herramienta, ilustra las dificultades en torno a la manufactura en México tanto de maquinaria simple como de alta precisión. De 1970 a 1975 se estancó la producción con un valor alrededor de 5 millones de dólares, comparadas con la producción de Brasil bajo el mismo período se incrementó de 30 a 100 millones. En máquinas herramienta de corte de metal había de 3 a 4 marcas de fresadoras y tornos simples, todas pequeñas y dispuestas esencialmente en el ensamble de modelos simples importados.

Mientras los productos simples son producidos a altos costos, las máquinas herramienta de más alta precisión por consiguiente, son todas importadas. México podría producir máquinas simples baratas, tanto como algunos productos de elevada precisión si pudiera desarrollar e importar más tecnología apropiada y seleccionar una integración adecuada y recuperar el atraso actual.

Uno de los problemas a los que se ven sometidos los productores locales, es causado por la gran tendencia hacia equipo de más capacidad, diseño exacto, y métodos de manufactura sofisticados, cualidades que sólo pueden encontrarse en artículos importados. Esto se puede ver en el subsector de equipo eléctrico, la producción de México está concentrada en partes pequeñas "de anaqueles", mientras que casi todo el equipo es importado. La razón principal del desarrollo inapropiado en este sector, se debe a la forma en que opera el sistema de licencias de importación. El mercado de Equipo Eléctrico Pesado en México, está dominado por C.F.E., quien tiene virtualmente acceso ilimitado al equipo importado, seguido de un financiamiento generoso, otorgado obviamente por el estado. Mientras que el mercado para equipo pequeño se concentra en forma más frecuente para el sector privado, ya que al no tener licencia para importar, consume en mayor medida artículos de productores locales.

El sector eléctrico de equipo pesado, presenta un ejemplo clásico de incentivos que pueden deformar la estructura producti

va de un país, principalmente para la producción doméstica de algunas partes con costos elevados, mientras que otras pudiéndose producir con mayor eficiencia, son importadas.

Prospectos de desarrollo

Con la meta de impulsar este sector y mejorar su productividad es recomendable que toda nueva fabricación quede condicionada al logro de los siguientes objetivos:

- La creación de centros de investigación tecnológica aplicada, que sirvan de soporte a la industria de maquinaria y equipo, y en donde se generen procesos de producción, diseño de equipos y plantas, construcción de prototipos, etc.
- La presencia de empresas de ingeniería que utilicen las tecnologías desarrolladas en los centros y que concurren al mercado internacional como demandantes y oferentes, - en su caso. Esta clase de empresas deberá atender labores de cotización, diseño, procuración, construcción, -- montaje, pruebas y puesta en marcha de equipo y conjuntos industriales.
- Formación de sociedades con países productores de máquinas herramientas; llevar a cabo un intercambio técnico--económico es en buena medida, una salida que muchos países en vías de desarrollo, han utilizado en las últimas décadas. La razón de ésto es por lo siguiente, dar conc_osiones para que países desarrollados inviertan en el --- país en términos de sociedad, aportaría mayores benefi--cios que si se les comprara únicamente la tecnología, de ésta manera al ser participantes en la formación de nuevas empresas, como socios quedan forzados a brindar todo el apoyo necesario que la empresa necesita en su desarrollo, como lo son el asesoramiento técnico, desarrollo de

mercado, información financiera, etc., ya que cuentan con una mayor experiencia en este ramo.

-Generación de nuevas empresas productoras de máquinas herramientas; a manera muy particular, creemos que si intentamos salir del subdesarrollo en que nos encontramos, debemos fortalecer e incrementar nuestra capacidad productiva en el sentido de poder satisfacer al menos nuestra demanda interna, lo cual se logrará dirigiendo ó encaminando nuestra producción a la elaboración de maquinaria sencilla no tan sofisticada pero que tiene mercado en su consumo. Creación de empresas en línea horizontal, sin tener que fabricar un producto de principio a fin en un mismo lugar, aprovechando la capacidad instalada que tenemos, los tiempos muertos de mucha maquinaria que se desperdicia por un mal acoplamiento productivo de fabricar en línea vertical.

CAPITULO II

DEFINICION Y CLASIFICACION DE LAS MAQUINAS HERRAMIENTA

Una máquina herramienta es un dispositivo impulsado por una fuerza motriz, diseñado para transformar físicamente un cuerpo, puede ser en el sentido geométrico (forma) o bien, en el dimensional (medida).

Otra definición que se encuentra para las máquinas herramienta, es la siguiente: "Son todas aquéllas que son capaces de reproducirse a sí mismas". Su nombre se debe a que todas ellas trabajan con un cortador ó herramienta (buril).

Se clasifican según su forma de trabajo, que puede ser por:

- a) Arranque de viruta
- b) Desgaste
- c) Deformación
- d) Otros procedimientos

Arranque de viruta

1. Torno.- El torneado es el proceso en el cual se quita el material girando la pieza contra un cortador. Las partes por maquinarse, pueden sujetarse entre centros en un plato liso, en un plato de mordazas o fijarse en un maneral con mordazas internas o boquilla.

2. Taladro.- Es una de las máquinas herramienta más simple, empleada en los trabajos de producción y hechura de herramientas. Consiste de un husillo que imparte movimiento rotatorio a la herramienta de taladrar, un mecanismo para alimentar la herramienta al material, una mesa para soportar el material y un pedestal. La operación de taladrado consiste en producir un agujero

ro en un objeto, forzando contra él una broca giratoria.

3. Fresa.- El fresado es una operación que consiste en realizar el corte de los metales por medio de herramientas especiales. El arranque del material se realiza girando circularmente la herramienta sobre la superficie de la pieza, siendo éstas por lo general de corte múltiple y las hay en formas variadas, de acuerdo a la superficie que se vaya a maquinar. El movimiento principal que se imprime a la fresa es el de rotación por medio de un árbol en el cual va montada y fijada. A tal efecto, este movimiento de rotación debe poder variarse a voluntad, para adaptarlo a los distintos diámetros de las fresas y distintas clases de materiales que se trabajan. El movimiento de avance, longitudinal, transversal y vertical, debe ser realizado por la pieza, colocada sobre una mesa y a su vez ésta sobre una ménsula.

4. Cepillo.- Es una máquina herramienta diseñada para remover metal moviendo el material en línea recta contra una herramienta de corte de un solo filo. El tipo de trabajo es muy similar al que se realiza en una limadora, excepto que el cepillo está adaptado para trabajo mucho más largo. Los cortes son todos en superficies planas, pero pueden ser horizontales, verticales ó a cualquier ángulo. Además de poder labrar piezas largas, el cepillo se usa frecuentemente en trabajo de producción para labrar muchas partes pequeñas, sujetas en batería sobre la platina.

5. Mandriladora.- El mandrilado es el agrandamiento de un agujero hecho previamente con taladro o corazón. Es, principalmente, una operación de torneado de un agujero que se haya hecho previamente con una herramienta de una sola punta. Para efectuar esta operación en un taladro de pedestal, es necesario un sujetador especial para la herramienta de ensanchamiento.

6. Máquinas escariadoras.- El escariado es la operación de remover metal mediante una herramienta alargada, la cual, consta de un número de dientes sucesivos cuyos tamaños van en aumento y cortan en una trayectoria fija. Una pieza se completa en una ca

rrera de la máquina, el último diente de la herramienta cortante se conforma con el perfil deseado de la superficie acabada.

7. Máquinas generadoras.- El proceso de generación se puede llevar a cabo por varias maneras, una de ellas es utilizando un engrane cortador y está basado en el hecho de que dos engranes - cualesquiera de envolvente con el mismo paso diametral, deben en granar correctamente. En consecuencia, si uno de los engranes - se hace de tal forma que actúe como cortador, y se le dá un movi miento recíprocante como en una cepilladora, será capaz de hacer cortes en un disco para engrane.

8. Máquinas recíprocantes para serrar.- Las seguetas reci-- procantes que van desde las de trabajos ligeros, accionadas me-- diante manivela, hasta las de trabajo pesado que se manejan hi-- dráulicamente, han sido siempre las favoritas debido a la simpli cidad de su diseño y bajo costo de funcionamiento. El tipo más simple de avance es el de gravedad, en el cual la hoja es forzada contra el trabajo por medio del peso de la hoja y el arco que la sostiene.

Desgaste

1. Esmerilado.- Se lleva a cabo mediante la acción del des-- gaste por fricción, que se refiere a la remoción del metal por - medio de ruedas abrasivas rotatorias. La rueda se forma aglome-- rando gran cantidad de pequeños granos abrasivos, cada uno de -- los cuales actúa como una pequeña herramienta de corte. El pro-- ceso de esmerilado es de extrema importancia en los trabajos de alta producción, por lo que:

- (1) Es el único proceso para cortar materiales tales como el a-- cero endurecido.
- (2) Produce acabados que son extremadamente tersos y, en conse-- cuencia, muy deseables en superficies de contacto y fric-- ción.

(3) Es un proceso donde se requiere muy poca presión, lo cual - permite aplicarlo a piezas muy livianas, que en otra forma tenderían a separarse de la herramienta. Esta característica hace posible el empleo de mandriles magnéticos para sujetar la pieza en muchos trabajos de esmerilado.

2. Rectificado.- El objetivo del rectificado es el de producir superficies geométricamente correctas, corregir imperfecciones menores en las superficies, mejorar la precisión dimensional o proporcionar un ajuste realmente estrecho entre dos superfi--- cias en contacto. La cantidad de metal quitado es usualmente menor de 0.025 mm. Se aplica a superficies planas, cilíndricas, - esféricas o de formas especiales.

3. Barrilamiento.- El acabado en barril o frotado, es un método controlado para procesar partes, encaminado a eliminar rebasas, escamas, solapas y óxidos, así como para mejorar el acabado de las superficies. Se utiliza ampliamente como operación de acabado para muchas partes, debido a que puede obtenerse uniformidad en el acabado superficial, cosa que no es posible obtener -- con el acabado manual. Las partes que se trata de acabar, se colocan en un barril giratorio o unidad vibratoria con un medio abrasivo, aunque no es necesario, puede llevar agua o aceite y comúnmente algún compuesto químico para ayudar en la operación. A medida que el barril gira lentamente, la capa superior de las -- piezas a trabajar recibe un movimiento de deslizamiento hacia el lado inferior del barril, ocasionando que tenga lugar la acción abrasiva. También se obtienen los mismos resultados en una unidad vibradora en la que todo el contenido del recipiente está en movimiento constante.

4. Máquinas pulidoras.- Las ruedas de género ó bandas cu--- biertas con partículas abrasivas, se usan para la operación de - pulido. No se considera como proceso de precisión para quitar - metal, pero se puede quitar suficiente para eliminar rayaduras y otras imperfecciones menores. Tanto las ruedas como las bandas son flexibles y se conforman con áreas irregulares y redondas --

cuando es necesario. Las bandas anchas se utilizan para pulir - placas, hojas y otras partes metálicas grandes. La cantidad de metal que se elimina y el acabado de las superficies es controlado por las características del material que se trata de pulir, - por la velocidad de la banda y el tamaño del grano. Las ruedas pulidoras se elaboran con discos de tela de algodón, lona, cuero, fieltro o materiales similares, engomados o cocidos juntos, para proporcionar el ancho requerido de la cara y, por lo general, se refuerzan lateralmente con discos metálicos.

Deformación

El trabajo mecánico de los metales, es el de darles forma - ya sea en estado frío o caliente, empleando algún medio mecánico. Esto no incluye darles forma mediante máquinas herramienta o esmerilado; procesos en los cuales, el metal es arrancado; tampoco queda incluido el metal fundido para que tome alguna forma me--- diante el uso de moldes. En los procesos de deformación el me-- tal es perfilado mediante presión, incluyendo forja, doblado, -- troquelado, embutido y corte.

1. Forjado.- Existe una gran variedad de formas para reali- zar éste tipo de proceso, dependiendo más que nada, de las condi- ciones que muestre la pieza y las configuraciones que traten de obtenerse. Así, se tiene entre los más usuales, la forja por -- martillo, lo cual consiste en martillar el metal caliente, ya -- sea con herramientas manuales o entre estampas en un martillo de vapor. El forjado a mano es la forma más antigua de forjar. Se usa ampliamente para trabajos de reparación o mantenimiento, así como en la producción de partes pequeñas. La forja en estampa, que difiere de la forja de herrería en que se emplean estampas - configuradoras cerradas, en lugar de las de cara expuesta. El - forjado se produce por impacto o por presión, que es lo que com- pele al metal plástico a conformarse a la figura de las estampas.

2. Prensado.- La mayoría de las operaciones de trabajo en frío, son realizadas en prensa. Consiste en una estructura que soporta una mesa y una corredera, una fuente de potencia y un mecanismo para hacer que la corredera se mueva linealmente y en ángulo recto con la mesa. Las herramientas que la constituyen son, matrices y punzones y están diseñados para ciertas operaciones específicas. El doblado y formado, son algunas de las operaciones comunes que se realizan en prensas. Cuando se trata del doblado, el metal es forzado tanto a la tensión como a la compresión hasta valores por abajo del esfuerzo último del material, sin cambio apreciable en su espesor. En el formado o embutido, se utilizan moldes con cavidad, llamados también matrices. El proceso se realiza forzando una forma de acero endurecido o punzón, contra una matriz, llevando consigo el material que finalmente obtiene la forma de ésta. La ventaja del embutido, es que se pueden producir económicamente muchas cavidades idénticas, con superficies que tienen un acabado altamente aceptable y no necesitan más trabajo de máquinas herramientas, que el de quitar el metal sobrante de la parte superior y de los lados del trozo de metal donde se va a hacer la forma.

Otros Procedimientos

1. Electroformado.- Es uno de los principales procesos empleados para darle forma a los metales, con él, las partes se producen mediante depósitos electrolíticos del metal sobre un molde o matriz conductora y removible. El molde establece el tamaño y tersura superficial del producto terminado. El metal se suministra al molde conductor desde una solución electrolítica, en la cual actúa como ánodo una barra de metal puro para conducir la corriente. El electroformado es particularmente valioso para fabricar piezas de paredes muy delgadas que requieran extrema precisión, para acabado de superficies interiores y para formas internas muy complicadas, que son difíciles de producir mediante núcleos o mediante máquinas herramienta. También se usa ventajosamente para producir pequeñas cantidades de piezas que en otra forma requerirían herramientas muy costosas.

2. Mecanizado con llama.- Es el término que se usa para describir la operación de remover metal con un soplete de corte. Difiere del corte ordinario por llama, en que no se separa el cuerpo principal del metal, sino simplemente elimina metal como se hace en las operaciones de mecanizado. El soplete se sostiene formando un pequeño ángulo con la superficie que se trabaja y al avanzar, corta una ranura en lugar de penetrar. El proceso es rápido y requiere poca potencia, la sujeción del trabajo no necesita ser rígida. Por lo demás, el acabado superficial no es bueno y no puede obtenerse una buena exactitud dimensional. Sin embargo, para muchas operaciones burdas de mecanizado en que se desee la remoción de una gran cantidad de metal, éste método para cortarlo, es aceptable.

LA INDUSTRIA Y EL COMERCIO DE LA MAQUINA HERRAMIENTA EN EL MUNDO

La producción mundial de máquinas herramienta, medida en unidades físicas ó monetarias constantes, sigue creciendo. La demanda originada por la industrialización de numerosos países, -- los nuevos procesos tecnológicos, la renovación y desarrollo de los productos existentes generan necesidades que los fabricantes tratan de abastecer. En 10 años, la producción mundial se ha -- multiplicado por 32.5 y todo induce a pensar que, con las fluctuaciones que la coyuntura impone, la demanda va a continuar creciendo en lo futuro.

PRODUCCION MUNDIAL DE MAQUINAS HERRAMIENTA

Un análisis detallado respecto a los dieciseis primeros países productores de máquinas herramienta, se presenta a continuación; el cual muestra las siguientes consideraciones:

En 1969, U. S. A. era el primer productor mundial de máquinas herramienta, absorbiendo hasta el 22.53% del total. A partir del año siguiente ocupa esta posición, Alemania R. F., lugar que mantiene al término de 1979, representando una parte creciente de la producción mundial de 16.84 en 1969 y 18.07% diez años después.

Es interesante observar como solamente cinco países no han aumentado su participación mundial con relación a la que tenían en 1969, siendo ellos U. S. A., Rusia, Japón, Reino Unido y Checoslovaquia, si bien es necesario observar que algunos países -- que han incrementado su participación se ven favorecidos por una revaluación de su moneda con relación al dólar. En 1969, los -- diez primeros países producían el 90.97% del total de la producción mundial. En 1979, se tiene que tomar hasta el puesto 13º -- para alcanzar el 90.16% del total producido.

PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE MAQUINAS HERRAMIENTA

P A I S E S	1979		% Sobre Total	1969		% Sobre Total
	Prod. (miles \$)	Posi ción		Prod. (miles \$)	Posi ción	
Alemania R. F.	4,099.9	1º	18.07	1,178.3	2º	16.84
U.S.A.	3,890.0	2º	17.14	1,597.6	1º	22.53
Rusia	2,892.0	3º	12.74	1,070.0	3º	15.29
Japón	2,697.8	4º	11.89	862.0	4º	12.33
Italia	1,385.7	5º	6.11	204.0	6º	4.34
Reino Unido	1,106.4	6º	4.8	412.6	5º	5.99
Francia	918.1	7º	4.05	259.3	7º	3.71
Alemania R. D.	805.8	8º	3.55	245.0	8º	3.50
Suiza	797.1	9º	3.51	198.0	10º	2.83
Polonia	684.6	10º	3.02	103.0	11º	1.47
China	420.0	11º	1.85	45.0	19º	0.61
Rumania	403.6	12º	1.78	17.0	21º	0.24
Checoslovaquia	357.2	13º	1.57	238.0	9º	3.40
España	313.1	14º	1.38	74.5	12º	1.05
Brasil	239.8	15º	1.06	21.6	20º	0.31
Yugoslavia	222.5	16º	0.98	17.0	22º	0.24
TOTAL MUNDO	22,697.9					

EXPORTACION MUNDIAL DE MAQUINAS HERRAMIENTA POR PAISES

P A I S E S	1979			1969		
	Millones \$	Posi ción	% S/Total	Millones \$	Posi ción	% S/Total
Alemania R. F.	2,460.0	1º	26.39	673.0	1º	30.3
Japón	1,113.8	2º	11.95	77.0	10º	3.5
Italia	698.9	3º	7.50	165.0	5º	7.4
Suiza	677.5	4º	7.27	155.0	6º	7.0
Alemania R. D.	661.6	5º	7.10	188.0	3º	8.5
U. S. A.	660.0	6º	7.08	237.0	2º	10.7
Francia	479.8	7º	5.15	91.4	9º	4.1
Reino Unido	481.1	8º	5.02	171.1	4º	7.7
Rusia	350.0	9º	3.75	100.0	8º	4.5
Checoslovaquia	265.0	10º	2.84	109.0	7º	4.9
⋮						
TOTAL MUNDO	9,322.8		100.0	2,220.0		100.0

Quizás lo más destacado sea la irresistible ascensión japonesa, que si en 1969 se encontraba en décima posición con una cifra de exportación equivalente al 3.5% de la total mundial, en 1979 se encuentra en segundo lugar, con una cifra equivalente a casi 12% de la total mundial, ejerciendo el control de los mercados próximos del sudeste Asiático, aunado al fuerte incremento de las exportaciones a U.S.A. y a Europa. Debe tenerse presente que de cifras menores al 1%, los japoneses han pasado a representar entre el 7 y el 10% de las compras de máquinas herramienta al exterior de Inglaterra, Alemania y España.

Alemania R. F., es el mayor proveedor mundial de máquinas - herramienta representando su exportación el 26.39% de la del mundo. Sin embargo, esta cifra es ligeramente inferior a la de 1969. Solamente cinco países han aumentado su participación en el total de la del mundo con relación a 1969, siendo éstos:

P A I S	1969	1979
	% S/Total	% S/Total
Japón	3.50	11.95
Francia	4.10	5.15
España	1.0	2.32
Suecia	1.6	1.68
Austria	0.8	1.21

Países netamente exportadores de máquinas herramienta como Suiza y Alemania R. D., llegan a vender al exterior en 1979, del orden del 85% de la producción, debido a la especialización de determinados tipos de herramienta y excesivas infraestructuras - comerciales bien apoyadas financieramente.

Japón cuyo progreso fué señalado anteriormente, pasa de vender en el exterior el 9% de su producción en 1969 a destinar a este fin más del 41% en 1979.

LAS IMPORTACIONES

IMPORTACION MUNDIAL DE MAQUINAS HERRAMIENTA POR PAISES

P A I S E S	1979 (Estimado)			1969		
	Millones Dólares	% S/Total	Posición	Millones Dólares	% S/Total	Posición
U. S. A.	1,060.0	14.23	1º	158	7.10	2º
Rusia	800.0	10.74	2º	330	14.9	1º
Reino Unido	574.5	7.71	3º	96.4	4.40	8º
Alemania R. F.	541.2	7.27	4º	134.0	6.0	4º
Polonia	518.3	6.96	5º	109.0	4.9	6º
Rumania	381.2	5.12	6º	29.0	1.3	20º
Francia	352.4	4.73	7º	91.4	4.2	9º
Italia	265.1	3.56	8º	100.0	4.5	7º
Alemania R. D.	243.8	3.27	9º	51.0	2.3	12º
Checoslovaquia	166.3	2.23	10º	65.0	2.9	10º
España	82.0	1.10	11º	33.0	1.5	18º
T O T A L	7,448.1	100.0		222.0	100.0	

Es destacable el aumento de las importaciones de U.S.A., -- que en 10 años se han multiplicado por más de 6, llegando en --- 1979 a sobrepasar los 1000.0 millones de dólares de compras al - exterior y absorbiendo más del 14% de las importaciones totales.

Los países de economía planificada del Este europeo compran cantidades crecientes de máquinas herramienta, como en los casos de Polonia y Rumania, que en diez años se han colocado en lugares muy destacados. El caso español, cada vez menor consumidor de producción propia ó ajena es un claro retroceso de graves consecuencias, a plazo medio, en la capacidad competitiva.

MERCADO NACIONAL DE MAQUINAS HERRAMIENTA

El mercado mexicano de máquinas herramienta es de magnitud considerable. Se estima que la demanda anual se acerca a 150 millones de dólares, sin incluir máquinas para madera. En términos de comparación internacional la magnitud del mercado mexicano ocupa un lugar destacado en el mundo, no lejos de la demanda de Brasil, por ejemplo. Sin embargo, en este mercado la participación de la producción nacional es pequeña -menos de 5 millones de dólares anuales- y consiste en máquinas simples, livianas y no especializadas. En contraste, otros países con la misma magnitud de mercado han logrado, al menos, abastecer internamente -la mitad o más de su demanda, además de realizar avances considerables para incrementar la producción especializada e iniciarse en el área de control numérico y en las exportaciones de modelos robustos, simples y de bajo precio. Así pues, el contraste entre la potencialidad de esta industria y su situación real, es uno de los más notables en la industria mecánica nacional.

MAQUINAS HERRAMIENTA : PRODUCCION, 1964 -

AÑO	TOTAL			DE VIRUTA			
	Cant. (Unidad)	Volumen (Tonel)	Tonelada x Unidad	Cant. (Unidad)	Volumen (Tonel)	Tonelada x Unidad	(U
TOTAL 1964-1977	8,459	8,890.5	1.05	7,245	5,266.3	0.73	
1964	200	280.0	0.90	200	280.0	0.90	
1965	206	189.5	0.92	206	189.6	0.92	
1966	228	220.3	0.97	228	220.3	0.97	
1967	283	283.8	1.00	283	282.8	1.00	
1968	296	328.5	1.11	296	329.6	1.11	
1969	360	400.5	1.11	360	400.5	1.11	
1970	423	503.9	1.19	398	423.9	1.07	
1971	453	630.0	1.39	414	461.4	1.11	
1972	492	585.9	1.19	470	473.6	1.01	
1973	548	723.0	1.32	473	501.3	1.06	
1974	1,215	1,323.0	1.09	904	561.5	0.62	
1975	1,328	1,370.7	1.03	1,072	621.9	0.58	
1976	1,243	1,167.3	0.94	1,011	382.1	0.38	
1977	1,184	984.0	0.83	930	236.8	0.25	

FUENTE: Nacional Financiera, S. A.

Se destaca por ejemplo que la producción de tornos paralelos livianos, de la cual la mayor parte se destina a propósitos educativos, no llega aún a las 800 unidades. En el caso de otras máquinas la situación es también desfavorable se carece de producción de maquinaria básica o se está iniciando su fabricación. Las máquinas nacionales son en general adecuadas para producción liviana y la tecnología suele ser relativamente elemental y obsoleta.

Siendo que la industria de máquinas herramienta es, en cualquier país un exponente básico de la situación de la industria mecánica, y muestra en forma específica el nivel de desarrollo en que se encuentra respecto a productividad y tecnología.

Hasta ahora la técnica general es que el desarrollo de la industria mecánica se basa en un desarrollo simultáneo de las máquinas herramienta.

El atraso relativo de este sector tiene múltiples causas. Entre ellas cabe destacar el doble hecho de que la industria mecánica no ha experimentado un desarrollo intenso ni ha sido objeto de una política deliberada para ese fin. Como consecuencia de esto la inversión se ha realizado en gran proporción en maquinaria de segunda mano, obsoleta y de baja productividad en muchos casos, pero que pudo aliviar problemas financieros de las empresas. Ello a su vez implicó bajo grado de mecanización y en definitiva, pocos o nulos incentivos para la producción de máquinas herramienta.

Como se trata de una producción incipiente con grandes exigencias de tecnología, de proveedores de insumos y de componentes de alta calidad y padece además problemas financieros, que por ahora han sido soslayados a través de un bajo grado de integración, esta industria requiere de un especial apoyo para lograr su desarrollo.

EMPRESAS PRODUCTORAS POR TIPO DE PRODUCTOS

La industria de máquinas herramienta en México, comprende cuatro marcas de tornos, una marca de prensas hidráulicas y una docena o más de máquinas taladradoras, prensas mecánicas y equipo para el trabajo de hojas de metal. Sólo tipos limitados de máquinas en el mercado son fabricados a corto plazo.

Potencialmente FANAMER, es la unidad más significativa en cuanto a cantidad de manufactura de TORNOS, una planta nueva y bien equipada, aunque no ha progresado más allá del ensamble de máquinas importadas de Europa, tecnología que por lo regular es yugoslava, italiana o española, entre otras.

Mecamex, una pequeña planta productora de herramientas y maquinaria reconstruída, opera en el ensamble de tornos paralelos, particularmente en un torno de centros de precisión de 10 H.P. - que bien ofrece algunas características de un torno de torre; el modelo fué comprado a Francia aunque al presente, todavía algunas de las partes de la máquina son importadas, incluyendo la base del torno, que se logra por fundición. Tales características hacen que el precio en el mercado nacional sea mayor del que es vendido en Europa.

Hidromex es la única marca de prensas hidráulicas en el país; esta compañía ha diseñado y desarrollado una línea de prensas reconocida, y construído una nueva planta en 1976, para producir máquinas de 250 a 2500 toneladas de capacidad. La mayoría de las partes son producidas en la planta, con importaciones de artículos poco críticos como baleros, soportes, etc.

Las máquinas son sencillas pero robustas que bien pueden satisfacer los requerimientos del mercado doméstico, aunque si se quisiera competir con el extranjero, debería llevarse a cabo un progreso en toda su línea.

MAQUINAS-HERRAMIENTA: EMPRESAS PRODUCTORAS POR TIPO DE PRODU

EMPRESAS	TALADROS		SIERRAS		TORNOS			Vertica
	De banco	De columna	Alter nativa	Afiladora	De banco	Para lelos	Revólver	
HERBERT MEX.							X	
FANAMER		X				X	X	
OERLIKON ITALIANA								X
FAMASA						X		
MAQUINAS MONTERREY								
MANUF. TOSA	X	X						
IND. AUT.								
MAQUINAS MEXICANAS								
INDUSTRIAL LAGUNERA	X	X			X	X		
MECANOMEX			X					
EMPACOMATIC				X				
MECAMEX						X		

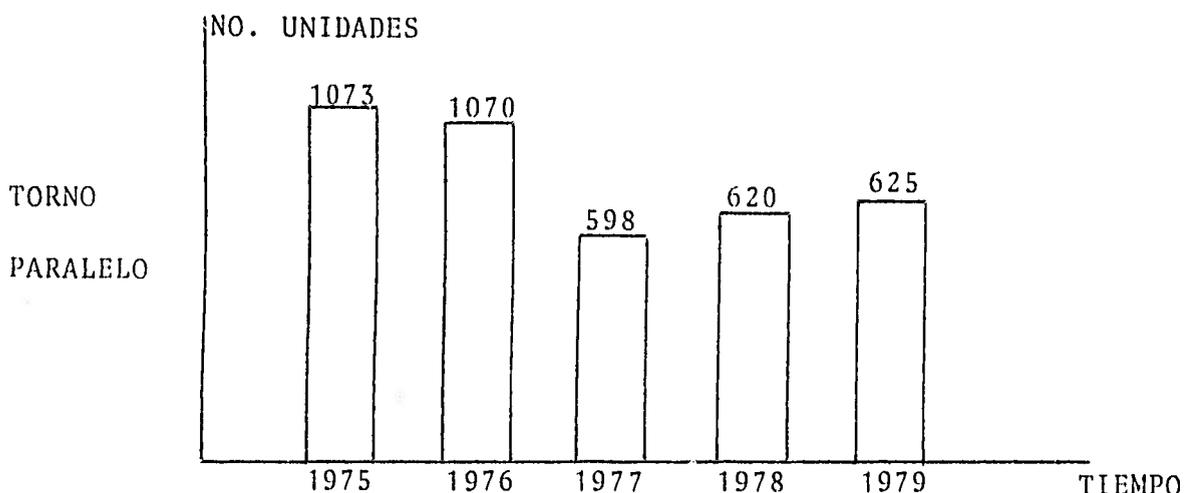
FUENTE: Nacional Financiera, S. A.

La oferta que presenta el país es relativamente pobre, tan solo diez ó más empresas productoras de máquinas herramienta cubren las exigencias de nuestro mercado interno. Y no quiere decir con esto que al haber poca oferta las necesidades de consumo también lo sean, ya que como notamos anteriormente, la demanda anual alcanza los 150 millones de dólares. Por otro lado, ésto nos demuestra el porqué de nuestra baja participación en la producción nacional, que no alcanza a cubrir siquiera un 10% de la demanda.

Por consiguiente, pensamos que uno de los caminos a seguir es apoyar la creación de nuevas empresas, propagar y divulgar -- nuevos planes de desarrollo principalmente por parte del estado, pero también por particulares, ya que la situación afecta tanto al uno como al otro.

La participación del estado en la promoción del desarrollo económico nacional es de suma importancia, si consideramos que - en el año de 1975, la inversión del Gobierno Federal constituyó el 50% de la inversión total, lo que representó el 10% del producto interno bruto.

REGLON DE IMPORTACIONES



En base a los informes proporcionados por los anuarios Estadísticos, hemos podido graficar en un lapso de cinco años, la situación que guarda el país respecto a la importación de máquinas herramienta. Considerando al torno paralelo, por ser éste el -- que tiene mayor demanda, de la gráfica precedente, podemos hacer las siguientes consideraciones:

En el período de 1975 a 1976, las cantidades a importar fueron más allá de las mil unidades, debido tal vez al poco o nulo apoyo financiero que sufrió el país en el ramo de la transformación, aunado por una creciente ola inflacionaria y concluyendo en la devaluación de la moneda. Esto, orilló a los fabricantes en su mayoría de iniciativa privada, a suspender los proyectos de inversión, por consiguiente la demanda tuvo que satisfacerse a través de la importación.

En los siguientes períodos, se nota claramente que el país vuelve a entrar en el aro de la producción, reduciendo un poco la gran demanda que soporta y que no alcanza a cubrir, debido en gran parte a la poca capacidad productora con que se cuenta en el país.

ESTRUCTURA PRODUCTIVA

No existe a la fecha un estudio sobre máquinas herramienta, que muestre honestamente el número, tipo y existencia de éstas en el país, muchas veces debido a la escasa cooperación por parte de los fabricantes, ó bien porque es muy costoso y difícil disponer de los recursos humanos que llevaría levantar un censo. Por tanto haciendo hincapié en nuestra investigación, se muestra un programa posible de productos mixtos para la producción doméstica:

- Tornos horizontales.
- Tornos verticales.
- Fresadoras.
- Máquinas taladradoras de banco y de columna.
- Prensas mecánicas.
- Cepillos de codo.

Productos que pueden ser manufacturados con tecnología sencilla pero bien estructurada, que además en un país como el nuestro en vías de desarrollo existe la oferta y demanda capaz para lograr el éxito en el mercado. Por otro lado se lograría disminuir la fuerte tendencia a las importaciones, no quiere decir con ésto que el país se aislara con el exterior en forma extrema, porque es muy necesaria la tecnología con que cuentan algunos de ellos, los avances a nivel mundial, etc., pero con ésto se lograría dar comienzo a una nueva etapa de desarrollo en forma propia.

PORCENTAJE DE SUBSTITUCION DE IMPORTACION DE PAISES
SELECCIONADOS

	Capacidad Productiva	Capacidad Productiva
España _____	51.3%	47.7%
Brasil _____	45.8%	59.7%
India _____	53.4%	74.1%
Argentina _____	46.0%	64.5%
	<u>Año 1970</u>	<u>Año 1975</u>

En lo siguiente hemos decidido avocarnos a un tipo de máquina en particular y tratar de llevar a cabo un anteproyecto preinversión para su fabricación. Por tanto, tomando en cuenta que entre las máquinas herramienta el torno juega un papel primordial para su fabricación y corroborando con la cantidad que nuestro país importa año con año para satisfacer sus necesidades, damos a continuación un breve y sencillo análisis para lograr su manufactura.

ANALISIS DEL TORNO

El torno es probablemente la más antigua de las máquinas -- herramienta, así como la más importante en la producción moderna. En el torno la pieza que se trabaja se sostiene entre dos puntas ó en un mandril (chuck) que la hace girar, mientras la herramienta se fija en la parte móvil que la traslada longitudinal y transversalmente contra la pieza. En él, se pueden obtener superficies cilíndricas, planas, cónicas, esféricas, perfiladas y roscadas. El trabajo sujeto en esta forma puede igualmente centrarse, taladrarse, rectificarse ó rimarse. Además el torno puede ser -- usado para el corte de roscas y hechura de conos; con un aditamento apropiado, puede adaptarse a operaciones simples de fresado.

TIPOS DE TORNOS

Es difícil hacer una clasificación adecuada de los tornos, ya que existen muchas variedades en tamaño, diseño, método de movimiento, disposición de los engranes y utilidad. En general, la clasificación de los tornos es la siguiente:

- A) Tornos de velocidad
- B) Tornos de mantenimiento
- C) Tornos de taller
- D) Tornos verticales
- E) Tornos revólver
- F) Tornos especiales

Tornos de Velocidad.- Es el más simple de todos los tornos, consiste en una bancada, un cabezal fijo, un contrapunto y una corredera ajustable, para soporte de la herramienta, generalmente es movido por un motor de velocidad variable, montado en el

cabezal; si bien, el movimiento puede ser hecho a través de una banda conectada a una polea cónica escalonada. El torno de velocidad, se usa principalmente para torneear madera para trabajos pequeños de gabinete ó para plantillas, así como para centrado de cilindros metálicos, antes de proceder a trabajarlos en el -- torno correspondiente.

Torno de mantenimiento.- Difiere del torno de velocidad, - en que tiene dispositivos adicionales para controlar la velocidad del husillo y para mantener y controlar la penetración de la herramienta fija de corte. Se distinguen dos grupos de tornos de mantenimiento: el de banco y el de piso. Ambos tipos de torno, reciben su energía mediante una banda pequeña desde el motor ó desde una contramarcha constituida por un pequeño cono de poleas movido por un motor. El cabezal fijo, está equipado con un cono escalonado de poleas, el cual proporciona una variación de cuatro velocidades en el husillo principal, cuando se le conecta directamente a la contramarcha del motor. Además, están equipados con engranes, que al conectarse con el cono de poleas, proporciona cuatro velocidades adicionales.

La diferencia que tiene el torno de piso con respecto al -- torno de banco, es en cuanto a la forma de montaje, se localiza sobre una mesa o banco de trabajo. Se adapta a trabajo pequeño, teniendo una capacidad máxima de volteo de 25 cm. en la cara del plato. Muchos tornos de este tipo, se usan para trabajos de precisión de partes pequeñas. Cada una de éstas clases de tornos, puede ir equipada con engranajes de cambio manual ó caja de cambio rápido. En las máquinas con engranajes de cambio manual, éstos pueden cambiarse para permitir prácticamente cualquier paso de rosca.

En el torno con caja de cambio rápido la transmisión está arreglada de tal manera que se pueden hacer cambios para obtener varios pasos de roscas sin tener que cambiar engranes sueltos.

Torno de taller.- El torno para talleres de herramientas es el tipo más moderno de los tornos con engranajes reductores. La transmisión es accionada por motor oculto debajo del cabezal ó también con transmisiones de motor sobre pedestal y contramarcha. Generalmente, los tornos para talleres de herramientas, se sujetan a pruebas especiales de precisión durante el proceso de manufactura y están equipados con aditamentos para torneado cónico, indicador de carátula, mandril de boquillas para sujeción de barras, recogedor de virutas y tope micrométrico para el carro. -- Este tipo de torno como su nombre lo indica, se emplea en los talleres de establecimientos industriales, para hacer herramientas finas, patrones, accesorios de sujeción, guías, etc., para hacer y probar los productos manufacturados.

Torno vertical.- Los tornos verticales son máquinas herramientas que tienen parecido con los tornos comunes horizontales, difieren en que el movimiento principal ó de rotación, es comunicado a la pieza que se trabaja por el eje en el que va acoplado al plato portapiezas, pero la herramienta permanece estacionaria frente a la pieza. La diferencia principal consiste en que la bancada del torno se compone de una o dos columnas verticales y el eje del husillo principal, también vertical (de ahí le viene el nombre de torno vertical).

La ventaja que prestan éstas máquinas, es la comodidad para fijar las piezas pesadas, difíciles de soportar en un torno paralelo; la fácil inspección de las superficies que se trabajan y el fácil centrado de las piezas, ya que éstas no tienen la tendencia a escaparse como en el torno paralelo.

Otra característica importante en el torno vertical, es que las piezas de forma irregular no necesitan ser cuidadosamente equilibradas antes de hacerlas girar a gran velocidad, como es necesario hacerlo con los tornos a eje horizontal. Como el plato giratorio de que se compone esta máquina apoya sobre guías circulares que se disponen lo más cerca posible de la periferia, la -

carga se distribuye uniformemente con la mínima presión específica, por lo tanto, no trabajan solo y exclusivamente los cojinetes del husillo, como sucede en los tornos comunes, consecuentemente el apoyo es completo y firme; realizándose el trabajo en forma adecuada.

El factor importante en el torno vertical es que el torneado exterior e interior, así como el refrentado, pueden realizarse simultáneamente, actuando las dos barras portaherramientas.

En los tornos verticales modernos, los avances automáticos de las herramientas, se realizan mediante el mecanismo contenido en las cajas de seguridad de avances separados, acondicionadas cada una con un motor eléctrico.

El conjunto formado por el travesaño ó travieza, los carros verticales y el carro lateral, están equilibrados para facilitar su desplazamiento. Como puede apreciarse, estas máquinas han surgido de la necesidad de tener que tornear elementos de gran tamaño, ejemplo de ello son los rodetes de las turbinas, grandes volantes y poleas, ruedas dentadas, los cuales por su gran peso, se pueden montar más fácilmente sobre una plataforma redonda horizontal, que sobre una vertical.

Torno revólver.- Los tornos revólver constituyen uno de los tipos más importantes de las máquinas utilizadas para el trabajo de los metales. La necesidad de abaratar la producción ha llevado a organizar el trabajo por series, o sea, producción de un gran número de piezas en el tiempo mínimo.

Estas máquinas herramientas se prestan especialmente a la fabricación de piezas pequeñas, en las cuales es necesario ejecutar cierto número de operaciones elementales, perfectamente definidas una a continuación de las otras, sin cambiar el lugar de la pieza, lo que disminuye el tiempo de fabricación.

Las características fundamentales de los tornos revólver, son el empleo de varias herramientas convenientemente dispuestas y preparadas para realizar las operaciones en forma ordenada y sucesiva; lo que obliga al empleo de dispositivos especiales. El principal rasgo distintivo es su torre portaherramientas que reemplaza al contrapunto y puede girar alrededor de un eje vertical u horizontal y desplazarse a lo largo de la bancada llevando las herramientas a su posición de corte.

El poste de herramientas normal se reemplaza por una torre cuadrada y se agrega otra en la parte posterior. Estos arreglos permiten que se puedan montar hasta 14 herramientas al mismo tiempo, que presentadas ordenadamente, ejecutan respectivamente tantas operaciones sobre el mismo elemento sin necesidad de desmontarlo de la máquina.

Los tornos revólver tienen muchas características similares a las de los tornos normales modernos. El cabezal fijo en la mayoría de los casos, tiene combinaciones de engranes que permiten de 6 a 16 velocidades en el husillo y las duplican con un motor de dos velocidades. Las diversas velocidades del husillo, así como los movimientos de avance y retroceso, están controlados por palancas que se proyectan desde el cabezal fijo. El motor está colocado algunas veces en la pata que se encuentra debajo del cabezal ó dentro de ella y conectado a la polea del cabezal de engranes por medio de bandas en V, o puede conectarse directamente un motor con brida a la flecha motriz en el cabezal. Algunas máquinas diseñadas para trabajo ligero, se mueven por medio de un motor de velocidad múltiple, montado debajo del husillo, dentro de la cubierta del cabezal y conectado al husillo mediante bandas en V ó a través de un tren simple de engranes.

La principal diferencia entre el torno revólver y los tornos comunes, es que el torno revólver está adaptado a la producción de gran cantidad de piezas, mientras que el torno común se usa principalmente para trabajos misceláneos, hechura de herra-

mientas, ó trabajos que requieran una sóla operación.

Los principales tipos de torno revólver pueden clasificarse así:

- a) Torno revólver vertical
- b) Torno revólver horizontal

a) Torno revólver vertical.- En éste tipo de máquina se efectúa solamente trabajo sujeto en mordazas. Consiste en un plato rotatorio de mordazas o mesa en la posición horizontal, con la torre montada arriba sobre una corredera transversal. Además existe por lo menos un cabezal lateral provisto con una torre -- cuadrada para sujetar herramientas. Todas las herramientas montadas en la torre, tienen sus respectivos topes, ajustados de -- tal manera que la longitud de los cortes puede ser la misma en -- los ciclos sucesivos de mecanizado.

La capacidad del torno revólver vertical se indica normalmente por el diámetro de la mesa horizontal de trabajo. El tamaño de volteo en algunas de estas máquinas es mayor que el diámetro de la mesa, dependiendo de la presencia del cabezal lateral.

b) Torno revólver horizontal.- Se utiliza para trabajos en barra ó bien para el mecanizado de piezas sujetas en el plato de mordazas. Este tipo de torno es el más generalizado. Cada una de las herramientas se encuentran exactamente colocadas en la -- prolongación del eje del husillo, predispuesta para realizar --- cualquier tipo de operación; como agujerar, escarear y roscar su cesivamente. Las operaciones de torneear, cortar y refrentar, es necesario realizarlas con el carro transversal.

Una vez que un torno revólver se ha ajustado para un determinado trabajo, pueden mecanizarse muchas piezas idénticas sin -- más ajustes de las herramientas. Los siguientes tipos de traba-

jos que pueden hacerse en un torno normal, igualmente pueden realizarse en un torno revólver: torneado entre puntos y torneado con la pieza sujeta en el plato de mordazas, corte de roscas, -- torneado cónico, taladrado, rimado y muchas operaciones similares aún cuando actualmente hay otras muchas máquinas de producción, el torno revólver ha sido en gran parte, el que ha originado el desarrollo de la fabricación intercambiable.

Tornos automáticos.- Los tornos cuyas herramientas se acercan automáticamente a la pieza y se retiran después de que se ha completado un ciclo, se llaman tornos automáticos. Se clasifican en dos grandes grupos:

- a) Todo automático.
- b) Semiautomáticos, en donde el ciclo de trabajo es automático, pero la carga y descarga se hacen manualmente.

Los tornos que son completamente automáticos, están provistos de un alimentador de tolva de manera que pueden mecanizarse muchas partes en sucesión, con poca atención del operario. La ventaja de éstos tornos se manifiesta en la eliminación del elemento humano y su adaptabilidad de operación con un mínimo de operadores, lo que hace que los costos por pieza sean más bajos que los de piezas fabricadas en los tornos revólver manuales.

ANTEPROYECTO PREINVERSION PARA LA INSTALACION DE LA PLANTA

Uno de los primeros pasos para la creación de una empresa, es la presentación del anteproyecto preinversión, que en este sencillo trabajo pretendemos exponer con la finalidad de remarcar una de las muchas alternativas que existen para lograr que nuestro país alcance su desarrollo.

Para la creación de nuestro proyecto hemos considerado, entre las máquinas herramienta, el torno paralelo. La razón de tal elección está basada en los resultados que proporcionó el estudio de mercado, el torno paralelo de mediana capacidad es el tipo de máquina que tiene mayor demanda, prueba de ello, la tenemos al analizar el renglón de importaciones. Una razón más, es el hecho de que el torno paralelo es la máquina herramienta que interviene en la manufactura de casi todas las demás, ó sea es la máquina herramienta que puede autoreproducirse y contribuir en el proceso de todas las de su clase.

Refiriéndonos al sector público, todo proyecto debe considerar las siguientes etapas: perfil, anteproyecto y, en caso de autorizarse la inversión, el proyecto definitivo. El objetivo del perfil es definir correctamente la idea que da origen al proyecto y presentar la información esencial que permita decidir la conveniencia ó no de profundizar en los estudios, en términos de los lineamientos de política industrial y económica vigentes en el país.

En el anteproyecto se espera disponer de la información necesaria para analizar las posibles alternativas de viabilidad técnico-económicas y los requerimientos financieros para la implementación del proyecto preinversión.

La tercera etapa en esta metodología la constituye el proyecto, en el cual se profundizará con base en una información --

rigurosa y precisa, en el estudio de varias alternativas técnico económicas contempladas en el anteproyecto, con el fin de seleccionar la alternativa óptima. De su análisis se derivará la decisión de aceptación ó rechazo del proyecto de inversión.

En este trabajo a manera de tesis, hemos optado en considerar únicamente un proyecto preinversión para la instalación de una planta que forzosamente no tenga que llevarse a cabo por el sector público, sino que sea en forma general, sencilla, conteniendo los lineamientos principales de una empresa productora de máquinas herramienta, como son:

- a) Estudio preliminar
- b) Despiece de las partes principales de la máquina
- c) Diagramas de los procesos de fabricación
- d) Determinación del equipo de producción
- e) Aspectos técnico-económico (costos)

ESTUDIO PRELIMINAR

Con objeto de circunscribir el análisis del Mercado Nacional a aquel tipo de máquinas cuya fabricación inmediata pudiera justificarse por su demanda y especificaciones técnicas, se realizaron exploraciones previas con fabricantes nacionales y extranjeros, distribuidores y usuarios. El valor de las importaciones correspondientes a las principales máquinas herramienta se tomó de los anuarios estadísticos publicados por la Secretaría de Industria y Comercio. Se acudió también, como fuentes de información secundaria, a publicaciones de Organismos Oficiales y Privados que se interesan en promover o financiar la producción de bienes de capital. De las informaciones así obtenidas se derivaron las hipótesis de trabajo y la amplitud de los resultados del estudio.

Entre los principales valores presentados durante los estudios previos sobresale el relativo a las diferencias que tienen, en realidad, dos máquinas aparentemente iguales según las especificaciones de catálogo.

El origen de tales diferencias radica en tres factores:

- * Diseño
- * Calidad de los materiales de construcción
- * Calidad y secuencia de los procesos de fabricación y ensamble.

De acuerdo con los propósitos del presente estudio, que no pretende ser un tratado sobre el tema, únicamente se analizarán y de modo muy breve, algunos puntos indispensables para fundamentar las diferencias entre dos máquinas-herramienta aparentemente iguales:

- * Capacidad geométrica de la máquina
- * Capacidad dinámica
- * Cabezal

- * Bancada
- * Potencia admitida
- * Peso admitido
- * Precisión

La evaluación de estas características permite establecer una clasificación de máquinas-herramienta, muy difícil de medir -cuantitativamente, pero que -afectada de cierta dosis de subjetividad- se ha convertido en lugar común para las entidades dedicadas al diseño, fabricación, distribución y uso de tales máquinas.

Esta clasificación corresponde a las clases A, B y C y, de modo general, puede describirse como sigue:

Máquinas clase "A"

Son de muy alta precisión y exactitud, cualidades que conservan durante períodos muy prolongados de utilización. Están -construidas con materiales de la mejor calidad.

Las máquinas para fabricarlas son muy precisas y, algunas, diseñadas especialmente para realizar una operación o un conjunto específico de ellas. Las tolerancias de diseño y fabricación de las partes y los ensambles son muy estrechas por lo que requieren de equipos exactos y precisos para medición y control. Las partes giratorias son balanceadas dinámicamente. Para el ajuste y montaje se requiere de una mano de obra altamente especializada.

Aunque varios países fabrican máquinas de todas clases, existe cierta identificación entre los países de mayor desarrollo tecnológico y la proporción de máquinas-herramienta de mayor calidad en su producción total de las mismas.

Así por ejemplo, los tornos y fresadoras de clase "A" son -fabricados, entre otros países, por Alemania (RFA y RDA), Italia, Francia, Suiza y los EE.UU. Las marcas principales son las si-

guientes: VDF, Boley, De Valliere, Cazeneuve, Max Novo, Minganti, Schaublin, Oerlikon, American, Cincinnati, Hardinge, Deckel, Fritz-Werner, Maho, Wanderer, GSP, Leon Hure, Starrag, Kearny -- Treacker, etc.

Máquinas clase "B"

Su calidad es buena y están diseñadas para fines de producción o uso general. Conservan su alta precisión y exactitud menos tiempo que las máquinas de clase "A". En la fabricación de sus partes no se usan, más que esporádicamente, máquinas especiales.

Las tolerancias y márgenes son más amplios que los correspondientes a la clase "A". Tornos y fresadoras de esta clase -- son fabricados por países como Alemania Occidental, Alemania Oriental, Francia, Italia, Inglaterra, Argentina, Bélgica, Japón, Yugoslavia, España, Hungría, Dinamarca, Suecia, etc. Las marcas más conocidas en el mercado internacional son: entre otras, Weipert, Ramo, Graziano, Tovagliari, Colchester, Celtic, Turri, Pryomajska, WMW, Okuma, Potijse, Makino, Unión, Cincinnati, Dufour, Pasquino, Grazioli, Zayer, Pedersen, Abene, Voest, etc.

Máquinas clase "C"

Son de escasa calidad, diseñadas generalmente para fines de mantenimiento de equipos que no requieren partes sujetas a rígidas normas de precisión y de acabado, así como para producir piezas de baja especificación o acercar las dimensiones de una pieza que haya de ser trabajada por máquinas de mejor clase. Los materiales usados para construirlas, generalmente son buenos, pero los procesos de fabricación de sus partes -- en los que se emplean equipos de uso general -- y de su ensamble, son menos rigurosos que en las máquinas A ó B y más amplios los márgenes de tolerancias admitidas en la producción de componentes. La precisión

y exactitud las conservan por tiempo menor que en las otras dos clases.

Entre otros países son fabricadas por España, Brasil, Argentina, México, Polonia, Italia Inglaterra, los EE.UU., Alemania - Oriental, Holanda, etc. Las marcas correspondientes son: entre otras, Misal, Logan, Kerry, Wecheco, Satesa, Lafayette, Urpe, -- Gosmeta, Spiro, Indema, Anayak, Jarbe, Gurutzpe, Natale, Fama, Imor, Sánchez Blanes, Saimp, etc.

Para mayor comprensión se incluyen breves descripciones y - comentarios acerca de las características, ya antes señaladas, que se toman como base para la clasificación.

Capacidad Geométrica

Se refiere este rubro a la configuración geométrica (forma) de la máquina y a sus dimensiones principales. Generalmente son estos los datos de catálogo que hacen parecer iguales a dos má-- quinas en realidad diferentes. Puede tomarse, por ejemplo, el - caso de dos tornos de distinta calidad, pero aparentemente con - la misma capacidad geométrica. Uno FAMA (clase C) y otro POTIS- JE (clase B), cada uno de 500 mm. de volteo sobre la bancada y - 2000 mm. de distancia entre puntos. En el primero es posible -- trabajar, sobre el carro transversal, una pieza de 270 mm. y en el segundo el tamaño puede llegar a ser hasta de 310 mm. Esta - diferencia proporciona al torno POTISJE una ventaja de no poca - consideración. Conviene también, en este aspecto, considerar la comparación entre otras dimensiones como el largo y el ancho del escote, el diámetro del pasaje por el husillo, etc.

Capacidad Dinámica

Está determinada por el número de diferentes velocidades -- (revoluciones por minuto) del husillo, la cantidad de pasos en a vances longitudinales y transversales y sus escalonamientos co--

rrespondientes; las velocidades máximas y mínimas, etc., factores todos ellos relacionados de manera directa con la productividad de una máquina, con la gama de utilizaciones y con su capacidad y versatilidad para realizar trabajos.

Basando nuevamente el ejemplo en las dos máquinas que fueron comparadas en el apartado relativo a capacidad geométrica, - debe señalarse que el torno de clase C puede dar 38 avances y el de clase B llega hasta 56. Un torno de iguales dimensiones, pero de clase A, alcanza cerca de 100 avances.

Cabezal

Tiene extraordinaria importancia para la clasificación de máquinas-herramienta debiendo tomarse en consideración -entre otros factores- el tipo de montaje del husillo. Este se hace, según la clase de máquina, sobre metales o sobre rodamientos y con mayor o menor cantidad de apoyos, a fin de propiciar un reparto equilibrado de las presiones de trabajo y evitar vibraciones durante la operación. Aspecto muy importante para la gama de utilizaciones de la máquina es el máximo diámetro de barra que puede admitir la perforación del husillo.

El diseño cinemático del cabezal limita la gama de velocidades de giro y sus elementos mecánicos -embragues, frenos, etc.- determinan en gran parte la productividad de la máquina. También son muy importantes la calidad de los materiales usados, -- sus tratamientos térmicos y el diseño de engranes y cadenas cinemáticas, así como todos los procesos de fabricación del cabezal. Una máquina, por ejemplo, con engranes rectificadas en cuanto al perfil de los dientes es mejor que otra con engranes sin rectificar. Lo mismo puede decirse cuando la caja del cabezal está maquinada con alta precisión, por medio de una máquina especial -- que garantice el alineamiento, dentro de límites estrechos, entre los alojamientos extremos de los ejes, contrariamente a cuando carece de esta garantía y es maquinada con equipos de uso general.

De una comparación entre los dos tornos que han sido escogidos para ejemplificar, resultaría el siguiente cuadro:

	<u>Torno "Fama" "C"</u>	<u>Torno "Potisje" "B"</u>
Apoyos	dos	Tres, en posiciones delantera, central y posterior
Pasaje de Barra	48 mm.	76 mm.

Bancada

Para la clasificación de una máquina, el ancho de la bancada y el diseño de sus guías en relación con la altura de los puntos tienen gran importancia, ya que determinan la rigidez y precisión de la misma.

La resultante de las fuerzas actuando sobre el buril, como se sabe, señala generalmente una dirección de 15° con respecto al eje vertical y es necesario que ésta resultante caiga entre las guías, es decir, quedando dentro de un triángulo con vértices en el centro del husillo y en las cúspides de las guías prismáticas de la bancada. Son importantes, asimismo, los materiales usados en la construcción, su envejecimiento, normalizado ó cualquier otro tratamiento térmico, el rectificado de las guías, los puntos de apoyo, la facilidad de evacuación de viruta, etc. Debe señalarse, sobre el particular, que las máquinas de clase A y B cuentan con bancadas diseñadas especialmente por tratamiento térmico. Algunos fabricantes de clase C, por presiones del mercado, han empezado a templar la bancada, pero omitiendo rediseñarla en función de las tensiones particulares que aparecen durante el tratamiento.

Precisión

Es el elemento generalmente utilizado para la clasificación.

Las normas internacionales de uso actual son insuficientes, pues consideran errores solo notables estáticamente y omiten, en cambio, puntos de tanta importancia como vibraciones permisibles o tiempo en que una máquina debe mantener las tolerancias y ajustes, también permisibles, durante su vida útil. No obstante, como medios de comparación, dichas normas son útiles en cierta medida. Se toma como ejemplo, en este caso, la norma "paralelismo" según la norma internacional aplicada, el tiempo en que se mantiene dicha precisión es más largo para la clase A que para las clases B y C. Resulta también en el caso de una máquina C que tiene al iniciar su operación el mismo nivel de precisión -- que la de clase B, pero lo pierde con mayor rapidez.

Potencia Admitida

Para los fines de clasificación la potencia máxima admisible es determinada por la siguiente ecuación:

$$N = M_d n C$$

$$N = \text{Potencia máxima admisible}$$

$$M_d = \text{Torque máximo admisible según el diseño de la máquina}$$

$$C = \text{Una constante de diseño}$$

$$n = \text{Revoluciones por minuto}$$

Como puede observarse, la potencia máxima admisible y utilizable es una función de la capacidad geométrica, de la capacidad dinámica y de la calidad de los materiales empleados en su construcción, por lo que no es conveniente -como hacen algunos constructores y distribuidores- adaptar a una máquina motores de mayor potencia que la que corresponde a su diseño.

Peso Admitido

De la capacidad geométrica, la capacidad dinámica y la potencia depende el peso máximo admitido de una pieza que haya de ser trabajada en una máquina herramienta. Es posible que en --- ciertos casos haya piezas que no ofrezcan dificultad en cuanto a sus dimensiones, pero que no permitan a la máquina soportar y mover el peso correspondiente. Algunos fabricantes, para aumentar la gama de productos, acostumbran aumentar la altura de puntos - mediante calces, sin ninguna modificación del diseño general de la máquina.

DESPIECE DE LAS PARTES PRINCIPALES DEL TORNO PARALELO

BANCADA

Es la base sobre la cual el torno se construye y por tal razón, es una de las partes esenciales de toda máquina herramienta. La bancada tiene que absorber todas las fuerzas que se producen durante el torneado. No debe flexarse ni torcerse. Las paredes laterales se hacen, por esta razón, fuertes y tienen frecuentemente forma de doble "T", estando reforzadas por medio de nervios. Los nervios diagonales son más convenientes que los paralelos. La parte más importante de la bancada se encuentra en la parte superior y la constituyen las guías, por donde deslizan el carro portaútil y el cabezal móvil, las guías de la bancada pueden ser de varios tipos:

1. Planas
2. Prismáticas o Trapezoidales

Los primeros tornos que se empezaron a fabricar utilizaron el primer tipo de guía, poco después lo fueron dejando por la razón del desgaste que sufrían las caras laterales, provocando errores de precisión cuando se torneaban piezas largas. En la actualidad se ha encontrado que las guías prismáticas en "V" son el tipo más exacto y servible de guías para bancada y han sido adoptadas por casi todos los constructores de herramientas.

PROCESOS DE FABRICACION DE LA BANCADA

<u>F A S E S D E T R A B A J O</u>	<u>MAQUINARIA Y EQUIPO EMPLEADO</u>
1. Fundición	Colado en molde de arena o metálico.
2. Envejecimiento	
3. Limpieza con chorro de arena.	Granalladora.
4. Preparacion para el trazado.	Emplastecido a mano y pintura de primer.
5. Trazado.	Plantilla, Gramil, etc.
6. Maquinado de la base y caras laterales.	Fresadora de portal.
7. Cepillado de guias.	Cepillo de portal.
8. Templado de guias.	Temple de alta frecuencia.
9. Barrenado	Taladro radial
10. Mandrilado	Mandriladora vertical.
11. Rectificado de guias.	Rectificadora plana.

FUNDICION

Los procesos utilizados para obtener piezas fundidas, dependen de la cantidad que deba producirse, el metal que se va a moldear y lo complicado de la parte. En la fabricación del torno, la mayoría de sus partes, así como las más importantes, se obtienen por este proceso marcando una relevada importancia en su manufactura. Todos los metales se pueden colar en moldes de arena, no habiendo restricción en cuanto al tamaño. Sin embargo, los moldes de arena son moldes de un solo propósito y se destruyen completamente, después que el metal ha solidificado. Es por esta razón que el uso de un molde permanente, tendrá como consecuencia una gran economía en los costos de fabricación.

El ciclo de trabajo consiste en verter el metal, enfriamiento y expulsión de la pieza, sople de los moldes, recubrimiento de los mismos y en algunos casos, colocación de corazones. Un corazón se define como cualquier proyección de arena dentro del molde. Es necesario cuando un vaciado debe tener una cavidad ó hueco, -- así como un agujero para un tornillo. En este tipo de moldes, se pueden utilizar corazones tanto de metal como de arena seca. Tomando en cuenta que si se emplean corazones metálicos, deberán -- extraerse tan pronto como el metal empieza a solidificar.

La bancada se construye a través de varios procesos, incluye fundición, rectificado y rasqueteado, en gran forma se elabora con hierro fundido, que le permite ser de condición robusta para soportar las elevadas velocidades de corte y de avance. Las paredes laterales van unidas por nervaduras diagonales ó verticales y proporcionan una estructura más rígida, soportando así la presión de la herramienta originada por la fuerza de torsión que se desarrolla al girar la pieza entre puntas.

Las bandas de guía hechas en hierro fundido obtienen mediante un sistema especial de colado, una superficie tan libre de poros como es posible, con objeto de dificultar que se adhieran las virutas. A veces las bandas de guía están templadas ó están constituidas por listones de aceros especiales templados y rectificadas que se atornillan sobre la bancada.

Es indispensable que las guías de la bancada tengan una dureza Brinell mínima no inferior de 200 a 220 puntos. Si se quiere que el material presente una resistencia mayor al desgaste, siendo fácilmente mecanizable con cepilladora, se puede obtener buen resultado cuando se emplea fundición gris corriente, revistiendo el molde de apropiados "refrigeradores" (placas de fundición de 20 a 40 mm. de espesor), con lo que la fundición caliente, llegando al contacto con ellos, experimenta un endurecimiento debido a la mayor velocidad de enfriamiento.

ENVEJECIMIENTO

Después de que se ha efectuado el colado la pieza fundida debe permanecer en la intemperie regándose continuamente con agua, originando - con ésto el fenómeno de oxidación. Lo siguiente es con el propósito de que el metal alcance su máxima formación molecular y no sufra deformaciones posteriores una vez que haya de ser maquinada.

LIMPIEZA

Para la limpieza de las piezas coladas se emplean, también por separado las unidades de limpieza por chorro de arena (Granalladoras). La arena con cantos agudos se dirige por medio de un chorro de aire contra las piezas, dentro de una cámara apropiada, removiendo completamente toda la materia extraña y dándole a las piezas un aspecto limpio en las superficies.

TRAZADO

Una vez que la pieza adquiere una superficie limpia en todas sus partes, pasa al departamento de preparación y trazado, donde, de acuerdo a las dimensiones que se requiera para el maquinado, se le da el trazo necesario, utilizando para ello, plaste, pintura, tinta, etc.

TEMPLADO DE LAS GUIAS

Si se dispone de la maquinaria indispensable para permitir el acabado de la superficie de las guías con abrasivo, se puede efectuar el temple superficial de las guías por dos procedimientos:

- 1o. El llamado de flameado, que consiste en el empleo de una llama larga de oxiacetileno que recorre lentamente la superficie a templar, a la que sigue un chorro de agua que golpea la zona al rojo.

- 2o. El temple de alta frecuencia, que produce el calentamiento superficial de la pieza, enfriándose luego como en el caso anterior.

Respecto a la longitud de la bancada, es oportuno exponer que la máxima distancia entre las dos puntas cónicas del torno (la del cabezal fijo y la del cabezal móvil) puede variar al par que las demás dimensiones de la máquina y, naturalmente, representa la mayor longitud de trabajo que puede obtenerse en el torno.

Con objeto de poder mecanizar también en el torno mayores diámetros, la bancada de muchos tornos va provista de un acomodamiento ó escote. En ellas se puede sacar un trozo de bancada, el llamado puente suplementario.

Para recoger las virutas y el agua de refrigeración se dispone frecuentemente en la bancada una bandeja para virutas; en cuanto a la lubricación, según se ha dicho a este respecto (conviene que el aceite circulante en la máquina pueda reposar en un recipiente bastante amplio, donde se depositen las impurezas y se enfríe), casi todos los constructores aprovechan el extremo izquierdo de la bancada para situar el depósito, que por tanto, viene a quedar verticalmente debajo del cabezal.

CURSOGRAMA ANALITICO			ACTIVIDAD				
Nombre de la pieza: Bancada para torno			○	◻➔	◻	◻	▽
Dimensiones: 1300 x 255 mm.			○	◻➔	◻	◻	▽
Material: Hierro fundido			○	◻➔	◻	◻	▽
DESCRIPCION	DISTANCIA	TIEMPO	○	◻➔	◻	◻	▽
Fundición			○				
Traslado a zona de envejecimiento	15 mts.	5 minutos		○			
Envejecimiento		90 dias			○		
Recorrido al área de limpieza	10 mts.	5 minutos		○			
Efectuar Granallado		15 minutos	○				
Traslado a zona de emplaste y trazado	5 mts.	3 minutos		○			
Realizar emplaste y trazo de la pieza		20 minutos	○				
Recorrido al área de maquinado	4 mts.	3 minutos		○			
Maquinado de la base y caras laterales		35 minutos	○				
Comprobar dimensiones		5 minutos					○
Cambio de máquina	5 mts.	3 minutos		○			
Cepillado de gufas y cara superior		25 minutos	○				
Comprobar dimensiones		5 minutos				○	
Cambio de máquina	4 mts.	3 minutos		○			

Cabezal Fijo.- El cabezal es la unidad más importante del torno, va montado sobre el extremo izquierdo de la bancada. Esta provisto de una serie de engranes reductores para que el husillo pueda girar a distintas velocidades y proporcione la fuerza necesaria para cortes profundos en piezas de gran diámetro.

En tornos pequeños, el cabezal consta de un cono de poleas que se opera manualmente por el operario, con él se consigue una gama de velocidades que pueden variarse de acuerdo al trabajo en particular que se esté realizando. Los tornos pueden tener combinaciones sencillas, dobles ó triples de juegos de engranes reductores que permiten obtener dos, tres ó cuatro gamas de velocidad.

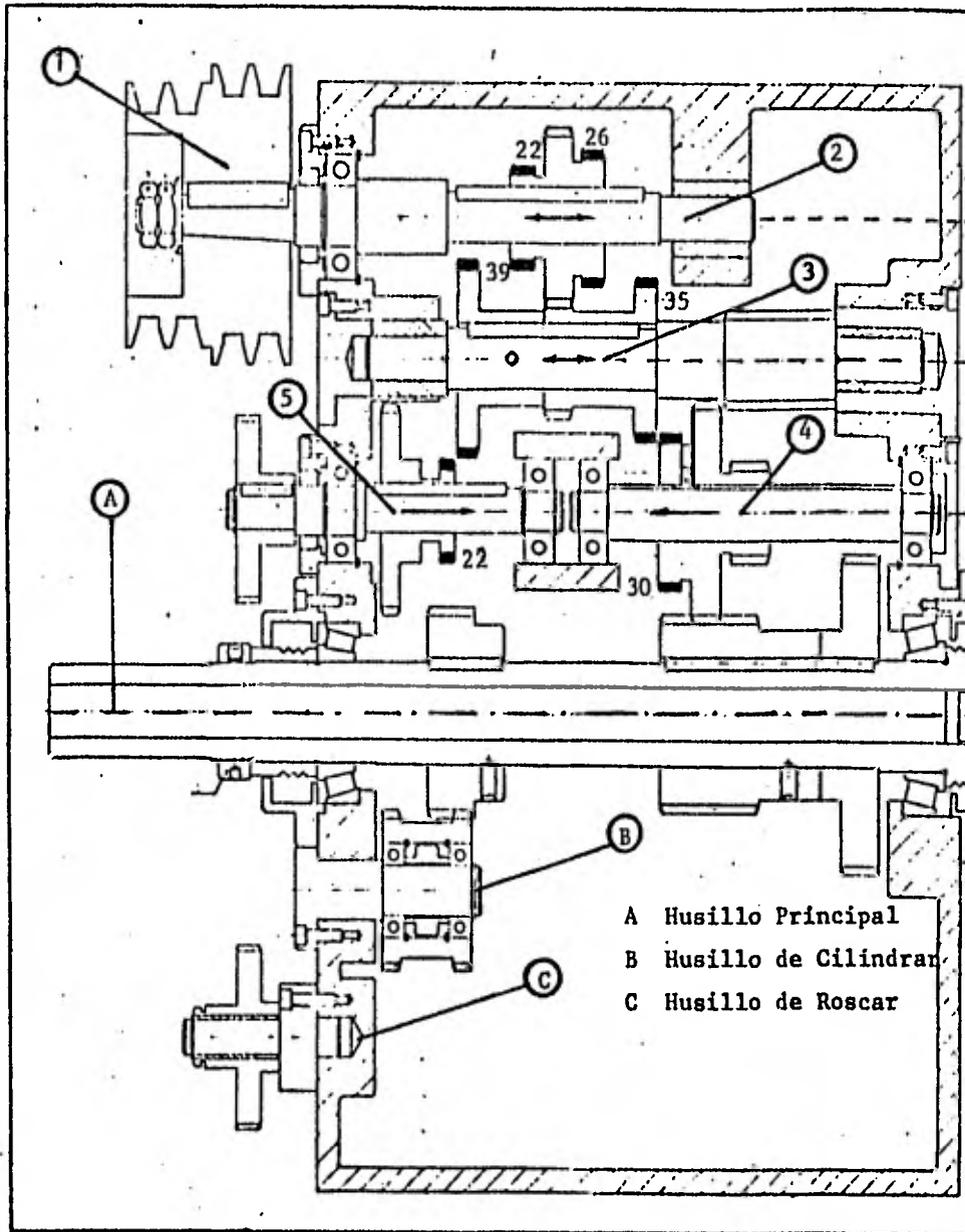
El elemento principal del cabezal viene a ser el husillo -- principal, y por su estructura facilita la colocación de dispositivos de sujeción tales como plato de sujeción, platos de arrastre, platos de torno y contrapunta para las piezas que han de mecanizarse.

Entre los numerosos esquemas mecánicos adoptados por los fabricantes para las cabezas de los tornos paralelos, se destacan dos tendencias que son americana y europea. Sus diferencias se justifican por las costumbres de los operarios de ambos continentes. Mientras los europeos emplan la máquina en marcha atrás en casos especiales, el operario americano no se vale nunca de esa posibilidad. Por tanto, los constructores han podido realizar sistemas con un solo sentido de rotación, generalmente instalados por acoplamientos corredizos, que se realizan con el árbol mediante engranes helicoidales.

Un ejemplo que muestra el procedimiento para obtener la --- transmisión en el sistema americano, se muestra en la figura que sigue.

Un clásico embrague de fricción en seco (1) llevado a cabo por medio de bandas, enlaza con el árbol I la polea de garganta, cuando el tirante (2) desplazado de derecha a izquierda hasta la

CABEZAL FIJO



- A Husillo Principal
- B Husillo de Cilindran
- C Husillo de Roscar

posición extrema representada en la figura, provoca mediante un juego de palancas la presión necesaria entre los discos.

Los dos engranajes Z=26 y Z=22 (Z=No. de dientes) colocados en el árbol I hacen girar a los otros dos sobre el eje II (respectivamente Z=35 y Z=39).

De la relación de transmisión se tiene:

$$N1 \cdot Z1 = N2 \cdot Z2$$

$$500 \cdot \frac{26}{35} = 371 \text{ r.p.m.}$$

Eje I da 500 r.p.m.

Eje II

$$500 \cdot \frac{22}{39} = 282 \text{ r.p.m.}$$

Otro acoplamiento corredizo central (3) haciendo contacto con el eje III, provoca que uno de los engranes logre que dicho eje tenga hasta cuatro velocidades. Por último si el acoplamiento de embrague (4) se corre a la izquierda y el (5) a la derecha, el mandril recibe las cuatro velocidades del eje III, que realizando las combinaciones proporcionan 16 velocidades al husillo principal.

$$371 \cdot \frac{35}{26} = 499 \text{ r.p.m.}$$

$$371 \cdot \frac{39}{22} = 657 \text{ r.p.m.}$$

Eje III

$$282 \cdot \frac{35}{30} = 329 \text{ r.p.m.}$$

$$282 \cdot \frac{39}{29} = 379 \text{ r.p.m.}$$

Los engranajes, en acero al cromo-molibdeno, son todos helicoidales; el especial perfil de los dientes en los acoplamientos junto con la pequeñez del apoyo en la arandela de presión previsto para oponerse al empuje axial de los engranajes cuando se invierte el sentido de la marcha y el empuje explican porqué la máquina no es adecuada para girar en retroceso.

Cabezal Móvil.- La función principal del contrapunto es sos tener el extremo (opuesto al cabezal fijo) de la pieza que se -- trabaja, cuando su longitud unida a su pequeño diámetro, sea tal que aconseje no recurrir al montaje de la pieza en voladizo so-- bre el cabezal fijo del torno.

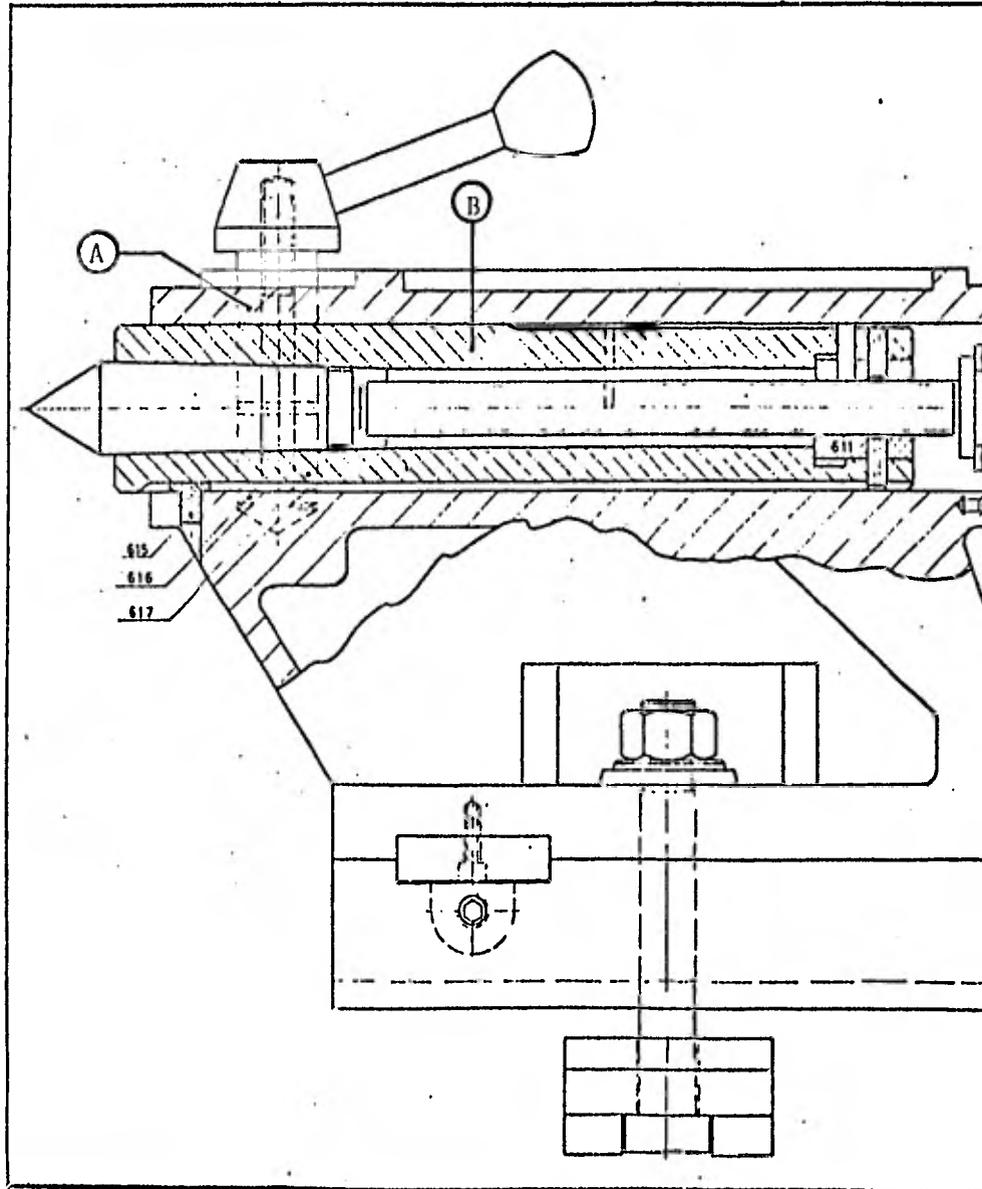
El contrapunto va montado sobre las guías de la bancada, -- puede desplazarse a lo largo de ellas y fijarse en la posición - más conveniente en relación a la pieza a torneear. Algunas máqui nas grandes tienen un mecanismo de cremallera y piñón para ayu-- dar al operario a desplazarlo.

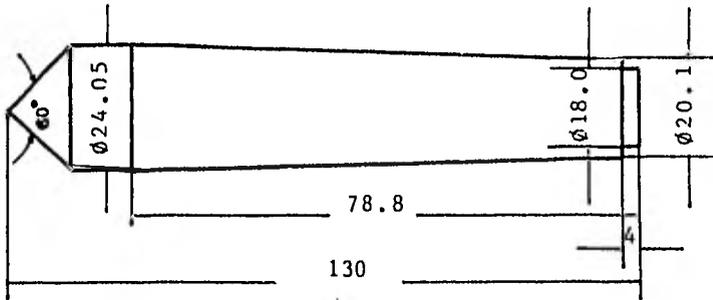
Consiste en un casquillo A, de longitud 1 a 1.5 veces la al tura de puntas del torno, que puede correr dentro del cuerpo B, - movido por un par tornillo-tuerca, una chaveta dispuesta en di-- cho cuerpo y corrediza en una ranura del casquillo impide su ro- tación.

El movimiento de salida del casquillo puede utilizarse para la ejecución de taladros axiales, aplicándole una broca helicoi- dal.

La punta de espiga cónica que se aplica al extremo del cas- quillo puede ser fija ó giratoria. De ambas la segunda es más - segura en cuanto a la eventualidad de agarrotarse y perjudicar - el centrado, sin embargo no es la indicada para trabajos de pre- cisión.

CONTRAPUNTO





Nombre de la pieza: Pínula 6 Contrapunta.

Medidas en Bruto: 135 mm.

Ø26 mm.

Material: Acero C 100 W 1 (1% de Carbono y Calidad 1)

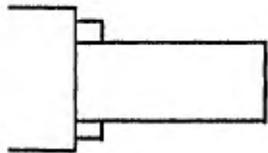
SECUENCIA DE OPERACIONES
EN EL MAQUINADO.

HERRAMIENTAS/ACCESORIOS
UTILIZADOS.

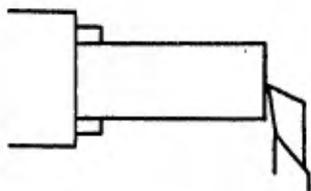
- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Montaje y sujeción de la pieza | Mecanismo de sujeción |
| 2. Refrentado de caras laterales | Hta. de corte lateral SS de 1/4" |
| 3. Centrado de una de las caras | Broquero de centros |
| 4. Torneado a Ø 18.0 y viselados | Hta. de corte a la derecha |
| 5. Torneado del cono morse | Carro transversal |
| 6. Volteo de la pieza | Cilindro del mandril |
| 7. Cilindrado a Ø 24.05 | Htas. para desbaste de corte a la derecha |
| 8. Torneado de la punta | Carro tranversal |
| 9. Rectificado de la pieza | Tratamiento térmico |

Secuencia de Operaciones

#1 Montaje y sujeción de la pieza.



#2 Refrentado de caras laterales.

Cálculo del Tiempo Principal (Tp)

$$t_p = \frac{(l_a + l + l_u)}{S + N} \text{ (minutos)}$$

l_a: Longitud anterior al recorrido de la herramienta en la pieza.

l_u: Longitud ulterior al recorrido de la herramienta en la pieza.

S: Velocidad de avance

N: Revoluciones por minuto

Parámetros de Operación:

Velocidad de corte : $V_c = \pi \times \phi \times N$ (m/min)

Profundidad de corte: $P_c = \frac{\phi_1 - \phi_2}{2}$ (mm)

De Tablas:

$V_c = 14$ m/min

$N = 171$ r.p.m

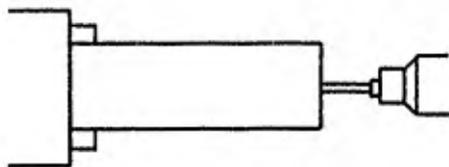
$S = 0.4$ mm/rev.

$L = 13$ mm

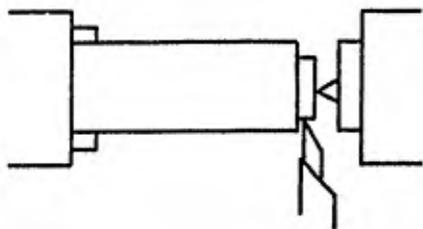
$T_p = 0.22$ minutos

$L_u = 2$ mm

#3 Centrado de una de las caras.



#4 Cilindrado a $\varnothing 18$ y viselados.



$$\varnothing_1 = 26 \text{ mm}$$

$$\varnothing_2 = 24 \text{ mm}$$

$$Pc = \frac{\varnothing_1 - \varnothing_2}{2} = \frac{26 - 24}{2} = 1 \text{ mm}$$

$$Pc = 1 \text{ mm}$$

$$L = 4 \text{ mm}$$

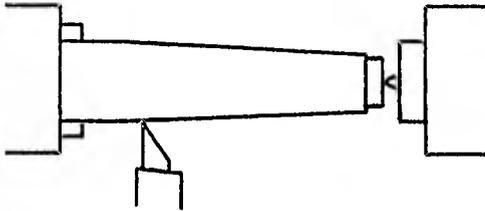
$$La = 2 \text{ mm}$$

$$S = 0.4 \text{ mm/rev}$$

$$N = 171 \text{ r.p.m.}$$

$$Tp = 0.09 \text{ minutos}$$

#5 Torneado del cono morse



$$V_c = 14 \text{ m/min}$$

Cilindrado de $\varnothing 26$ a $\varnothing 24.05$ mm:

$$P_c = 1 \text{ mm}$$

$$T_p = 1.09 \text{ minutos}$$

$$S = 0.4 \text{ mm/rev}$$

$$N = 171 \text{ r.p.m}$$

Cálculo del ángulo de posición del carro transversal:

$$\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{\varnothing_1 - \varnothing_2}{2 \times L} \quad \tan \frac{\alpha}{2} = 0.025$$

$$\varnothing_1 = 24.05 \text{ mm}$$

$$\frac{\alpha}{2} = 1^\circ 25' 8''$$

$$\varnothing_2 = 20.1 \text{ mm}$$

$$L = 74.4 \text{ mm}$$

Conicidad (1/K)

$$\frac{1}{K} = \frac{\varnothing_1 - \varnothing_2}{L} \quad \frac{1}{K} = \frac{1}{18.8} = \frac{1}{19}$$

$$\frac{1}{K} = \frac{24.05 - 20.1}{74.4} = \frac{3.95}{74.4}$$

Indica que para una longitud de 19 mm el cono se estrechará en 1 mm

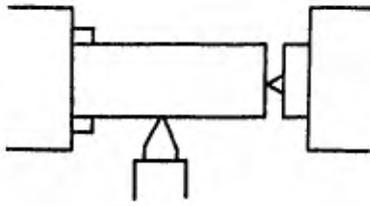
Inclinación (1/X):

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{2K}$$

$$\frac{1}{X} = \frac{1}{2(19)} = \frac{1}{38}$$

$$1:X = 1:38$$

Indica que para una longitud de 38 mm, las generatrices del cono se inclinarán en 1 mm

#7 Cilindrado a $\varnothing 24.05$ 

$$l = 51 \text{ mm}$$

$$l_a = 3 \text{ mm}$$

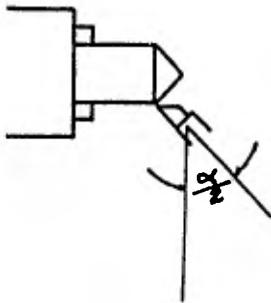
$$P_c = 1 \text{ mm}$$

$$N = 171 \text{ r.p.m}$$

$$S = 0.4 \text{ mm/rev}$$

$$T_p = 0.78 \text{ minutos}$$

#8 Torneado de la punta



$$\frac{\alpha}{2} = 30^\circ$$

$$l = 24.04 \text{ mm}$$

$$l_a = 2 \text{ mm}$$

$$T_p = 0.38 \text{ minutos}$$

Carro Portaherramientas. - Sirve para fijar las herramientas ó útiles de tornear, y facilita los movimientos de ajuste ó penetración y de avance. Consta de las siguientes partes: tablero, carro soporte, el soporte compuesto y el soporte para la herramienta.

En las máquinas modernas, el delantal es una verdadera caja de cuatro paredes y fondo; las dos paredes más amplias, la anterior y la posterior, soportan los árboles sobre los que giran las ruedas dentadas, y sostienen, asimismo, el mecanismo para la manobra simultánea de las dos mitades de la tuerca, así como el eventual manejo para el desenganche automático del avance, la bomba de lubricación, el volante para la traslación longitudinal a mano, entre otras cosas.

El tablero es la porción vertical del carro portaherramientas en el cual, están los controles para el movimiento de la herramienta. El carro principal ó el carro longitudinal, desliza sobre las bandas de guía de la bancada del torno, un manubrio grande que permite al operario desplazar rápidamente el carro a lo largo de éstas. El movimiento complementario, se obtiene con la manija de alimentación transversal, trae consigo unos separadores de suciedad, provistos de encajes con fieltro en los extremos anterior y posterior, tienen por objeto evitar que penetren suciedad y virutas entre las superficies de deslizamiento.

El carro del torno, normalmente, tiene forma de H, visto en planta, con alas casi simétricas respecto al puente central, el cual cumple la misión evidente de enlazarlas (las alas corren sobre las guías de la bancada), además de constituir él mismo la guía de deslizamiento para el carro transversal A, arrastrado por la tuerca que se le aplica por debajo. El tornillo V engranado en la tuerca puede ser accionado a mano ó mecánicamente.

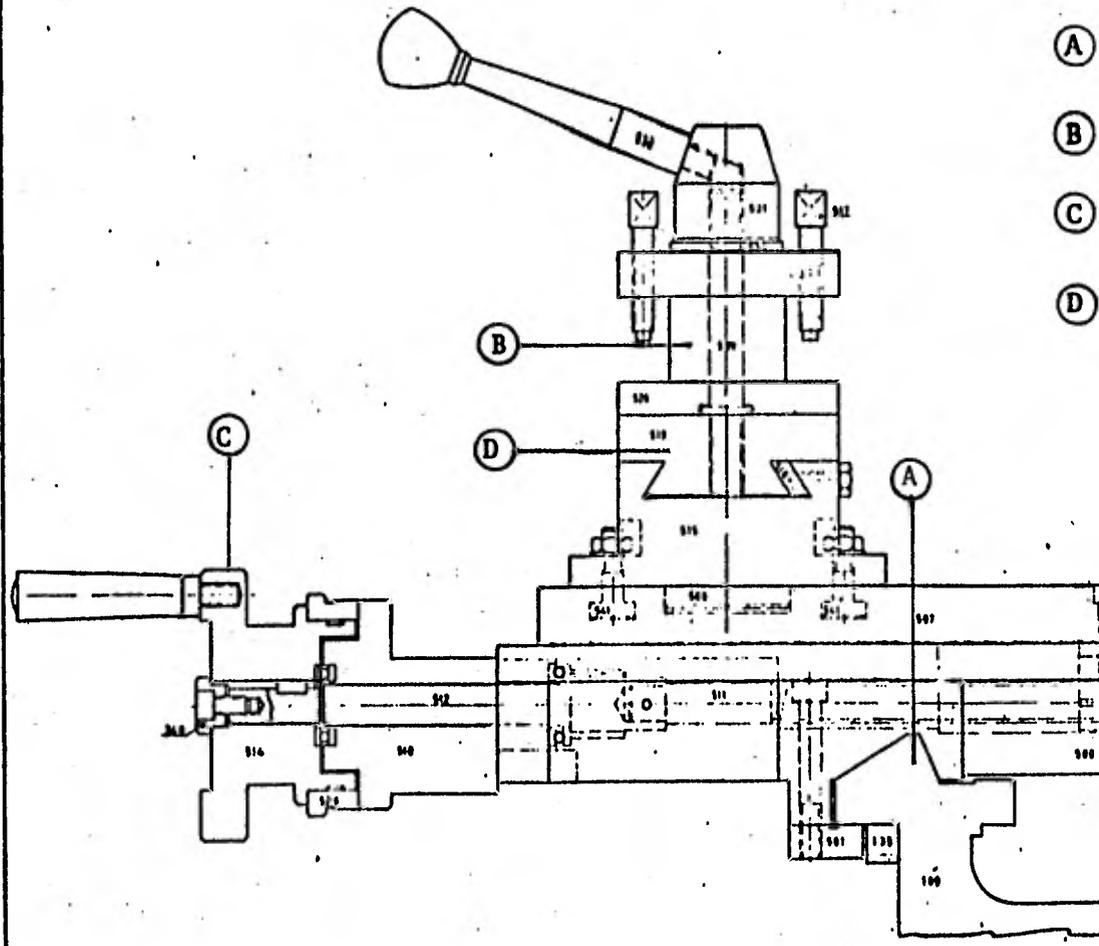
CAD

(A)

(B)

(C)

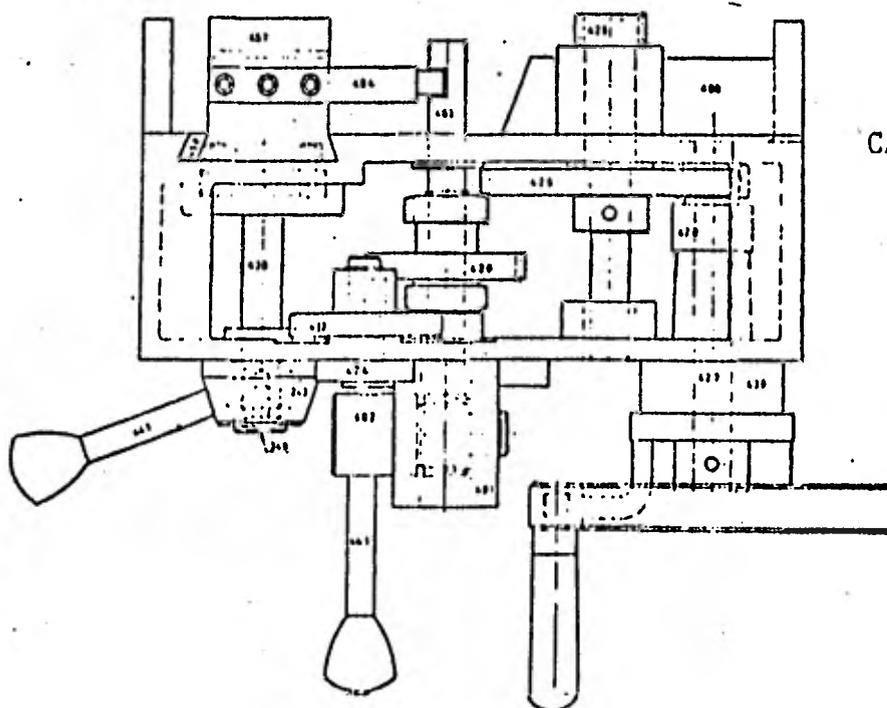
(D)



El carro transversal ó de refrentar va unido al carro de ban cada mediante una guía en cola de milano. Puede con esto desli--zarse perpendicularmente al sentido de movimiento del carro de --bancada ya sea a mano mediante tuerca y husillo, ó bien automáti--camente, mediante una reducción de engranajes.

El carro superior ó carro portaherramientas, desliza en una pieza inferior que puede girar sobre el carro transversal alrede--dor de un pivote. Para fijación se utilizan tornillos cuyas cabe--zas se ocultan en una ranura circular. Una escala graduada faci--lita el ajuste a un determinado ángulo. Sobre la superficie de --fijación del carro superior se fija la herramienta por medio de --un portaútil. El carro superior se mueve también con volante de --mano, husillo y tuerca. Únicamente en algunas construcciones se --prevee un avance automático.

Caja de maniobra.- La caja de maniobra ó tablero, contiene las piezas de transmisión y de maniobra necesarias para el movimiento del carro de bancada ó carro principal, existe en la caja de maniobra un volante ó rueda de mano que está unido a una rueda dentada, la cual a su vez, engrana en una cremallera dispuesta en la bancada del torno. El movimiento automático para los carros de bancada y transversal es propulsado por el husillo de cilindrar ó por el de roscar.



CAJA DE MANIOBRA

Mecanismo de engranes.- Tiene como misión principal, comunicar el movimiento del husillo del cabezal al tornillo principal, así como un número de revoluciones variable a voluntad que le permite distintos avances al carro portaherramientas.

El mecanismo de engranes puede ser de cambio manual ó de cambio rápido, en el primero, hay que cambiar los engranes cada vez que se requiera una velocidad diferente. Por tanto, éste tipo de mecanismo se ha relegado en tal forma que su uso casi ha desaparecido.

Los tornos con cambio rápido de engranes, se prefieren en talleres de producción, donde se requieren cambios frecuentes de roscas y avances. Este tipo de mecanismo se logra a través de una combinación de engranes dispuestos en una caja llamada de cambio rápido, situada frente y abajo del cabezal. Para obtener el avance que se desee, sólo es necesario arreglar las palancas de la caja de engranes conforme a la carátula de velocidades. El mecanismo Norton se reconoce por llevar al exterior de la caja de los mecanismos una serie alineada de agujeros en los que se detiene, según corresponda, el mango de la palanca oscilante.

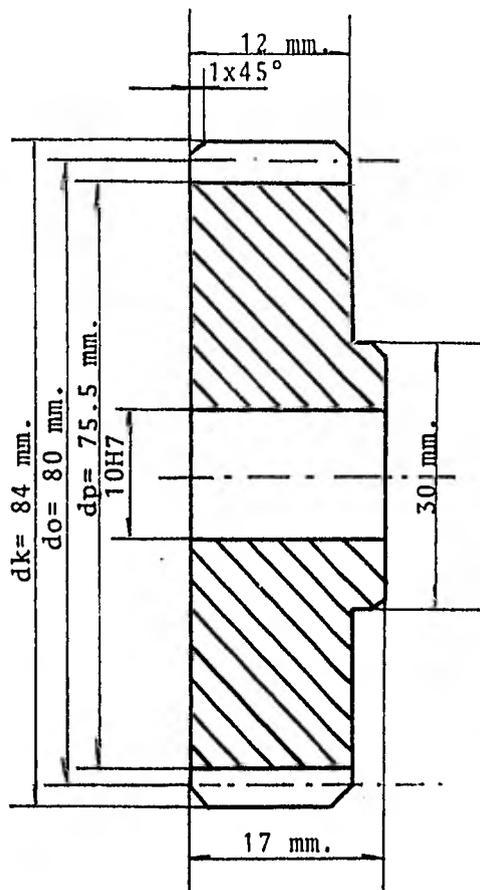
Mecanismo de inversión de marcha.- Con el objeto de hacer que el carro portaherramientas pueda desplazarse de un sentido a otro, es necesario cambiar el sentido de giro del husillo de guía y de cilindrar. La variación, se produce generalmente intercalando otra rueda dentada a lo que se le llama comúnmente "corazón de inversión".

Husillos de roscar y de cilindrar.- El husillo de roscar acciona el avance longitudinal automático únicamente en el caso de tallado de roscas y cuando se trata de otros trabajos que exijan un avance exacto. Está generalmente provisto de rosca trapecial que se fabrica con la mayor precisión posible para evitar asimismo los más mínimos errores en el paso. El husillo de roscar exige un cuidado especial. Entre la tuerca matriz y la rosca no debe introducirse ni suciedad ni virutas.

Si en el torno no existe nada más que un husillo de guía ó - de roscar tendrán que realizarse con este husillo también los trabajos ordinarios de desbaste y de afinado, con lo cual rápidamente llega a deteriorarse.

El husillo de cilindrar, es un árbol liso provisto de una ranura longitudinal, ésta ranura sirve para arrastrar una rueda có-nica ó un husillo en la placa delantera, con objeto de dar al ca-rro de bancada su movimiento de avance.

ENGRANE PARA EL MECANISMO
DE TRANSMISION



Material: Acero 1030 (70Kg/mm^2)

Dimensiones en bruto: diámetro $\varnothing 90 \text{ mm.}$
ancho 20 mm.

Especificaciones:

dk = diámetro exterior

do = diámetro primitivo

dp = diámetro de pie

$10H7 = \begin{matrix} +0.001 \\ -0.000 \end{matrix}$ (norma DIN 324)

CALCULO DEL ENGRANE SEGUN NORMA DIN 780 SERIE 1

Considerando de tablas las siguientes especificaciones:

$m = 2$, módulo del engrane (mm.)

$z = 40$, n.º. de dientes

hz = altura del diente

$$hz = \frac{13}{6} \cdot m$$

$$hz = \frac{13}{6} \cdot 2 = 4.5 \text{ mm.}$$

Se obtienen los parámetros del engrane:

p = paso diametral

$p = z/d_0$

$$p = 40/80 = 0.5 \text{ mm.}$$

P' = paso circular

$$P' = 3.1416/p$$

$$= 6.2832$$

d_0 = diámetro primitivo

$d_0 = z \cdot m$

$$= 40 \cdot 2 = 80 \text{ mm.}$$

d_p = diámetro de pie

$d_p = d_0 - hz$

$$= 80 - 4.5$$

$$= 75.5 \text{ mm.}$$

d_k = diámetro exterior

$d_k = (z+2) / p$

$$= (40+2) / 0.5$$

$$= 84 \text{ mm.}$$

b = ancho del diente

$b = 6 \cdot m$ (para trabajo normal)

$$= 6 \cdot 2 = 12 \text{ mm.}$$

s = espesor del diente

$s = P' / 2$

$$= 6.2832 / 2$$

$$= 3.15 \text{ mm.}$$

TIEMPOS DE MAQUINADO

Material de engrane: acero (70kg/mm.^2)

Dimensiones en bruto: diámetro \emptyset 90 mm.

ancho 20 mm.

De Tablas

Velocidad de corte desbaste: $V_c = 132$ m/min.

Velocidad de corte afinado: $V_c = 170$ m/min.

Velocidad de avance desbaste: $S = 0.4$ mm/rev.

Velocidad de avance afinado: $S = 0.2$ mm/rev.

Revoluciones p/minuto desbaste: $n = 530$ R. P. M.

Revoluciones p/minuto afinado: $n = 800$ R. P. M.

MAQUINADO CARA A

a) Refrentado.

$$\text{desbaste: } t_p = \frac{L}{s \cdot n} = \frac{\frac{\emptyset d}{2}}{0.4 \cdot 530} \quad \frac{\text{mm.}}{\frac{\text{mm.}}{\text{rev.}} \cdot \frac{\text{rev.}}{\text{min.}}}$$

$$t_p = \frac{45}{212} = 0.30 \text{ min.}$$

$$\text{afinado: } t_p = \frac{L}{s \cdot n} = \frac{45}{0.2 \cdot 800} \quad t_p = 0.01 \text{ min.}$$

1 corte de 1 mm. desbaste ----- 0.30 min.

1 corte de 0.2 mm. afinado ----- 0.01 min.

b) Barrenado con broca de centros.

longitud anterior: $L_a = 3 \text{ mm}$.

longitud del barreno: $L = 5 \text{ mm}$.

revoluciones p/min.: $n = 1000 \text{ r.p.m.}$

$$t_p = \frac{L + L_a}{s \cdot n} = \frac{5 + 3}{1000 \cdot 0.4} = 0.03 \text{ min.}$$

c) Barrenado a $\emptyset 9.5 \text{ mm}$.

$s = 0.4 \text{ mm/rev.}$

$n = 120 \text{ r.p.m}$

$L = 17 \text{ mm.}$

$L_a = 4 \text{ mm.}$

$L_u = 4 \text{ mm.}$

$$t_p = \frac{\text{long.}}{s \cdot n} = \frac{25}{0.4 \cdot 120} = 0.52 \text{ min.}$$

d) Rimado a 10H7

$$t_p = \frac{25 \text{ mm.}}{50 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \cdot 0.1 \frac{\text{mm.}}{\text{rev.}}} = 1 \text{ min.}$$

e) Maquinado cara B

$L = 32 \text{ mm.}$

$L_a = 5 \text{ mm.}$

$L_u = 5 \text{ mm.}$

desbaste (2 cortes).

$$t_p = \frac{42 \text{ mm.}}{0.4 \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \cdot 530 \frac{\text{rev.}}{\text{min.}}} = 0.2 \text{ min.}$$

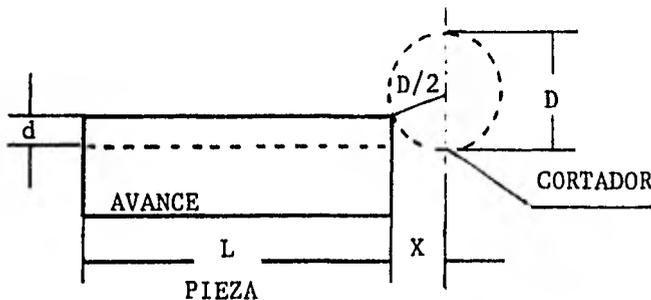
$t_p = 0.4 \text{ min.}$

afinado

$$t_p = \frac{42 \text{ mm.}}{0.2 \frac{\text{mm}}{\text{rev}} \cdot 800 \frac{\text{rev.}}{\text{min.}}} = 0.26 \text{ min.}$$

f) MAQUINADO DE LOS DIENTESParámetros :

- $V_c = 18$ m/min.; velocidad de corte (desbaste)
 $V_c = 22$ m/min.; velocidad de corte (afinado)
 $\emptyset = 20$ mm.; diámetro del cortador
 $n =$ r.p.m.
 $V_c = \pi \cdot \emptyset \cdot n$
 $n = 286$ r.p.m.
 $L_{a,u} = 6$ mm.; longitud anterior y ulterior
 $L = 12$ mm.; ancho del diente
 $S = 0.1$ m/min.; velocidad de avance
 $d = 3$ mm.; profundidad de corte (desbaste)
 $d = 1.5$ mm.; profundidad de corte (afinado)

CALCULO DEL TIEMPO PRINCIPAL

Se tiene que la distancia de acercamiento X :

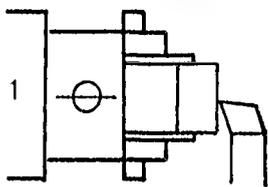
$$X = \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - d\right)^2} = \sqrt{d(D-d)}$$

Por tanto el tiempo principal :

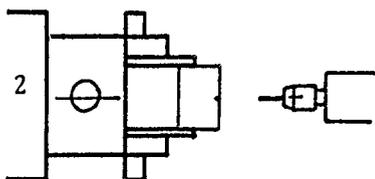
$$t_p = \frac{L + \sqrt{d(D-d)} + 6}{S}$$

$$t_p = 0.25 \text{ min. (desbaste)}$$

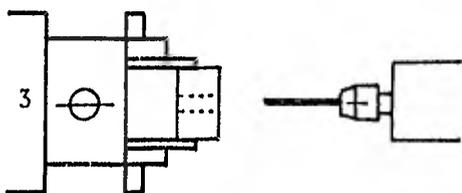
$$t_p = 0.23 \text{ min. (afinado)}$$

SECUENCIA DE OPERACIONES

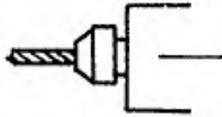
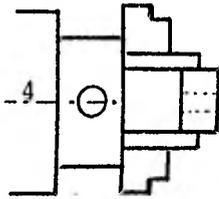
REFRENTADO CARA A
(desbaste y afinado)
tp= 0.31 min.



LOCALIZACION DE CENTROS
(Broquero de centros)
tp= 0.03 min.

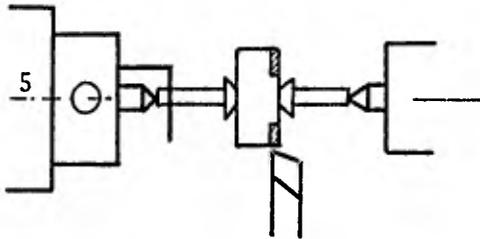


BARRENADO A \varnothing 9.00 mm.
tp= 0.52 min.



RIMADO A 10H7

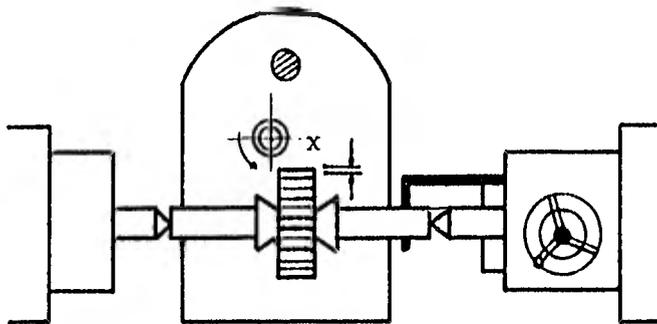
tp= 1 min.



MAQUINADO CARA B

(desbaste y afinado)

tp= 0.46 min.



MONTAJE EN FRESADO UNIVERSAL

(Maquinado de los dientes)

tp= 0.48 min.

x= profundidad del diente

ACCESORIOS PARA EL TORNO.

Plato de Sujeción.- Al tornear, el movimiento de corte se transmite de la máquina a la pieza mediante un aparato de sujeción. Para que el trabajo se realice bien, es condición previa que la pieza este segura y firmemente sujeta, así como perfectamente nivelada. Entre los elementos de sujeción que se emplean en el torno, son especialmente frecuentes los platos de sujeción, es así, que existe una gran variedad de ellos y su uso depende de la forma y tamaño de la pieza que se trate. Se distinguen platos de sujeción que se maniobran a mano y platos de sujeción automática. En los primeros, está el plato de sujeción de tres mordazas, generalmente utilizados para piezas cilíndricas. En él, las piezas quedan sujetas de tal modo que su eje longitudinal coincide con el del husillo principal, ó de trabajo del torno.

Plato de Sujeción de Espiral Plana.- Este plato es el más corrientemente empleado, con ayuda de ruedas cónicas puede accionarse un disco provisto de una rosca plana (espiral de Arquímedes). El fileteado plano engrana en los correspondientes alojamientos dispuestos en las mordazas. Se distingue entre aquellas mordazas que para adaptarse a los distintos diámetros que puede tener la pieza a sujetar van escalonados hacia dentro ó hacia afuera según se dá el caso.

Para la sujeción del plato en el torno, se utiliza una brida provista por una parte, de un borde de centrado, para alojar el cuerpo del plato de sujeción y por otra parte, de una rosca interior y cuello de ajuste para roscarlo al husillo de trabajo.

Plato de Sujeción de cuatro mordazas.- Es muy apropiado para la sujeción de piezas de sección cuadrangular u octagonal. Se trata de un plato con mordazas suplementarias recambiables, que ofrecen más amplias posibilidades de sujeción para las piezas.

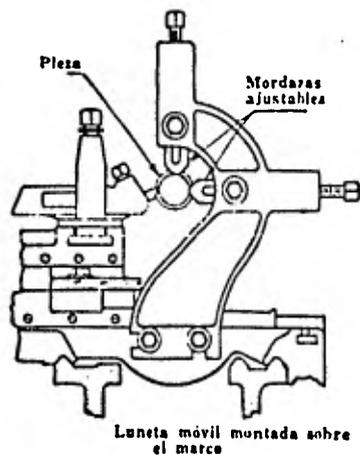
Plato de Sujeción de Cremallera.- Tres cremalleras con listones o blicuos (cuneiformes) se hallan encajadas en respectivos alojamientos de las mordazas. Con ayuda de una rueda dentada se mueven las cremalleras y con ello también las mordazas.

Mandril para Brocas.- Se usan tanto en los agujeros de la contrapunta, como en el agujero del cabezal del torno, para sujetar brocas, escareadores, machuelos para terrajar, etc. Existen en el comercio industrial varios tipos de mandriles para brocas, que se utilizan para sujetar las herramientas de zanco cilíndrico ó zanco cónico.

Mandril para el Husillo del Cabezal.- Este mandril es semejante al mandril para brocas, pero es hueco y está enroscado para poderlo atornillar en el husillo del cabezal del torno. Se utiliza para sujetar barras, varillas, tubos, etc., que pueden pasar por el espacio hueco del husillo del cabezal.

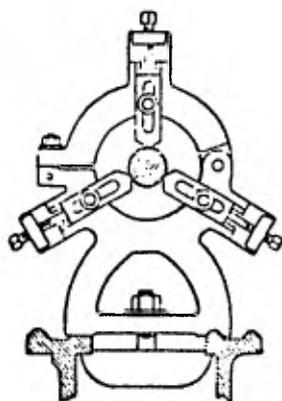
Mandril de Boquilla.- Las boquillas de mordazas internas son las más exactas de todos los sujetadores, y se adaptan especialmente para sujetar barras. Para realizar esta operación se quita el punto y se pone en su lugar un casquillo cónico. La boquilla de tamaño correcto se coloca en este casquillo y se atornilla a la barra que se extiende a través del husillo. El trabajo puede entonces colocarse en la boquilla, y sujetarse girando la manivela del extremo de la barra de tracción. Lo cual, empuja a la boquilla contra la superficie cónica del casquillo obligando a las quijadas de la boquilla a sujetar el material. Las boquillas se fabrican para barras de forma redonda, cuadrada y otras de formas comunes.

MONTAJE SOBRE LUNETAS.- El montaje sobre luneta es particularmente favorable cuando se trata de torneear piezas largas y flexibles, que tienden a situarse bajo el pico ó filo de la herramienta. Además es indispensable colocar sus mordazas sobre las partes de la pieza ya trabajada. Existen lunetas móviles y lunetas fijas. En las primeras, el accesorio va fijo sobre el carro porta-herramienta, las otras van sujetas a la bancada del torno. Las citadas lunetas tienen mordazas desplazables entre las cuales gira la pieza que se trabaja.

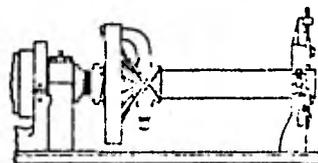


La luneta móvil se utiliza en varios casos diferentes: ya sea en montaje entre puntos para cilindrado ó un roscado de gran longitud, ó bien para montaje entre mandril y punto. También se puede utilizar en montaje mixto, con plato y luneta fija.

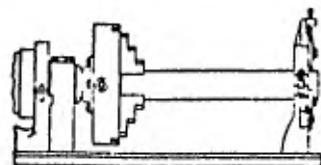
Aparte del empleo de la luneta fija, para sostener piezas flexibles ya montadas entre puntas ó entre plato y puntas, su principal misión será sostener las piezas largas que hayan de ser trabajadas en su extremidad, ya sea para roscarlas ó para agujerarlas.



Luneta fija montada en la bancada

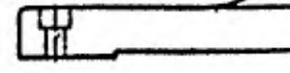
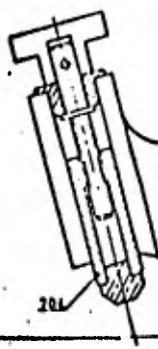
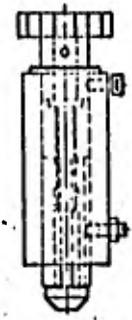
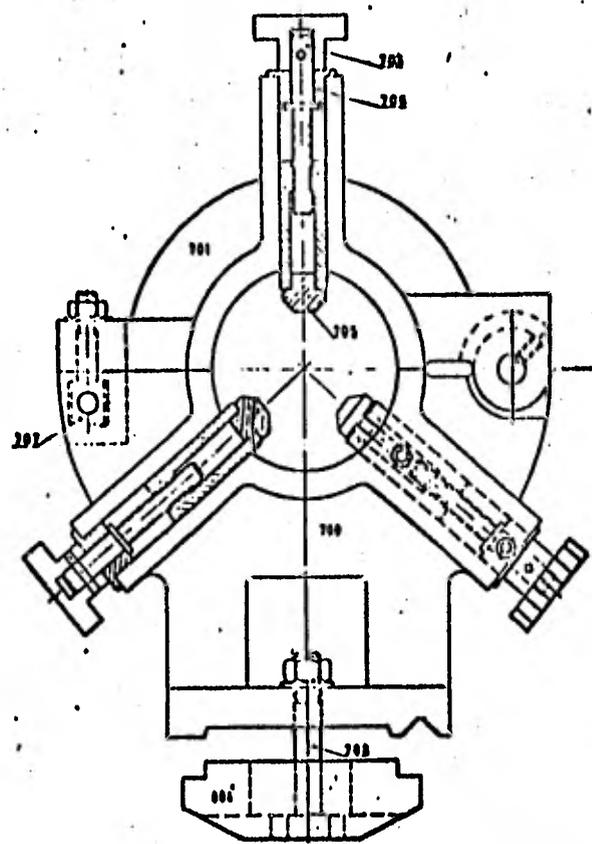


Pieza montada en el plato y luneta fija



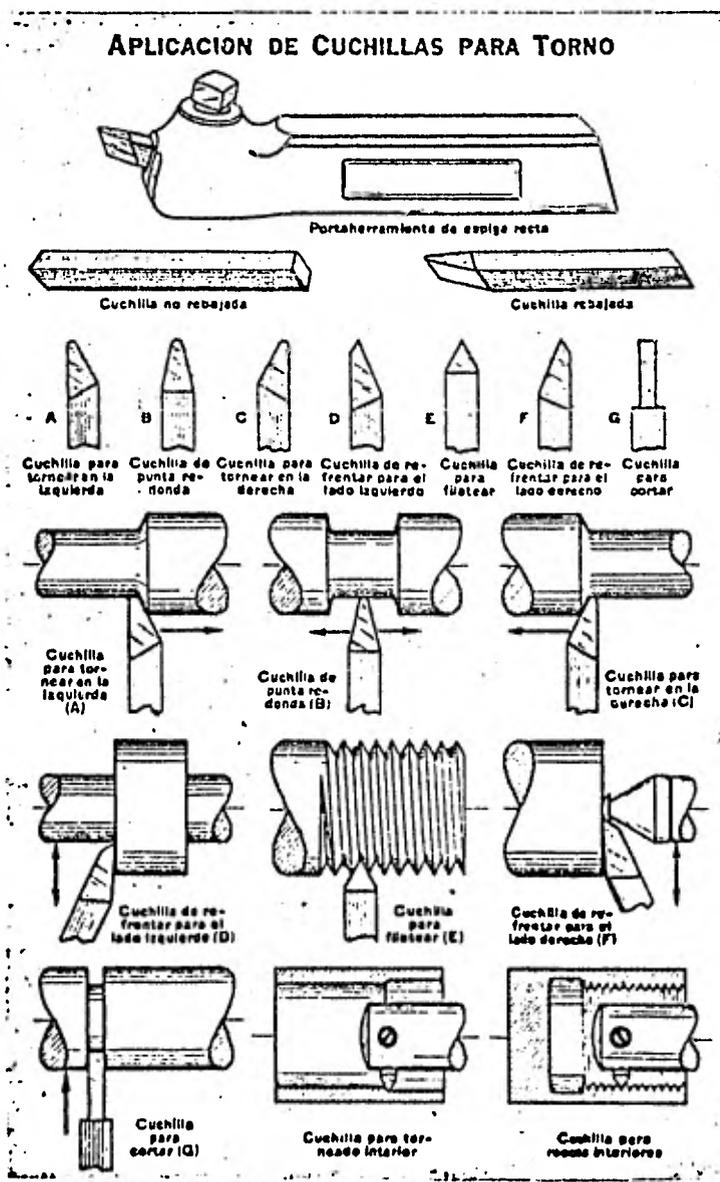
Pieza montada en mandril y luneta fija

LUNET



HERRAMIENTAS DEL TORNO.

En el trabajo de torno se utilizan herramientas cortadoras de metal, de una sola punta, soportadas rígidamente mediante dispositivos adecuados. El torno permite el empleo de un gran número de distintas herramientas de corte, siendo la más usual, la llamada "cuchilla de torno" ó bien útil de tornear.



Siete de las formas más populares de cuchillas para torneos y su aplicación

La cuchilla de torno, consta de mango ó cuerpo y cabeza. - El canto cortante ó filo constituido por la intersección de las superficies de ataque y de incidencia se llama corte principal. - Donde según sea la posición de la cabeza con respecto al vástago ó cuerpo, se distingue entre:

- a) Útiles rectos: el eje visto desde arriba y de costado es recto.
- b) Útiles curvados: el eje visto desde arriba es curvado (hacia la derecha ó hacia la izquierda).
- c) Útiles acodillados: el eje parece acodillado en la vista lateral.
- d) Útiles rebajados: según que la cabeza rebajada se encuentra a la derecha ó a la izquierda ó en el eje del vástago, se hablará de útiles rebajados por la derecha, por la izquierda ó por ambos lados.

Cada trabajo exige el útil del torno más apropiado, así por ejemplo, habrá que escoger para desbastar, afinar, taladrar, tallar engranajes, etc., el útil cuya forma se adapte convenientemente a esos trabajos. Los principales útiles de torno están normalizados.

UTILS DE DESBASTAR.- Al desbastar se trata de arrancar en poco tiempo una gran cantidad de viruta y por esta razón los útiles de desbastar tienen que ser de construcción robusta. Pueden ser rectos ó tener forma curva.

UTILS DE AFINAR.- Mediante el afinado se trata de obtener una superficie cuidadosamente terminada. Por lo general, se utiliza el útil de afinar puntiagudo con corte redondeado. A veces encuentra también uso el útil de afinar ancho. El corte de un útil de afinar debe ser repasado cuidadosamente con la piedra de afilar después de haber sido afilado, ya que de lo contrario, la superficie de la pieza torneada no resultaría limpia.

UTILS DE CORTE LATERAL.- Se utilizan para refrentar y para torneer entrantes ó salientes formando esquinas muy marcadas. Son

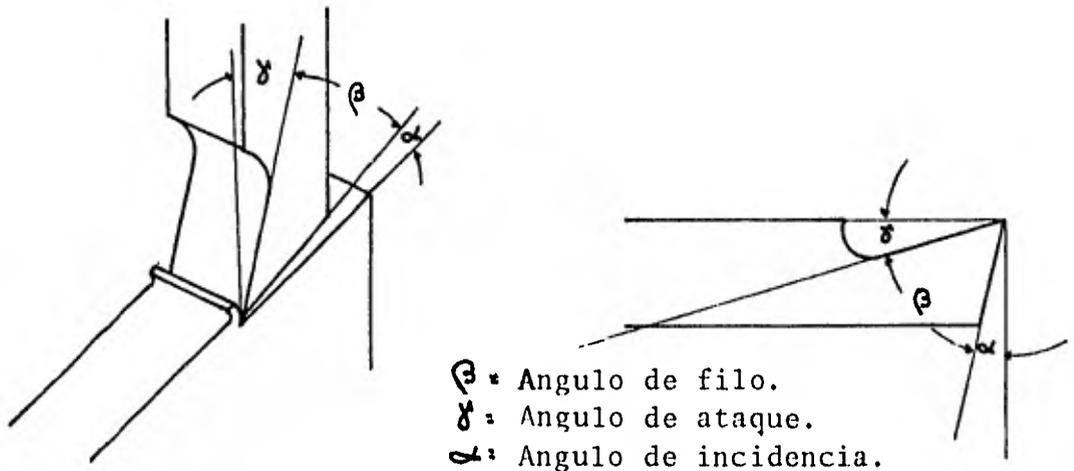
inapropiados para arrancar virutas gruesas por ser la cuchilla - poco resistente en virtud de su forma puntiaguda.

Debido al alto costo de los materiales de las herramientas, es mucho más económico utilizar pequeños insertos en soportes especiales, en lugar de utilizar herramientas sólidas forjadas.

La magnitud de los ángulos de corte se rige por la clase de material que se va a trabajar, con objeto de que no se rompa el filo, el material duro exige un ángulo de filo mayor que el material blando. El ángulo de incidencia no se hace sino de una magnitud tal que la superficie de incidencia no roce con la pieza. Un ángulo de ataque grande facilita el arranque de las virutas, sin embargo no podrá aumentarse arbitrariamente porque el ángulo de filo resultaría demasiado pequeño. Las magnitudes más favorables para los ángulos de corte se determinan mediante ensayos.

ANGULOS EN LAS HERRAMIENTAS DE CORTE.

Para realizar trabajos de metal en el torno con eficacia y precisión, es condición necesaria el uso adecuado de las herramientas de corte, ya que, de ellas depende la calidad de acabado de la pieza, así como una considerable reducción en los costos de maquinado.



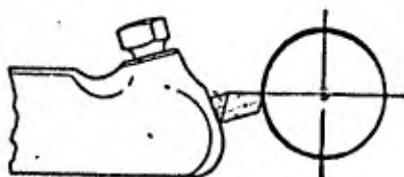
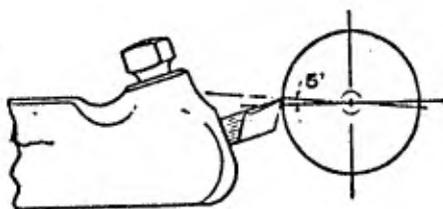
Los ángulos en una herramienta para torno, dependen más que nada del material que se trate en la operación del torneado. Es así, que los hay para fundición dura, piezas duras de latón y de bronce, acero moldeado de gran resistencia, fundición gris dura, acero de resistencia media, metales ligeros, etc. Aunado a esto, tiene gran importancia, la fase de trabajo que se tenga por desarrollar.

ANGULO DE FILO.

Está en relación con la clase de material que se tenga que cortar. Debe ser lo suficientemente agudo para cortar con facilidad y con un mínimo de consumo de potencia, debe ser lo suficientemente fuerte para soportar las fuerzas desarrolladas en la herramienta y eliminar el calor desarrollado. En general se basa en la dureza del material, así que, los materiales duros requieren un filo de corte de gran resistencia.

Un ángulo de filo pequeño ofrece grandes ventajas. Sin embargo no es posible disminuirlo arbitrariamente, ya que, con ello crece el peligro de rotura, especialmente cuando se trata de material duro y resistente. El ángulo de filo puede ser tanto menor cuando más blando sea el material que se ha de trabajar.

Se ha encontrado que un ángulo de filo de 61° , es el más eficiente para trabajar acero blando. Para trabajos en hierro fundido ordinario es recomendable utilizar un ángulo de 71° , mientras que para trabajar hierro templado ó hierro vaciado muy duro, el ángulo de la herramienta aumenta hasta 85° aproximadamente.



Para torneado cilíndrico ordinario, el filo de la cuchilla - deberá estar a unos 5° arriba del centro ó 1.2 m.m. por pulgada - del diámetro de la pieza. La posición de la cuchilla en torneado cónico por el contrario, deberá colocarse exactamente en el cen- - tro, tal como se muestra en la figura anterior.

ANGULO DE ATAQUE.

Varía con el ángulo de filo. El ángulo de ataque viene limi- tado de un lado por la superficie de ataque de la herramienta (es decir, por la superficie sobre la cual resbalan las virutas), y - del otro lado por un plano perpendicular a la superficie de traba- jo (ó sea a la superficie que se está trabajando en la pieza). Su magnitud influye especialmente sobre el tipo de viruta, que se se- para para tanto más facilmente cuanto mayor sea el ángulo de ataque.

Aún, cuando sea ventajoso un ángulo de ataque grande, no pue- de hacersele arbitrariamente grande, ya que el ángulo de filo ten- dría entonces que resultar correlativamente menor y podría ocasio- narse su fractura.

ANGULO DE INCIDENCIA.

Es el ángulo comprendido entre la superficie de incidencia - de la herramienta y la superficie de corte de la pieza. El ángu- lo de incidencia permite que las superficies de contacto entre la pieza y la herramienta resulten muy pequeñas. Se evita el magu- llamamiento de la herramienta y con ello disminuye el rosamiento.

La magnitud de los ángulos de la herramienta hay que determi- narla para cada caso, en base al material que se corte y de ta- - blas elaboradas de acuerdo a ensayos de laboratorio.

MATERIALES PARA HERRAMIENTAS.

Las prácticas modernas de producción requieren demandas un tanto severas sobre las máquinas herramienta. Para poder rendir las muchas condiciones que se les impone, se ha desarrollado una amplia variedad de materiales para herramientas. Ninguno de estos materiales es superior en todos los puntos sino que cada uno de ellos tiene ciertas características que limitan su campo de aplicación. La selección del material apropiado para herramienta, depende entonces del tipo de servicio al cual estará sujeta la herramienta. Siendo el mejor material, aquél que produzca la pieza mecanizada con el mínimo costo. Las propiedades deseadas para cualquier material de herramientas, incluyen la capacidad para resistir el ablandamiento a altas temperaturas, un bajo coeficiente de fricción, buenas cualidades de resistencia a los abrasivos y suficiente tenacidad para resistir la fractura.

Los principales materiales que se usan en las herramientas de corte son los siguientes:

1. Aceros de alto carbono.- Por muchos años los aceros al carbono han tenido una principal utilidad en la manufactura de herramientas. Su contenido de carbono varía de 0.8 a 1.20%, con buenas características de endurecimiento, resultado de un tratamiento térmico adecuado, obteniéndose durezas tan elevadas como cualquiera de las aleaciones de alta velocidad. La capacidad para endurecimiento profundo es escasa limitándose el uso de este acero a herramientas pequeñas. Debido a la tendencia que tienen tales herramientas, para perder su dureza a temperaturas alrededor de 315°C, no son adecuadas para altas velocidades y trabajo pesado y su utilidad queda confinada a trabajos sobre materiales suaves.
2. Aceros de alta velocidad.- Los aceros de alta velocidad son aceros con un alto contenido de aleaciones, tienen excelente capacidad de endurecimiento y retienen un buen filo de corte a temperaturas hasta de 650°C. La capacidad de una herra---

mienta para resistir el ablandamiento a altas temperaturas se conoce como "dureza roja" y es una cualidad sumamente deseable. El primer acero de herramienta capaz de conservar su filo de corte - hasta un calor cercano al rojo, fué desarrollada por Fredrick W. Taylor y M. White en 1900. Se obtuvo agregando 18% de tungsteno - y 5.5% de cromo al acero, como principales elementos de aleación. La práctica actual en la manufactura de aceros de alta velocidad usa aún éstos dos elementos casi en el mismo porcentaje. Otros -- elementos comunes de aleación, son el vanadio, molibdeno y cobalto. Por lo general, los aceros de alta velocidad pueden agruparse en las siguientes tres clases:

- a) Acero de alta velocidad 18-4-1. Este acero que contiene 18% - de Tungsteno, 4% de cromo y 1% de vanadio, se considera entre los mejores aceros de herramientas para cualquier aplicación. En algunos aceros de composición similar el porcentaje de vanadio aumenta ligeramente con objeto de obtener mejores resultados para trabajos pesados.
- b) Aceros al molibdeno de alta velocidad. Estos aceros utilizan - el molibdeno como elemento aleante principal, puesto que una - parte, sustituye a dos de tungsteno. Los aceros al molibdeno - tales como 6-6-4-2, que contienen 6% de tungsteno, 6% de molibdeno, 4% de cromo y 2% de vanadio, tienen excelente tenacidad y características de corte. Son utilizados particularmente en operaciones de taladro y machuelado, teniendo la ventaja de -- ser más baratos que otros tipos de aceros.
- c) Aceros de super alta velocidad, Estos tipos de acero tienen - agregado cobalto en cantidades que varían de 2% a 15%; puesto que éste elemento mejora la eficiencia del corte, especialmente a temperaturas altas, Un análisis de este acero muestra que contiene 20% de tungsteno, 4% de cromo, 2% de vanadio y 12% de cobalto. Debido al mayor costo de este material, se usa principalmente para operaciones de cortes fuertes que imponen altas presiones y temperaturas en la herramienta.

- 3.- Aleaciones coladas no ferrosas.- Muchas aleaciones no ferrosas, que contienen principalmente cromo, cobalto, tungsteno con pequeños porcentajes de uno ó más elementos que puedan formar carburos, tales como tántalo, molibdeno ó boro, son materiales excelentes para herramientas cortantes. A estas aleaciones se les da forma por moldeo y tienen una alta dureza roja, siendo capaces de mantener buenos filos de corte en herramientas a temperaturas de hasta 930°C. Comparados con los aceros de alta velocidad, pueden usarse a velocidades de corte del doble de aquellos y mantener la misma alimentación. Sin embargo, son más quebradizos, no responden al tratamiento térmico y solamente pueden mecanizarse por esmerilado. Sus propiedades se determinan principalmente por el grado de enfriamiento que se le da al material en el molde. La gama de elementos en estas aleaciones van del 12% al 25% de tungsteno, 40% al 50% de cobalto, y 15% a 35% de cromo. Además de uno ó más elementos que forman carburos, se agrega carbono en cantidades de 1% a 4%. Estas aleaciones tienen buena resistencia a la formación de cráteres y pueden resistir cargas de choque mejor que los carburos.
- 4.- Carburos.- Las herramientas de carburo que tienen solamente carburo de tungsteno y cobalto (alrededor de 94% de tungsteno y 6% de cobalto) son adecuadas para mecanizar hierro colado y la mayoría de otros materiales, a excepción del acero. El acero no se puede mecanizar satisfactoriamente con este compuesto, debido a que las rebabas tienden a pegarse ó soldarse a la superficie del carburo y pronto arruinan a la herramienta. Para eliminar esta dificultad, se agregan carburos de titanio y tántalo además de aumentar el porcentaje de cobalto.

Los insertos de carburo en herramientas de corte se hacen --
unicamente por la técnica de la metalurgia de los polvos; --

los polvos metálicos de carburo de tungsteno y cobalto se presan en la forma deseada, son semisinterizados para facilitar su manejo y formado final y se sintetizan en un horno con atmósfera de hidrógeno a 154°C, dándoles un acabado final con una operación de esmerilado.

Las herramientas de carburo se hacen uniendo ó soldando con plata los insertos en los extremos de soportes de acero comercial. La dureza roja de los materiales de herramientas de carburo es superior a cualquier otro material, ya que mantienen un filo cortante a temperaturas de 1200°C. Siendo además, el material producido más duro, con una elevada resistencia a la compresión. Sin embargo, es muy frágil, tiene baja resistencia al impacto y debe soportarse rígidamente para evitar el agrietamiento. Desde el punto de vista económico, siempre que sea posible deben utilizarse herramientas de carburo. Sin embargo las máquinas que usan herramientas de carburo deben ser construídas con mucha rigidez, disponer de suficiente potencia y tener una gama de alimentaciones y velocidades adecuadas al material.

5. Diamantes.- Los diamantes se usan como herramientas de una sola punta para cortes ligeros y altas velocidades, debiéndose soportar rígidamente por su alta dureza y fragilidad. Se utilizan para materiales duros, difíciles de cortar con otros materiales ó para cortes ligeros de alta velocidad en materiales más suaves, en los que la precisión y el acabado superficial son importantes.

Los diamantes se usan comúnmente en el mecanizado de plásticos, ebonita, carbón prensado y aluminio con velocidades de corte de 300 a 1500 m/min. Son utilizados también, para condicionar ruedas de esmeril y ciertas operaciones de esmerilado y pulido.

REFRIGERANTES

Son utilizados para obtener en la acción de corte, un mejor acabado en la pieza y máximo rendimiento en las herramientas. Se utilizan en el proceso de corte, y se presentan en estado sólido, líquido, emulsiones ó gases.

En todas las operaciones de formado y corte se desarrollan altas temperaturas como resultado de la fricción, y a menos que se controlen, existe una tendencia entre las superficies metálicas de adherirse entre sí. Por lo cual, es importante que el coeficiente de fricción entre las superficies de contacto de la herramienta y la rebaba se mantengan en valores tan bajos como sea posible. Esto se logra efectivamente, utilizando refrigerantes de varios tipos, que además, tienen las siguientes funciones:

- 1.- Reducir la temperatura de la herramienta y el material.
- 2.- Llevarse las rebabas.
- 3.- Mejorar el acabado superficial.
- 4.- Aumentar la duración de la herramienta.
- 5.- Reducir la potencia requerida.

Los sólidos que mejoran la característica de corte, incluyen a ciertos elementos contenidos en el material de trabajo, ejemplo el gráfito en la fundición gris. Los líquidos se encuentran principalmente en la forma de soluciones con base de agua ó aceite y llevan aditivos para mejorar su efectividad. Los gases incluyen vapor de agua, bióxido de carbono y aire comprimido. Aunque la mayoría de los refrigerantes se encuentran en forma líquida, debido a que así pueden ser dirigidos a la herramienta en el punto apropiado y fácilmente se pueden recircular.

Un refrigerante no deberá ser fisiológicamente objetable para el operario, ni dañino para la máquina; debe ser estable, no volátil ni espumoso y mantener una elevada temperatura en todas sus propiedades.

El uso del tipo de refrigerante, depende principalmente de la clase de material que se vaya a maquinar y operación que se realice. Los refrigerantes típicos utilizados para algunos materiales comunes son:

Hierro Fundido.- Aire comprimido, aceite soluble ó se trabaja en seco. El uso de aire comprimido necesita un sistema de extracción para eliminar el polvo provocado al soplar las partículas finas de hierro.

Aleaciones de Aluminio.- Petróleo, aceite soluble ó agua de sosa. Consiste en agua con un pequeño porcentaje de algún álcali que actúa como preventivo en la oxidación.

Latón.- Se trabaja en seco, con aceites de parafina ó compuestos de aceites de manteca.

Los refrigerantes para esmerilado no solo deben enfriar eficientemente, sino también mantener limpia la rueda de esmeril.

Las emulsiones de aceite soluble en agua que presentan una apariencia lechosa son usados ampliamente.

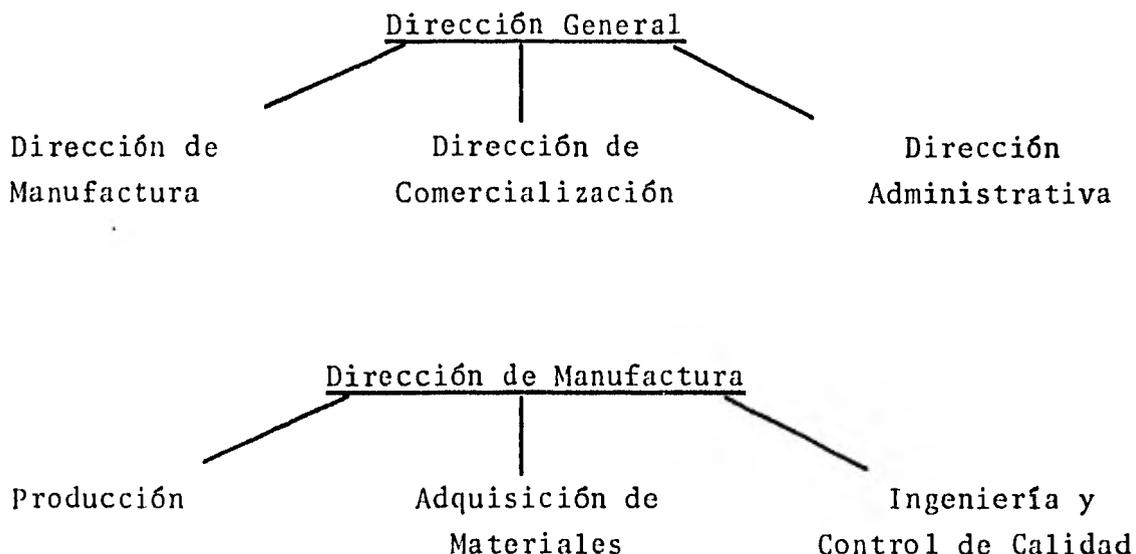
ASPECTO TECNICO-ECONOMICO

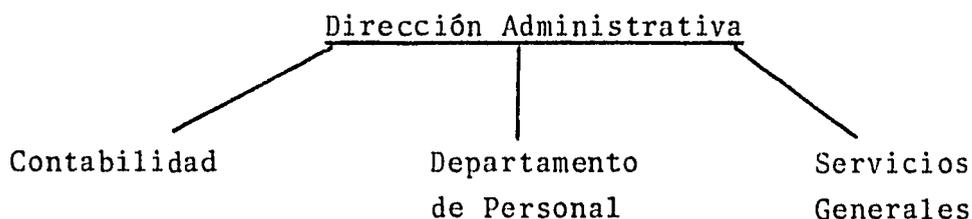
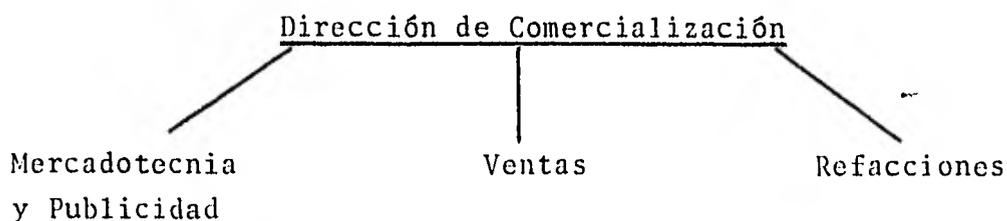
El proyecto comprende una estructura productiva con flexibilidad suficiente para fabricar unidades dentro de rangos variables, ésto en cuanto a tamaños y capacidades, teniendo como principal característica la distancia entre puntos, diámetro máximo de volteo y la potencia del motor.

Si partimos de una base de producción de 650 tornos anuales, en relación a los resultados que arrojan los anuarios estadísticos de la Secretaría de Comercio, el sistema operativo en cuanto a nivel administrativo se muestra a continuación.

Estructura Administrativa

Como en toda empresa, el objetivo principal es el de implantar una administración ágil, que proporcione una elevada eficiencia y responda a las necesidades de la empresa. Por lo siguiente, es de vital importancia contar con personal altamente capacitado, preparado para combinar los elementos humanos y materiales y obtener el máximo beneficio. Una estructura que cumpla tales objetivos, deberá tener el siguiente organigrama:





MANUFACTURA.- Para una empresa del ramo de la transformación, es singularmente importante señalar que la Dirección de Manufactura constituye en gran parte la base de la planta, tiene a su vez, tres departamentos que por su importancia se describen -- como:

Producción.- Este departamento conforma el área de trabajo más numerosa en la empresa, en su mayoría está formado por personal obrero, personal calificado y un mínimo de personal de oficina. Es aquí donde el producto que se ha de fabricar, se elabora desde su inicio hasta que se termina, considerando también, que hay empresas del tipo "ensambladoras", ejemplo de ellas son las del ramo automotriz, las cuales en gran parte se dedican a conformar el producto únicamente adquiriendo de otras empresas hasta un 60% ó más de las partes importantes de la máquina.

Adquisición de Materiales y Control de Calidad.- Tienen singular importancia también los departamentos de Adquisición de Materiales y Control de Calidad, de los cuales, depende el surti---

miento aceptable y a tiempo, tanto de la materia prima requerida en los procesos, como de partes que se adquieren de terceros, cumpliendo con los requisitos que señalan las especificaciones de -- Control de Producción. Ingeniería y Control de Calidad entre otras cosas, tienen la misión de vigilar que se cumplan tales especificaciones tanto a la entrada del material de recibo, como una vez concluida la máquina, en el aspecto de funcionalidad y presentación.

Comercialización.- Dirección que componen los departamentos de Mercadotecnia y Publicidad, Ventas y Refacciones; encaminadas a un mismo propósito, lograr que el producto se distribuya y llegue al consumidor incrementando los mercados ya existentes y buscando descubrir nuevos cuando se puede llegar a la exportación.

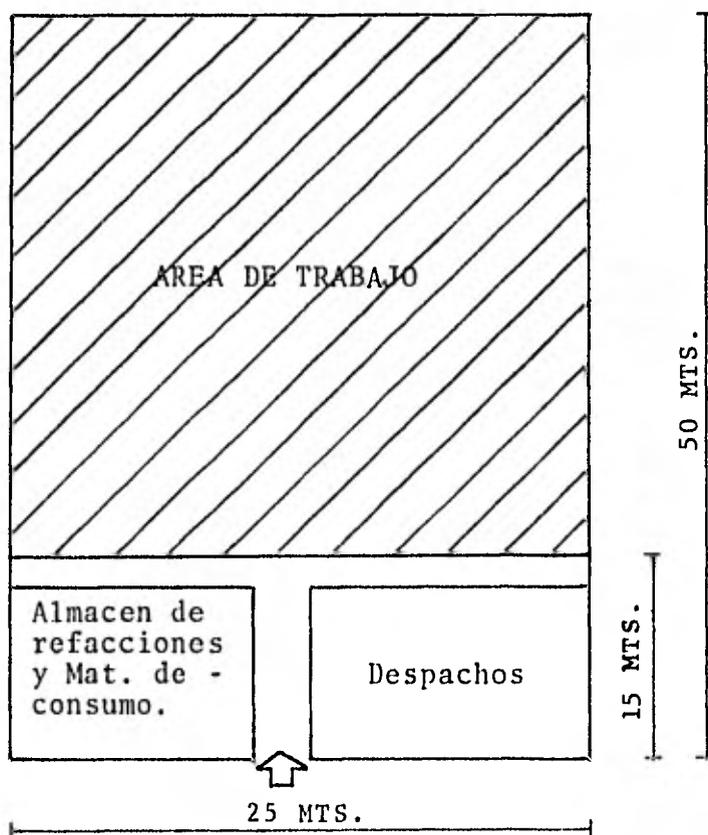
Juega un papel importante el departamento de Refacciones, -- pues una vez realizada la venta, la vida útil de la máquina la garantiza un almacén de refacciones, para aquellas partes que por el exceso de trabajo ó el mal accionamiento de las maquinas, ocurre el deterioro de las mismas.

Administrativa.- Tal dirección depende más que nada, del tamaño de la empresa que se esté analizando, y los departamentos -- con que cuenta pueden ser tan numerosos tanto como lo requiera el estado operativo de la planta. En este caso, tres de los departamentos básicos se deben tener en cuenta; Contabilidad, Departamento de Personal y Servicios Generales.

DIMENSIONES DE LA PLANTA.

Partiendo de la base, que el tamaño de la planta es acorde a las dimensiones del organigrama, se puede pensar en una empresa de mediana capacidad, debiendo contar posiblemente con edificios destinados a desarrollar el trabajo administrativo por un lado y por el otro, contar con un terreno donde quede instalada propiamente la planta, no siendo sin embargo requisito indispensable.

Es así, que las dimensiones que se presentan, son obviamente estimadas.



ILUMINACION Y DISTRIBUCION DE LUMINARIAS EN EL AREA DE TRABAJO.

Especificaciones de tipo de Luminaria Utilizada:

Lámpara de 40 watts, T-12-48 (12/8" Diámetro, longitud 48")

No. de lámparas por luminaria: 2

Watts por lámpara: 40

Color: Blanco frío

Lúmenes por lámpara: 2,800 lum.

Nivel de Iluminación: Este va de acuerdo al tipo de trabajo que se vaya a realizar en el área determinada, entre otros factores intervienen además, las dimensiones del local, las reflectancias del techo, paredes y piso, así como la frecuencia de mantenimiento que se tenga destinada. En nuestro caso, para una área de -- trabajo normal, se tiene un nivel de iluminación de 1,000 luxes.

Especificaciones del local:

Longitud: 35 mts.

Ancho: 25 mts.

Altura de montaje: 3.5 mts.

Reflectancias:

Techo: 80% (blanco)

Pared: 50% (mate)

Piso: 10%

Número de Luminarias:

$$NL_A = \frac{\text{Superficie del local x luxes}}{\text{No. Lámparas P/Luminaria x lumenes x C.U. x C.M. x C.D.}}$$

Donde: C.U.= Coeficiente de utilización.

C.M.= Coeficiente de mantenimiento.

C.D.= Coeficiente de depreciación.

De tablas* se obtiene: C.U.= 0.5 C.M.= 0.7 C.D.= 0.9

* Manual de Instalaciones Eléctricas CONELEC.

Coefficiente de Utilización.- En el caso real, la luminaria absorbe algo de luz, y si parte de ella es dirigida hacia las paredes y el techo, éstos también absorberán una porción. Por lo tanto, la iluminación del plano de trabajo será menor de la que se ha calculado.

El Coeficiente de Utilización, es siempre menor a la unidad y se acerca a ella tanto más cuanto más se aproximen la habitación y el aparato de luz al caso ideal, de modo que éste factor viene a ser una especie de rendimiento que expresa cómo utiliza la instalación la luz producida por la lámpara.

Para tener en cuenta algo de suciedad, ennegrecimiento de las lámparas, etc., se emplean los coeficientes de mantenimiento y depreciación, que se obtienen principalmente en base a la utilidad que se les proporcione.

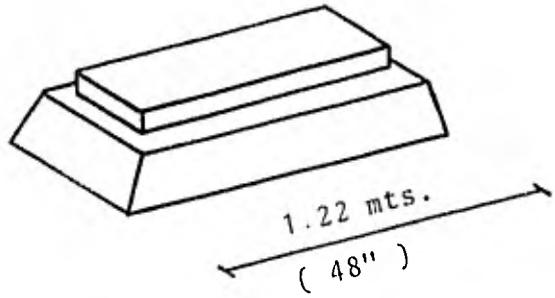
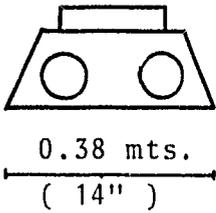
Realizando cálculos, se tiene:

$$NL_A = \frac{875 \times 1,000}{2 \times 2,800 \times 0.5 \times 0.7 \times 0.9}$$

$$NL_A = 496 \text{ luminarias}$$

Distribución.- Una de las muchas formas de considerar la posición de las luminarias, es teniendo un arreglo de 16 columnas y 31 filas, dando un total de 496 luminarias.

La separación que debe de haber entre luminaria ya sea en el sentido horizontal como en el vertical, incluye el diámetro y la longitud de la misma, para nuestro caso se tiene:



En el sentido Horizontal:

16 x 1.22 = 19.52 mts. (espacio ocupado por las luminarias).
 25 - 19.52 = 5.48 mts. (espacio para distribuir entre columna).

Si suponemos un espacio de separación de 0.50 m entre la primer columna y la luminaria, al principio y final de la distribución se tiene:

5.48 - 1 = 4.48 mts.
 $\frac{4.48}{15} = 0.30$ mts. que es lo que queda entre luminaria y luminaria.

En el sentido Vertical:

31 x 0.38 = 11.78 mts. (espacio ocupado por las luminarias).
 35 - 11.78 = 23.22 mts. (espacio para distribuir entre fila y fila).

Si se tiene el mismo espacio de separación entre la primer - fila y la luminaria de 0.50 m, entonces queda:

23.22 - 1 = 22.22
 $\frac{22.22}{30} = 0.74$ mts. entre luminaria.

RECOMENDACIONES EN LA INSTALACION DE LA PLANTA

Conviene señalar, en la elaboración del anteproyecto algunas recomendaciones que sean de utilidad para llevar a cabo una instalación adecuada, es así, que intervienen factores de interés tanto en el aspecto técnico como desde el punto de vista humano tal como se muestra a continuación:

Elementos Técnicos de una Instalación:

- 1.- Suministro ó acometida.
- 2.- Control de la obra.
- 3.- Protección de la obra o de la instalación.
- 4.- Almacenamiento.
- 5.- Elementos de regulación.
- 6.- " " seccionamiento.
- 7.- " " conducción.
- 8.- " " conexión.

Características de una instalación desde el punto de vista humano:

- 1.- Seguridad.
- 2.- Iluminación y ventilación.
- 3.- Confort.
- 4.- Nivel de ruido.
- 5.- Color.

Lo siguiente es para hacer destacar la importancia que debe tener el elemento humano dentro de un órgano de producción, muchas veces éstos pequeños detalles pasan inadvertidos por tratar de lograr que el grueso del proyecto se refleje únicamente en los factores materiales, relegándose en segundo término el elemento humano, siendo que del segundo depende tanto el nivel como la calidad del producto que se tenga por realizar.

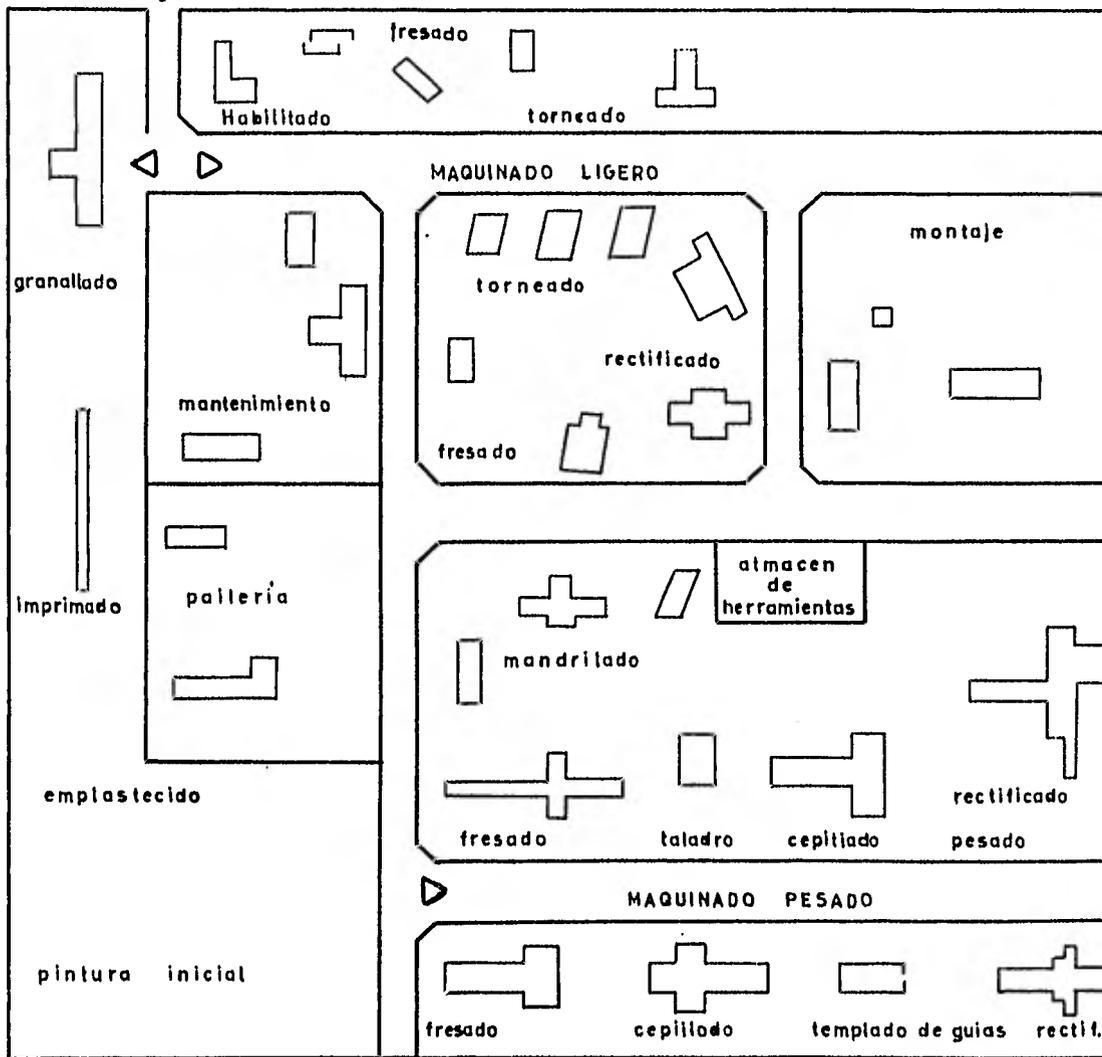
Otro aspecto importante que se debe de tomar en cuenta es el mantenimiento, ya que, propiamente de él va la vida de la em-

presa. El mantenimiento se define como el conjunto de actividades desarrolladas con el objeto de conservar las propiedades físicas de toda empresa en condiciones de funcionamiento, seguridad y eficiencia.

RECOMENDACIONES PARA LA ORGANIZACION DEL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO

- 1.- Preparar antes del término de la obra, un programa que incluya los siguientes aspectos:
 - a) Un archivo completo que contenga los planos definitivos de las instalaciones, así como de los instructivos de manejo y mantenimiento de maquinaria y equipos.
 - b) Adquisición y preparación de herramientas comunes y especiales así como repuestos que recomienda el fabricante.
 - c) Selección del personal necesario para éste departamento, impartiendo cursos de capacitación en la medida que se requiera.
 - d) Preparación del programa de mantenimiento preventivo.
- 2.- Elaborar un informe que contenga toda la documentación y literatura técnica, incluyendo el directorio de refacciones y herramientas, destinado al jefe de mantenimiento que lo mantendrá actualizado simultáneamente cuando se presenten cambios.

DISTRIBUCION DE LA PLANTA Y DEPARTAMENTOS PRODUCTIVOS

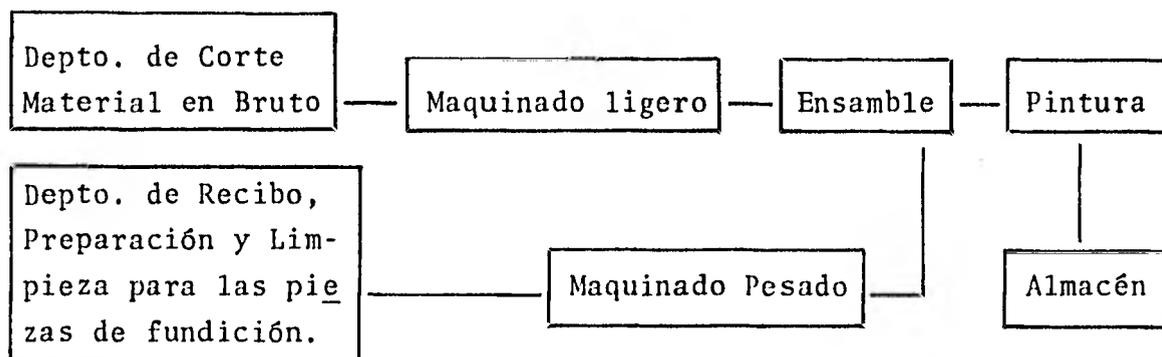


DETERMINACION DEL EQUIPO DE PRODUCCION

Existen varias maneras para determinar el equipo de producción que requiere una empresa de regular tamaño, es decir de mediana capacidad. Los factores que son determinantes para ello, se pueden nombrar en el siguiente orden:

- 1.- Capacidad instalada.
- 2.- Tecnología empleada.
- 3.- Disposición y localización del terreno.

Capacidad instalada.- Es de esencial importancia conocer en todo proyecto, la capacidad instalada con que debe operar una empresa, ya que en base a esto, se puede determinar la capacidad productiva. La capacidad instalada, abarca tanto el número como el tamaño de la maquinaria utilizada en los procesos de fabricación. Aunado a ésto y con igual importancia, tiene que ver el uso ó la utilidad en que se disponga la maquinaria, por la razón de evitar tiempos muertos en el proceso productivo. En nuestro caso, hemos considerado que el proyecto debe tener los siguientes departamentos:



Como podemos notar, una vez que la materia prima llega a la planta, el recorrido que sigue hasta el departamento de pruebas es el siguiente: Las piezas que provienen de fundición, como lo son el banco soporte y la bancada, reciben un baño con chorro de arena (granallado), con el fin de quitar toda clase de impurezas que trae consigo la superficie del metal por el previo envejecimiento a que fué sometido. A su vez, el material que sirve en la

elaboración de todas las piezas que son maquinadas, como lo son flechas, árboles, engranes, es habilitado primeramente al departamento de Corte, posteriormente se distribuye a la sección de maquinado ligero, donde se alimenta a cada máquina según el trabajo que se vaya a realizar.

Las piezas de mayor tamaño una vez que salen de la granalladora, se preparan con un emplastecido y pintura inicial, esto es con el fin de apreciar en forma más clara los trazos que se realizan de acuerdo al plano, antes de pasar al departamento de maquinado, donde obtienen sus dimensiones finales.

De la sección de maquinado, se pasa al departamento de ensamble y acabados, donde se reúnen todas las piezas que conforman la máquina y se lleva a cabo el acoplamiento de cada una de ellas.

Parte final, se tiene la sección de pintura en donde cada máquina adquiere una tonalidad de presentación diferente en cuanto a dimensiones y capacidades de las demás. Es decir, el color ayuda algunas veces a la clasificación, cuando se tiene una máquina de diferentes tamaños y/o modelos.

TECNOLOGIA EMPLEADA

Para el montaje de una empresa dentro del ramo de la transformación, la tecnología que se emplea, es consecuencia de los tratados bilaterales en caso de haberlos, con los países participantes en la fundación de la misma. Puede ser una empresa netamente de participación nacional, en cuyo caso la tecnología utilizada será en gran parte, la propia del país. Sin embargo, como nos encontramos aún en vías de desarrollo, conviene generalmente combinar nuestra tecnología con la de algunos países desarrollados, por la razón de establecer una empresa con productos de manufactura aceptable, que puedan competir en nuestro mercado con los ya existentes.

En la actualidad, las empresas de regular tamaño que tratan

de abastecer la demanda que exige el país, confrontan con tecnología yugoslava, española, francesa, etc. Tecnologías, que nos lleven de menos diez años de adelanto, y que debemos de aprovechar para no empezar de lo rudimentario.

DISPOSICION Y LOCALIZACION DEL TERRENO

La localización ideal para una empresa, como la que se pretende, debe ser fuera del gran núcleo de concentración industrial que prevalece en el país y lo constituyen el Valle de México, Guadalajara y Monterrey. Fuera de ello, cualquier estado puede brindar las mismas facilidades en cuanto a vías de comunicación y acceso para establecer una empresa. Aún más, contribuiríamos a formar en aquellos que no lo tienen, organismos descentralizados que generen nuevas fuentes de trabajo y ayuden a lograr la infraestructura necesaria para el desarrollo del país.

Es preferente sin embargo, que el terreno que se seleccione aún cuando deba ser colindante a un centro de población, no dentro de ella, conviene que satisfaga las condiciones siguientes:

- a) Accesibilidad por un camino terrestre, en toda clase de tiempo.
- b) Cercanía a una línea de distribución eléctrica de que puedan abastecerse las demandas por fuerza ó alumbrado.
- c) Disponibilidad de agua, de la línea de distribución local ó de cualquier corriente ó pozo.
- d) Cercanía a líneas de comunicación, como: el telefono, el telegrafo, la radio, etc.
- e) Es conveniente que la localidad que circunda el lugar, proporcione la oferta necesaria en cuanto a mano de obra calificada.

ESTIMADOS DE INVERSION Y ANALISIS

TERRENO

Para encontrar un valor aproximado del terreno; nos hemos basado en la información que proporciona el Fondo Nacional de Fomento Industrial, para la cual, hemos establecido el lugar en la zona norte del país, concretamente en el estado de San Luis Potosí. Lo anterior es con la finalidad de poder manejar un dato aproximado del valor del terreno, no quiere decir con ésto que el lugar al que se hace referencia sea por ende el que tiene mayores cualidades para establecer la planta.

Por tanto, para la zona industrial de San Luis Potosí, el valor del terreno por metro cuadrado se registra a \$8,500.00.

Así, se tiene que:

<u>A R E A</u>	<u>DIMENSIONES</u>	<u>C O S T O</u> *
1,250 m2.	50 x 25 m.	\$10'625,000.00

OBRA CIVIL

Se propone una construcción sencilla, basada en manpostería y paredes de construcción prefabricada, con andén de carga y descarga, doble piso, drenajes, cubierta de lámina estructural y acabados interiores y exteriores. Lo que, representa un costo de \$12,000.00 por m2.

<u>A R E A</u>	<u>C O S T O</u> *
1,250 m2.	\$15'000,000.00

* Costos estimados antes de la devaluación.

MAQUINARIA Y EQUIPO

Una empresa de dimensiones tal como las que se presentan en el diagrama de distribución, cuenta con una serie completa de maquinaria y equipo necesario para conformar la capacidad instalada requerida en el proceso productivo. Por tal razón, se ha investigado a grosso modo, la cantidad y tipo de maquinaria, así como -- los implementos y utilería que se requieren para instalar la planta.

<u>M A Q U I N A R I A</u>	<u>VALOR DE ADQUISICION</u>
Brochadora vertical	\$ 350,026.00
Cizalla hidráulica	749,085.00
Cepillo de codo hidráulico	151,200.00
Cepillo de portal (1000x1250)	5'396,110.00
Cepillo de portal (1000x710)	6'922,748.00
Dobladora manual	70,254.00
Fresadora para cuñeros	752,400.00
Fresadora de engranes	2'628,121.00
Fresadora Horizontal	373,522.00
Fresadora de portal (630x3150)	4'085,781.00
Fresadora de portal (1000x800)	10'881,349.00
Fresadora universal	551,164.00
Fresadora vertical	538,412.00
Máquina granalladora	2'312,989.00

Mortajadora de engranes	744,034.00
Torno universal paralelo (250/500)	203,677.00
Torno universal para roscar barras	991,090.00
Torno universal paralelo (160/1000)	142,386.00
Torno para fresar y enderezar barras	187,393.00
Torno revolver	442,928.00
Torno universal paralelo (160/1000)	142,386.00
Torno universal paralelo (200/1000)	150,333.00
Torno universal paralelo (200/1500)	203,748.00
Rectificadora de portal	168,949.00
Máquina templadora de guías	4'735,178.00
Taladro de banco	210,592.00
Mandriladora	1'275,061.00
Nibladora	283,875.00
Rasuradora de engranes	1'488,908.00
Rectificadora de portal (30-10S)	15'487,948.00
Rectificadora de portal (SZ-1000x800)	11'816,950.00
Rectificadora de superficies	1'380,213.00
Taladro vertical	150,201.00
Taladro radial	597,986.00
	<hr/>
T O T A L	\$ 76'566,997.00

<u>E Q U I P O</u>	<u>VALOR DE ADQUISICION</u>
10 Polipastos	\$ 158,358.00
12 Grúas giratorias	294,403.00
Afiladora universal	350,026.00
Divisora de escalas	622,460.00
Cabezal desplazable para mandrilar con estuche completo	19,368.00
Máquina de soldar C.D.	19,705.00
Centro de maquinado	7'041,817.00
Rectificador de escalas	183,846.00
Polipasto manual	13,669.00
Horno hasta 1260°C	108,877.00
Caseta de pintura	414,933.00
Sierra cinta horizontal	85,869.00
Sierra cinta vertical	139,234.00
Sierra disco hidráulico	203,146.00
	<hr/>
T O T A L	\$ 9'655,711.00

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al inicio de nuestra investigación, hicimos notar algunos aspectos encaminados en su mayoría a establecer la situación que guarda el país respecto a la producción de bienes de capital, buscando con ello encontrar alternativas que pudiesen mejorar y ampliar el sector máquinas herramientas. Es así, que logramos recopilar en forma no tan extensa, los principales productores que actualmente se encuentran en éste ramo y en qué medida podemos compararnos con los demás países. Como resultados de ésta investigación, encontramos lo siguiente:

El sector de bienes de capital en México, aunque ha registrado un crecimiento considerable, de manera singular a partir del pasado decenio, continúa subdesarrollado, para usar un término común. Su contribución al valor de la producción manufacturera todavía es insignificante: representó el 3.3% en 1960, el 4.4% de 1970 a 1974 y se estima de acuerdo a la tendencia el 7% para 1980. Según datos proporcionados por el Banco de México.

El desarrollo de la industria manufacturera de México -- revela que el sector de bienes de capital confronta diversos problemas que limitan su adecuado crecimiento, entre los más relevantes, destacan los siguientes:

a) Tecnología.

La tecnología incorporada a los bienes de capital importados así como la que se adquiere a través de la inversión extranjera directa y en los acuerdos de transferencia, constituyen la base tecnológica sobre la que opera la industria nacional, dado que es insignificante su generación en nuestro país.

Si bien los contratos y convenios han transmitido tecnología útil e importante para el desenvolvimiento industrial, frecuentemente también ha sido obsoleta, inadecuada o ya disponible en México. Además, en tales contratos se establecen a veces estipulaciones mediante las cuales las empresas proveedoras de tecnología encarecen indebidamente la producción de las empresas receptoras; las inclinan a adquirir bienes en desuso e insumos a precios excesivos; obstaculizan sus posibilidades de expansión o

creación de tecnología propia e intervienen en su administración o en su proceso de producción, distribución o comercialización. Ese es el yugo de la dependencia.

El problema por la compra de tecnología no estriba en el costo por divisas, si no en su adaptación a las necesidades del país.

Como gran parte de la tecnología importada implica elevados niveles de producción en relación con lo reducido del mercado interno, ello induce a utilizarlas en forma inadecuada, lo -- que se traduce en mayores costos de producción, que es el equivalente a obstaculizar el sano desenvolvimiento del sector de bienes de capital e incidir desfavorablemente en la economía nacional.

b) Recursos humanos

La relación entre educación y desarrollo se expresa en la magnitud y calidad del personal calificado, así como en su capacidad para absorber innovaciones tecnológicas y elevar el rendimiento del trabajo.

Si la utilización de técnicos no corresponde al nivel de desarrollo industrial alcanzado, se generan producciones inferiores, mal planeadas y administradas en forma ineficaz con el agravante de que resultan caras, en calidad limitada y sin capacidad para absorber innovaciones tecnológicas.

Este es, desafortunadamente, el caso de México, ya que la educación ha estado principalmente orientada a satisfacer, -- en términos generales, la demanda social y no la económica; es -- decir, al número de aspirantes y no a las necesidades reales que demanda el desarrollo industrial, el cual, dada su creciente tendencia al uso intensivo de capital y de tecnología más compleja, se enfrenta a un factor que limita el aprovechamiento de los recursos, por que no dispone del adecuado y suficiente personal calificado.

En consecuencia, es recomendable que el sistema educativo de México se transforme con suficiente rapidez para enfrentar y resolver con éxito las necesidades que plantea con carácter de urgente, la dinámica industrial (especialmente en lo relativo a

su integración vertical, mediante la producción de bienes de capital), y para ejercer así mismo una influencia mayor en la orientación y características del proceso de desarrollo.

c) Desequilibrio externo

El notable desarrollo industrial ha permitido que una gran proporción de los artículos que antes se importaban, en la actualidad ya no se adquierán en el exterior por fabricarse en México. Sin embargo, la anarquía con que se llevó a cabo este proceso de sustitución, impidió su integración conforme las necesidades lo requerían, desbalanceado la relación de interdependencia de los sectores productivos, pues a medida que se incrementaba la producción de bienes de consumo aumentaba la demanda externa de materias primas y bienes de capital, fenómeno que constituye la causa fundamental del desequilibrio externo.

Esta situación plantea a México un gran dilema; si aumenta la tasa de crecimiento, crecerá el déficit; si disminuye éste, decrecerá aquella.

Lo contrario ha sido ocasionado, por el defectuoso modelo de crecimiento que opera en el país, por la razón de que no se ajustó a un sistema orientado a la integración completa del aparato industrial. Así, el proteccionismo aplicado dió origen a una industria productora principalmente de bienes de consumo, a precios altos, destinados a un mercado cautivo, quedando prácticamente relegada la producción de bienes de capital.

La consecuencia no se hizo esperar: surgió una industria no integrada verticalmente, que cada vez que aumenta su capitalización tiene por fuerza que incrementar su importación de bienes de capital. En esta forma, se ha creado un mecanismo que funciona así: la inversión genera importación.

Lo anterior es reflejo de varios factores, entre los que sobresalen la escases de recursos financieros y humanos, así como la necesidad de perfeccionar una infraestructura institucional y legal que permita que opere, cada vez más eficazmente, la política tecnológica.

Por lo tanto, el futuro patrón del crecimiento industrial de México pone de manifiesto la necesidad de que a la producción

de bienes de capital se le asigne una alta prioridad en términos de crecimiento industrial equilibrado. Dicha prioridad debe ser precedida de una evaluación cuidadosa de las tendencias y la problemática de este sector y de la estructuración de un programa de desarrollo orientado a la adecuada canalización de recursos de inversión hacia las industrias de bienes de capital más convenientes para el país. La actual etapa de desarrollo de México -- exige un crecimiento racional que logre el eslabonamiento de las actividades productivas en un sentido vertical, fabricando la maquinaria, el equipo y los productos intermedios que mejor convengan a la estrategia económica global; que permita que las actividades primarias, en su conjunto, puedan utilizar en una mayor escala, productos industriales; que se utilicen los recursos naturales en forma eficiente; que genere las condiciones para que el desarrollo tecnológico opere sobre una base firme, elevando sustancialmente los niveles de empleo, resultantes de un nuevo --- impulso a las actividades manufactureras, y que, dentro del comercio exterior, la exportación de bienes de capital e intermedios forme parte central.

En el caso de los distintos fondos dedicados a financiar el establecimiento de industrias, especialmente de pequeño y mediano tamaño y localizadas en regiones de menor desarrollo relativo. Pudiera ser recomendable que los recursos que se manejan aisladamente convergieran en un sólo mecanismo financiero e integrarían el capital inicial de un sistema que proporcionase créditos, asistencia técnica, creará polos de desarrollo y realizará una labor de promoción con el fin de establecer las industrias - que más necesita el país.

Pensamos que, en lo general, las ideas que hemos sugerido para el logro de la integración nacional de la industria de bienes de capital y fomentar su producción en el país, fortalecerán la convicción de que resulta indispensable modificar algunos aspectos de las políticas y directrices aplicadas al sector industrial.

REFERENCIAS

- Instituto Mexicano del Hierro y el Acero, "La Importancia de los Bienes de Capital en el Desarrollo Industrial de México", Agosto 1975.
- Instituto Mexicano de Herramientas. "American Machinist", Febrero 1980.
- Canacintra, "Plan Global de Desarrollo", Agosto 1980.
- Gerolamo Membretti, "Máquinas Herramienta", Ed. Gustavo G., Septiembre 1973.
- Myron L. Begeman, "Procesos de Fabricación", Ed. C.E.C.S.A., Noviembre 1976.
- Walter Bartsen, "Alrededor del Torno", Ed. Reverté, S.A. -- 1980.
- Secretaría de Comercio, 'Anuario Estadístico 1979'.