



NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO

E/CN.12/L.15

7 de febrero de 1967

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA

CRITERIOS Y ANTECEDENTES PARA LA PROGRAMACION DE LA INDUSTRIA
DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS

NOTA: Este documento fue presentado al Simposio Interregional sobre el Desarrollo de las Industrias del Metal en los Países en Desarrollo que se realizó en Moscú desde el 7 de septiembre al 6 de octubre de 1966 bajo la sigla CID/SYMP.D/C-4-Español.

INDICE

	<u>Página</u>
PREFACIO.....	1
Capítulo I: LA INDUSTRIA LOCAL DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS.....	3
1. Clasificación de las máquinas-herramientas.....	3
2. Participación de la fabricación nacional en relación con el parque de máquinas-herramientas instalado.....	5
Capítulo II: PROBLEMAS CARACTERISTICOS DE LA FABRICACION DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS.....	11
1. Introducción al tema.....	11
2. Variables consideradas.....	14
a) Máquina, tipo, modelo, accesorio.....	14
b) Índice de complejidad de las máquinas.....	14
c) Peso de las máquinas.....	16
d) Calidad de las máquinas.....	18
e) Tamaño de las empresas.....	20
f) Series de fabricación.....	27
Capítulo III: PRODUCCION DE LAS EMPRESAS.....	31
1. Capacidad productiva expresada en toneladas por año.....	31
2. Capacidad productiva expresada en número de máquinas por año.....	32
3. Series repetitivas.....	36
Capítulo IV: INVERSIONES Y COSTOS.....	39
1. Inversiones en máquinas para las cinco empresas consideradas.....	39
a) Máquinas para la empresa Te_1	40
b) Máquinas para la empresa Te_2	43
c) Máquinas para la empresa Te_3	43
d) Máquinas para la empresa Te_4	43
e) Máquinas para la empresa Te_5	44
2. Otras inversiones.....	44
3. Costo de la hora-hombre directa.....	46

	<u>Página</u>
Capítulo V: RELACION ENTRE LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS Y LA INFRAESTRUCTURA DEL RESTO DE LA INDUSTRIA MECANICA.....	51
RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	54

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1. CANTIDAD DE TIPOS Y MODELOS DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS EXISTENTES EN EL MERCADO MUNDIAL.....	4
2. PERSONAL DIRECTO E INDIRECTO EN LOS CINCO TAMAÑOS DE FABRICAS.....	23
3. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES INDIRECTAS.....	24
4. CAMPO DE TRABAJO DE LAS EMPRESAS.....	26
5. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DIRECTAS.....	31
6. PARQUE DE MAQUINARIA QUE NECESITAN LOS DISTINTOS TIPOS DE EMPRESAS.....	41
7. DISTRIBUCION ESQUEMATICA POR EMPRESAS DE LAS INVERSIONES, EXCLUIDAS LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS.....	45
8. ESTIMACION DE LA INVERSION TOTAL POR TIPOS DE EMPRESA.....	45
9. ANTECEDENTES PARA EL CALCULO DE LAS HORAS-HOMBRE DIRECTAS POR EMPRESA.....	48
10. LISTA DE LAS PRINCIPALES INTERLIGACIONES ENTRE LA INDUSTRIA PRODUCTORA DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS Y LA INDUSTRIA AUXILIAR.....	52

PREFACIO

Entre los interrogantes que suele plantear el desarrollo industrial de naciones que están iniciando la expansión de las industrias tradicionales - en particular de las mecánicas - o que se encuentran en una fase más avanzada de su evolución, destaca la necesidad de determinar, en términos de evaluación general, hasta o desde qué punto interesa fabricar en el país los bienes de capital y, dentro de esta vasta rama, las máquinas-herramientas. No se plantea este problema con el propósito de llegar a una total autonomía nacional en la elaboración de bienes de capital, sino de establecer, cuantificar y calificar más bien el tipo de esfuerzo local que debería realizarse frente a la demanda global, relación que no conviene considerar sino dentro de una cierta disciplina. Una manera de abordar el tema podría consistir en averiguar primero si existe una correlación histórica aprovechable entre la fabricación nacional de máquinas-herramientas y la dimensión del parque de máquinas que emplean las industrias mecánicas, y después considerar a grandes rasgos las características predominantes en dichas fabricaciones, mostrando cuáles son los medios con que debe contar esta industria para lograr determinados resultados técnicos y económicos.

Ambos puntos engloban aspectos de diversa índole, no siempre fácilmente separables y ponderables, como se requeriría en un análisis más pormenorizado. En la práctica existen soluciones un tanto diferentes para una misma problemática. De ahí que convenga orientar la materia en estudio hacia la búsqueda de ideas que, aun siendo generales, permitan deducir medidas de fomento suficientemente acordes con las necesidades del país en cada etapa de su desarrollo.

Como las máquinas-herramientas son, dentro de las industrias mecánicas, la inversión más importante (del 50 al 65 por ciento de la inversión fija total), se han convertido en el instrumento de trabajo más difundido hoy en día, como ocurría en otros tiempos con las herramientas manuales. Por eso parece oportuno considerar su fabricación en las áreas en desarrollo también en atención al papel estratégico que han venido adquiriendo dentro de la evolución técnica y económica de la vida contemporánea, hecho comprobado en muchos países grandes y pequeños.

/Así, en

Así, en el primer capítulo de este ensayo se analizan algunos factores de carácter dinámico que determinan la importancia de la manufactura nacional de máquinas-herramientas en función de la magnitud de los parques en operación dentro de las industrias mecánicas, lo cual muestra indirectamente un aspecto de la participación nacional en el consumo aparente. Los capítulos sucesivos tratan de la industria constructora de estas máquinas, sintetizando los principales problemas que le son peculiares, de acuerdo con sus diversos niveles técnicos, asociados a las distintas etapas de desarrollo. En el último capítulo se hacen algunas apreciaciones sobre la dependencia que usualmente se admite entre la fabricación de máquinas-herramientas y el resto de la industria mecánica, dependencia que aumenta en calidad, volumen y técnica a medida que se avanza en la construcción de unidades más complejas.

Las conclusiones de estas notas deben interpretarse globalmente, pues aunque se ha tratado de considerar un elevado número de variables que dominan la construcción de máquinas-herramientas, no se ignora que dichas variables son bastante mayores. De todos modos, si se juzgan satisfactorios los resultados de los cálculos preliminares que se exponen a continuación, podrían servir de base para emprender el estudio detallado de una o más fábricas específicas para productos de diseño determinado.

Capítulo I

LA INDUSTRIA LOCAL DE MÁQUINAS-HERRAMIENTAS

1. Clasificación de las máquinas-herramientas

A título de premisa, conviene definir lo que en estas notas se entiende por máquinas-herramientas, pues hay numerosas interpretaciones diversas acerca de los tipos de máquinas que se incluyen como tales. Se denominan así en este ensayo las máquinas para el trabajo de metales en frío y en caliente, tanto con arranque de viruta como de deformación, pero no las máquinas para el trabajo en madera, plásticos y materiales no metálicos en general. A su vez, dentro de la categoría de máquinas que trabajan metales, se han elegido las incluidas en el cuadro 1, que aun cuando no representan la totalidad de los medios con que cuenta la industria mecánica para manufacturar sus productos, constituyen una mayoría significativa.

En la práctica, tanto para el usuario como para el constructor, las denominaciones tornos, fresadoras, taladros, etc. parecen demasiado genéricas, ya que en cada categoría existen numerosas variantes bastante diferentes en cuanto a diseño, comandos, automatismos, productividad, tamaño y otros factores. Para establecer un orden de magnitud acerca del número de variantes atribuibles a cada máquina, se han adoptado dos criterios:

- a) Suponer para cada clase de máquinas - tornos, por ejemplo - una cantidad de variantes suficientemente diferenciadas entre sí que individualicen tanto las características operativas como las estructurales y constructivas.
- b) Relacionar cada una de esas variantes con cuatro condiciones básicas de utilización - micromecánica, mecánica liviana y corriente, media y semipesada, pesada y superpesada -, que pueden no darse necesariamente en todas las variantes.

Cuadro 1

CANTIDAD DE TIPOS Y MODELOS DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS
EXISTENTES EN EL MERCADO MUNDIAL

Denominación de las máquinas	Cantidad de tipos y modelos
Tornos	106
Fresadoras	63
Taladros	46
Cepilladoras	32
Roscadoras	27
Sierras	19
Máquinas para engranajes	94
Mandrilladoras	84
Rectificadoras	131
Afiladoras de herramientas	43
Brochadoras	30
Máquinas para superacabado	33
Máquinas especiales compuestas de unidades de usinaje	46
Otras máquinas de difícil clasificación	22
<u>Máquinas que trabajan por arranque de viruta</u>	<u>776</u>
Prensas mecánicas	75
Prensas hidráulicas	54
Máquinas de forjar	23
Máquinas deformadoras en frío	24
Máquinas para lámina y chapa	85
<u>Máquinas que trabajan por deformación</u>	<u>261</u>
<u>Total de máquinas-herramientas</u>	<u>1 037</u>

/Ambos criterios

Ambos criterios han permitido cuantificar para cada clase de máquina los tipos y modelos más importantes que vienen a constituir en su conjunto la gran familia de las máquinas-herramientas tal como se presenta actualmente en la vasta oferta mundial de los constructores. El cuadro 1 muestra el resultado obtenido: 1 037 variantes principales, 776 de las cuales (75 por ciento) pertenecen a la categoría de las máquinas que trabajan con arranque de viruta y 261 (25 por ciento) a las que trabajan por deformación.

Los datos del cuadro 1 no pueden ser ajenos a interpretaciones subjetivas, como asimismo y forzosamente, a informaciones incompletas en lo que a algunas variantes se refiere. En este sentido conviene tomar las cifras más bien por defecto. Pero aún así, con todas las limitaciones propias del caso, los datos parecen suficientemente aceptables para el objetivo propuesto. Hay otro factor importante, la calidad, que habría podido agregarse en combinación con las cifras anteriores, obteniéndose de este modo un mayor número de variantes. Sin embargo, se ha preferido prescindir de él en este momento porque la complicación que habría involucrado no alteraría sustancialmente la determinación de un indicador que señale el porcentaje de las variantes de fabricación nacional frente al universo de ellas, en función del valor numérico del parque de máquinas-herramientas.

2. Participación de la fabricación nacional en relación con el parque de máquinas-herramientas instalado

Dentro del orden de ideas mencionadas, se procurará determinar ahora el posible comportamiento reaccional de los constructores nacionales, medido en variedad de tipos y modelos, en función del valor numérico del parque. Conceptualmente, en un parque están presentes en forma simultánea dos aspectos distintos: el factor serie (poder adquisitivo, elevada población, combinación de éstos, etc.), y la variedad y complejidad de los productos mecánicos y electromecánicos manufacturados. En la medida en que estos factores se consideren crecientes, tanto uno como el otro ejercerán cierta presión hacia la utilización de medios tecnológicos productivos más perfeccionados, los cuales en la práctica se traducirán en un aumento progresivo de la variedad de tipos y modelos de máquinas empleados. Este proceso evolutivo se cumple bajo diversas combinaciones dentro de los elementos que se consideran, con

/efectos directos

efectos directos sobre la industria nacional, lo que implica admitir a priori que a iguales valores numéricos de los parques pueden corresponder actuaciones un tanto diferentes por parte de los constructores. Sin embargo, no parece arbitrario suponer que la manufactura nacional de máquinas-herramientas participe dentro de límites mínimos y máximos susceptibles de precisarse para diversas situaciones.

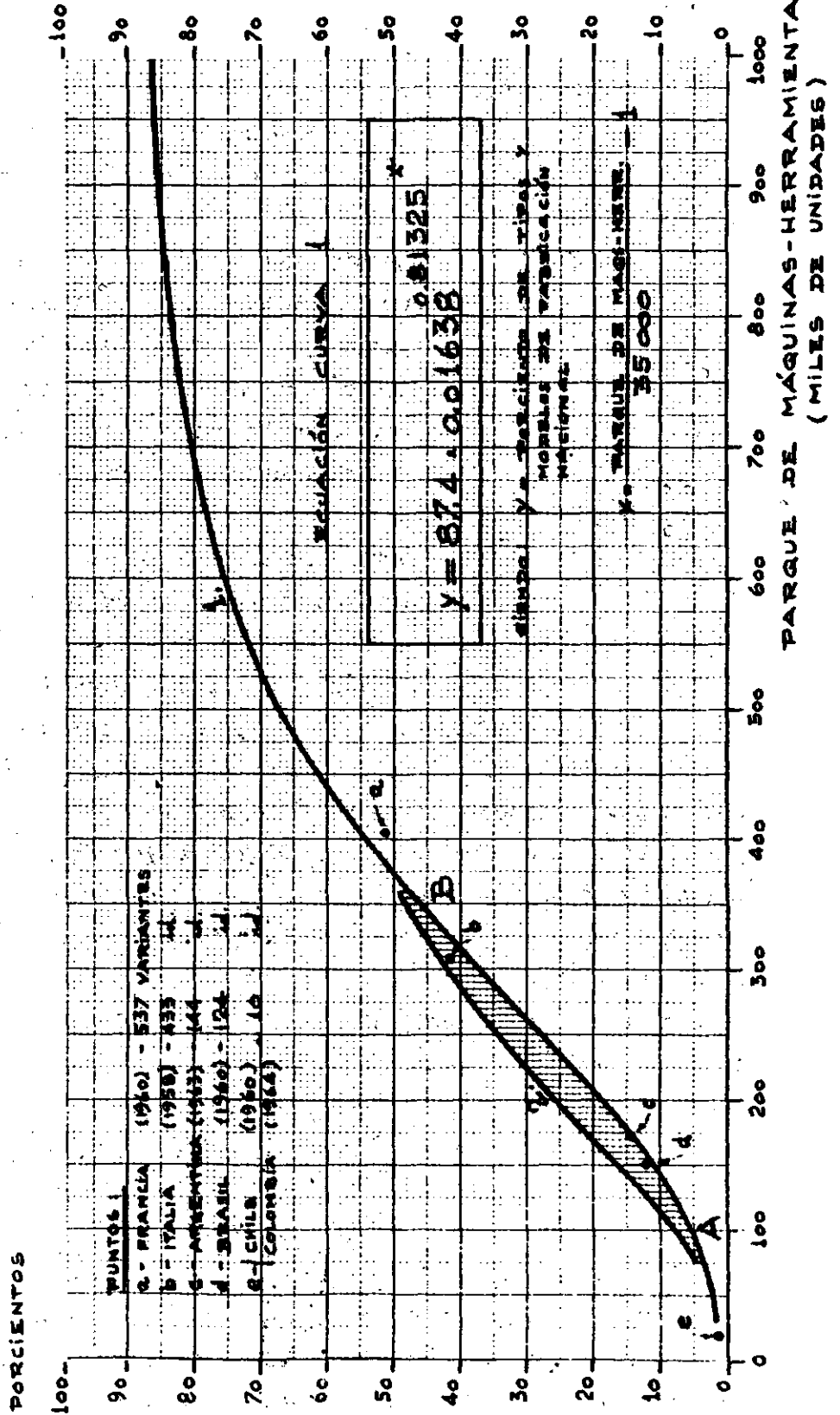
Con tal fin ha sido posible reconstruir con cierta aproximación la cantidad de tipos y modelos de máquinas fabricados en algunos países, estableciendo así su relación porcentual con el universo definido en el párrafo anterior. El interés de este análisis se circunscribe actualmente a conocer el comportamiento de la oferta por parte de las industrias nacionales de máquinas-herramientas para países cuyo parque sea inferior a 500 000 unidades, puesto que las numerosas naciones con industrias mecánicas en vías de desarrollo se encuentran incluidas en la primera mitad de esta cifra.

La mayoría de las informaciones provienen de estudios que la CEPAL viene efectuando sistemáticamente en América Latina sobre la industria mecánica en general y especialmente sobre máquinas-herramientas. El resumen de las cifras obtenidas se presenta en el gráfico I, que muestra también una interpretación de su tendencia ajustada a la curva de Gompertz (curva 1). Puede observarse que en América Latina, cuando los parques eran menores de 10 000 unidades, no había actividades constructivas de máquinas-herramientas, lo que parece evidente, pero cuando el parque comprende entre 10 000 y 20 000 unidades ya se van manifestando las primeras iniciativas locales, polarizadas naturalmente en la elaboración de máquinas muy sencillas de calidad aún deficiente. Llegar a la fabricación de 40 a 60 variantes de máquinas de bajo valor y peso unitario no constituye en su conjunto una situación muy significativa en el dominio de esta difícil técnica, y por lo general es posible alcanzarla sin el respaldo de una importante infraestructura tecnológica en el resto de la industria. Esta primera etapa de la oferta de máquinas elementales, casi abandonada en los países de alto índice de industrialización, resulta en gran parte de la fuerte incidencia de la pequeña industria y de los numerosos artesanos que han proliferado en América Latina, en razón de condiciones bastante peculiares. De todos modos, quizás conviene aceptar como un hecho característico de los países

Gráfico I

RELACION ENTRE EL PARQUE DE LAS INDUSTRIAS MECANICAS Y EL PORCENTAJE DE TIPOS Y MODELOS DE FABRICACION NACIONAL

ESCALA NATURAL



en vías de desarrollo que existe una convivencia operacional dentro de un mismo parque de máquinas de escasa capacidad técnica con pocos años de uso, junto a otras de mediana y elevada categoría, las primeras en proporciones elevadas.

A partir de una situación determinada de la oferta - por ejemplo, 40 a 60 variantes o parques de 80 000 a 100 000 unidades -, ésta se convierte en algo cada vez más complejo, pues el incremento de la variedad de tipos y modelos implica casi sistemáticamente mayores exigencias de calidad dentro de un patrón internacional. Para lograr esas exigencias cualitativas se requieren fábricas de buena estructura técnica e industrias auxiliares eficientes.

A lo largo de la curva 1 no es difícil ubicar una posición que podría denominarse de elevado esfuerzo nacional, precisamente entre los puntos A y B. Esta posición, relacionada con el panorama latinoamericano, representaría a grandes rasgos la transición entre el subdesarrollo y un desarrollo satisfactorio de las industrias mecánicas, comprendiendo en el concepto de desarrollo tanto el aspecto serial como la diversificación de los productos mecánicos. Parece oportuno admitir ahora que sobre todo entre los puntos A y B pueden existir caminos un tanto distintos en relación con la posición de la oferta, y que las situaciones que anteceden y subsiguen a estos puntos presentarían una estabilidad mayor. Dichos caminos denotarían, como ya se dijo, que a iguales magnitudes de parques no siempre corresponden iguales potenciales tecnológicos, con evidentes repercusiones sobre la oferta, y que las diferencias que puedan apreciarse al respecto derivarían de las existentes entre un país desarrollado y otro en vías de desarrollo. Así se comprueba claramente comparando la posición actual de la Argentina y el Brasil (menos de 200 000 unidades instaladas) con la de Italia y Francia cuando tenían un número similar de máquinas en operación, con las cuales alimentaban sectores tan importantes como la construcción aeronáutica, la de navíos de más de 10 000 toneladas y la fabricación de otros bienes de capital bastante diversificados y complejos que aún no están desarrollados en los dos países latinoamericanos. La oferta de máquinas-herramientas acompañó este proceso y se tradujo consecuentemente en una diversificación de tipos y modelos mayor que la existente en las que actualmente elaboran el Brasil y la Argentina.

Este y otros ejemplos estarían mejor representados por la curva 2 (gráfico I), trazada empíricamente, que ilustraría aquellos casos en los cuales el comportamiento de la oferta mantiene su máximo dinamismo frente a un parque determinado. La complementación y el refinamiento de las informaciones que se pretende obtener en el futuro próximo acerca del presente tema confirmarán si los límites establecidos en el gráfico I a través de las curvas 1 y 2 son reales y aplicables a gran número de casos para países en desarrollo. Entonces, se prestará atención a las distorsiones que se ocasionan cuando la estructura de la fabricación nacional de máquinas-herramientas se encuentra abultada debido a la exportación de algunos de sus productos, hecho que no fue considerado en este primer esbozo.

A partir de situaciones superiores a las 500 000 unidades instaladas, resulta fácil comprender que, si bien continúan aumentando los problemas técnicos que deben enfrentar los constructores, la magnitud del mercado y la infraestructura que se supone existente en el resto de la industria constituyen factores suficientemente atractivos a fin de que la oferta se ajuste a las exigencias del consumo interno en forma creciente y variada.

Las notas precedentes no pretenden llevar a la formulación de soluciones precisas del problema tratado, pero parecen suficientemente explícitas acerca de la filosofía a la cual deberían atenerse los países cuyo desarrollo depende de consumos aparentes significativos de máquinas-herramientas. Resulta ilusorio pensar en importantes y prolongadas expansiones de la industria mecánica sin un aporte gradualmente creciente de industrias locales fabricantes de máquinas-herramientas, aporte éste que tampoco debería quedar atrasado frente a las circunstancias del mercado. El encuadramiento de una actitud de participación, aunque parcial, en la fabricación local de los bienes de capital de que se trata, reviste suma importancia no sólo para mejorar el balance de pagos de este rubro, sino también para familiarizarse con los problemas de toda índole inherentes a la manufactura de máquinas, responsabilizarse de ellos y ofrecer a los usuarios la posibilidad de establecer un contacto directo con los fabricantes. Ese contacto facilitaría el debate sobre un aspecto de sus necesidades tecnológicas de producción, que ha demostrado ser invariablemente provechoso para el incremento de la productividad y para el progreso en la construcción y concepción de

/las máquinas.

las máquinas. A título ilustrativo cabe recordar que en los estudios de la CEPAL sobre las industrias de máquinas-herramientas de la Argentina y el Brasil se ha previsto y recomendado, junto con el incremento numérico del parque que experimentarían en el curso de un decenio, un aumento correspondiente de la variedad de tipos y modelos de máquinas que deberían fabricarse localmente, proporcionando a tal efecto los antecedentes respectivos.

Al abordar el tema relativo a la elaboración de máquinas-herramientas, se tomarán en consideración diversas etapas de desarrollo de la oferta en una forma indirecta, esto es, mostrando qué potencial de producción cualitativo y variacional puede atribuirse a un número determinado de empresas tipificadas con distintas estructuras, desde la más modesta hasta una bien equipada, sabiendo por lo general que dichas iniciativas van consolidándose a medida que el parque aumenta en sus aspectos numérico y tecnológico.

Capítulo II

PROBLEMAS CARACTERISTICOS DE LA FABRICACION DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS

1. Introducción al tema

Con el fin de facilitar la investigación de algunas leyes generales, conviene aplicar un criterio restrictivo respecto al universo de tipos y modelos de máquinas considerado anteriormente, seleccionando las que presentan problemas de fabricación más homogéneos y similares. Por eso se excluyen aquí las máquinas utilizadas en micromecánica, mecánica pesada y superpesada; se incorporan en cambio, las empleadas en mecánica corriente, media y semipesada, que tienen mayor difusión. Además, se limita el peso unitario de las máquinas a alrededor de 10 toneladas; no se toman en cuenta los tipos de máquinas altamente especializadas como por ejemplo las punteadoras (jig boring machines), las máquinas compuestas por unidades de usinaje y otras de categoría semejante; tampoco se incluyen aquí las máquinas que utilizan programadores de control numérico y similares. Pese a estas restricciones, el resto engloba la mayoría de las variantes que existen en el mercado mundial y en todo caso cubre con suficiente amplitud los intereses de fabricación de los países cuya demanda es relativamente reducida y se concentra en los tipos más corrientes de máquinas-herramientas.

La finalidad de este ensayo es analizar el sector manufacturero de máquinas-herramientas bajo un aspecto global, tratando de delimitar los campos de acción técnico, práctico y económico de las empresas constructoras. Se trata al mismo tiempo de indicar cómo el concepto "economía de escala", tan estrechamente ligado a los efectos de aplicación de las máquinas en estudio una vez que han sido instaladas en los talleres, tiene un significado diferente cuando se refiere a la fabricación de dichas máquinas.

A diferencia de otros sectores de la industria mecánica en los cuales puede elaborarse un producto igual durante mucho tiempo, la construcción de máquinas-herramientas, salvo algunos tipos sencillos, evoluciona

/constantemente, tanto.

constantemente, tanto en sus detalles como en su composición general, debido a la necesidad de procurar una productividad mayor al mismo precio, peso o potencia. Esta situación repercute sobre las series de fabricación de productos idénticos, reduciéndolas de manera sensible. Como la composición de los parques de máquinas-herramientas está vinculada a la calidad, la variedad y las series de los productos - según se dijo -, durante la iniciación del desarrollo de la industria mecánica, la demanda de máquinas corresponde a tipos elementales para mantenimiento y fabricación de artículos simples. En esta fase la demanda es escasamente variada en tipos y modelos; de ahí que se den condiciones favorables para su construcción en series superiores, a la centena, por ejemplo, lo que representa una escala elevada en la manufactura de máquinas-herramientas del orden de una tonelada de peso. Sin embargo, a medida que aumenta la cantidad de máquinas-herramientas que componen un parque y que se lanzan nuevos productos al mercado, se va realizando un cambio sustancial en las exigencias de los usuarios: éstos procuran obtener, en primer lugar, el tipo de máquina más adecuado desde el punto de vista de la tecnología de operación (mayor variedad) y, en segundo término, la máquina de mayor productividad según el tamaño de la serie.

De lo anterior se deduce cuán difícil es que coincidan los intereses de una demanda muy diversificada con los de una construcción de máquinas-herramientas en series importantes. Debe recordarse aquí que durante un período - hasta poco antes de la segunda guerra mundial - las diversas escalas de producción de manufacturas mecánicas se obtenían casi siempre instalando un número mayor o menor de máquinas iguales. La tendencia tecnológica que prevalece actualmente, lejos de eliminar la multiplicidad de tipos y modelos de máquinas, trata de encontrar la solución más apropiada a los numerosos problemas que se presentan. Como caso extremo podría afirmarse que se alcanza la máxima productividad para algunos artículos sólo a través de máquinas especiales y complejas, fabricadas a medida. En este caso la escala máxima de producción para los usuarios correspondería a la escala mínima para los fabricantes. Aunque son de orden general, estas observaciones indican una cierta relación de inversa proporcionalidad entre la serie del utilizador y la del constructor de máquinas-herramientas, desde luego, con magnitudes diferentes.

/Para condensar

Para condensar las peculiares condiciones operativas a las cuales debe atenerse el sector, se han tipificado las problemáticas principales de los fabricantes mediante cinco tamaños de empresas constructoras de máquinas-herramientas, asignándoles de antemano los equipos y la mano de obra directa e indirecta correspondientes a estructuras fabriles predeterminadas con las cuales pueda producirse una vasta gama de tipos y modelos de máquinas. Se examinan a continuación la posibilidad y la conveniencia de fabricar ciertos productos, en relación con cada tamaño de empresa, considerando el mayor número posible de variables, a fin de sintetizar los problemas técnicos y económicos más característicos del sector.

Los dos primeros tamaños de empresa representan situaciones técnicas embrionarias y de tipo más bien artesanal; no por ello dejan de ser útiles, sobre todo en los países de bajo índice de industrialización. Los dos últimos indican estructuras más avanzadas de fábricas especializadas que están en condiciones de producir máquinas complejas para mercados más exigentes y desarrollados. El otro tipo de empresa se encuentra en el término medio y representa una especie de transición entre la producción artesanal y la de elevada significación industrial.

En vista de que se trata de un análisis de conjunto, tanto los valores supuestos como las conclusiones generales corresponden siempre a situaciones intermedias. Las informaciones básicas correspondientes a los tres primeros tamaños de empresa se han obtenido en su mayor parte de estudios efectuados sobre la industria de máquinas-herramientas en el Brasil y la Argentina; para las demás empresas, los datos de referencia provienen de algunas firmas de Europa occidental.

Debe agregarse, finalmente, que el método adoptado en este ensayo consiste en considerar al mismo tiempo un vasto conjunto de productos y fábricas de características técnicas operativas muy diversas. Ese método representará una tentativa diferente cuyo último objetivo es favorecer la formación y la selección de ideas básicas frente a las nuevas iniciativas que surgen frecuentemente, dentro de este sector, en los países con industrias mecánicas en desarrollo.

1/ Fabricación de máquinas-herramientas en países en desarrollo: el caso de Argentina (CID/SYMP.D/A-10) y Fabricación de máquinas-herramientas en países en desarrollo: el caso de Brasil (CID/SYMP.D/A-11).

2. Variables consideradas

a) Máquina, tipo, modelo, accesorio

En el lenguaje corriente se emplea el término "máquina" para designar un torno, una fresadora o una prensa excéntrica. El tipo determina ya una de las posibles variantes en la construcción de una máquina; en el caso de las fresadoras, por ejemplo, existen los tipos universal, horizontal, vertical, simplex, duplex, para chavetas, copiadora, etc. A su vez, el modelo indica principalmente el tamaño de cada tipo y se relaciona directamente con la capacidad de trabajo, la potencia instalada y otras características de la máquina.

El tipo y el modelo suelen ir acompañados de una serie de accesorios bastante variados en forma, complejidad y peso, que pueden ofrecer al usuario mayor capacidad de utilización de la máquina. En el caso de máquinas de producción, este equipo se estudia y adapta especialmente para determinadas aplicaciones, como, por ejemplo, los alimentadores de piezas, etc. Cuando los propios constructores diseñan, fabrican y proporcionan los equipos, se ven obligados a integrarse a los problemas productivos del utilizador mucho más intensamente que cuando se trata del fabricante de máquinas universales. De todos modos, la incorporación de la construcción de accesorios estándar y especiales a la línea normal de producción implica series suplementarias de fabricación que se sobrepone a los problemas básicos, contribuyendo así a aumentar los factores variables que afectan a los constructores.

b) Índice de complejidad de las máquinas

Uno de los obstáculos que se encontraron en el presente estudio es el de clasificar y comparar, siquiera en forma aproximada, las dificultades de fabricación de las numerosas máquinas, tipos y modelos existentes. Así, por ejemplo, afirmar que la manufactura de un torno paralelo es más fácil que la de un torno revólver de igual potencia no siempre es cierto.

Para que las máquinas sean en cierto modo comparables desde el punto de vista de su elaboración, se hace necesario introducir un número índice (I_c), denominado "índice de complejidad", que represente la cantidad más significativa y característica de las dificultades de usinaje.

En primera aproximación el índice I_c se define como la suma de varias categorías de elementos de máquinas simples o compuestos, según se indica a continuación:

$$I_c = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5$$

siendo:

- a_1 el número indicador de la cantidad de engranajes, perfiles ranurados externos e internos, poleas y volantes;
- a_2 el número indicador de los ejes de transmisión, cremalleras, roscas de movimiento y motores. Los ejes de transmisión están relacionados con los apoyos y por lo tanto con los alesados de precisión para la sede de rodamientos y bujes;
- a_3 el número indicador de la cantidad de acoplamientos, embragues, frenos, palancas internas y externas, levas de todo tipo y otros programadores de tipo cinemático. Este grupo de elementos es indicativo del grado de automatismo mecánico de las transmisiones de fuerza y de comando o programación;
- a_4 el número de planos y guías que sirven de apoyo para aquellas partes que, estando en movimiento o bloqueadas, son indispensables para determinar un ciclo de trabajo;
- a_5' el número de aparatos utilizadores e intermedios, filtros, bombas y tanques, pertenecientes a los circuitos de lubricación, de refrigeración, neumáticos, oleodinámicos y mixtos;^{2/}
- a_5'' el número de pistones y rotores.^{2/}

Aunque incompletos, los elementos de máquinas aquí considerados parecen suficientes para diferenciar en líneas generales los grados de complejidad que hay entre una máquina y otra en relación con su fabricación.

Es evidente que al contabilizar sin mayores ponderaciones las diversas piezas y partes de a_1 a a_5 se prescinde de los diferentes grados de dificultad de fabricación que existen entre los elementos indicados, pero también es cierto que la simplificación adoptada facilita la formulación del problema sin afectar su naturaleza.

^{2/} Para a_5' y a_5'' se considera 0.5 de cada elemento cuando son adquiridos de terceros, y 2 para los que produce el mismo fabricante.

En el gráfico II, que muestra los índices I_c calculados para algunas máquinas, se observa la elevada variación de I_c que puede tener un mismo tipo de máquina. Basándose en los resultados del cálculo de los índices I_c para diferentes modelos de máquina (sin accesorios ni equipos auxiliares) es posible subdividir el campo de variación de I_c en cinco grupos (I_{c_1} , I_{c_2} , I_{c_3} , I_{c_4} , I_{c_5}) que equivalen a las situaciones siguientes:

I_{c_1}	máquinas cinamáticamente muy simples
I_{c_2}	máquinas cinamáticamente medio complicadas
I_{c_3}	máquinas cinamáticamente complicadas
I_{c_4}	máquinas con circuitos cinemáticos, hidráulicos, neumáticos y de lubricación complicados
I_{c_5}	las mismas máquinas que I_{c_4} , pero con programación del ciclo de trabajo mediante cinta perforada, magnética y otros métodos avanzados de los que no tratan estas notas.

En términos numéricos, los cuatro grupos considerados en el presente informe podrían fraccionarse según se indica a continuación:

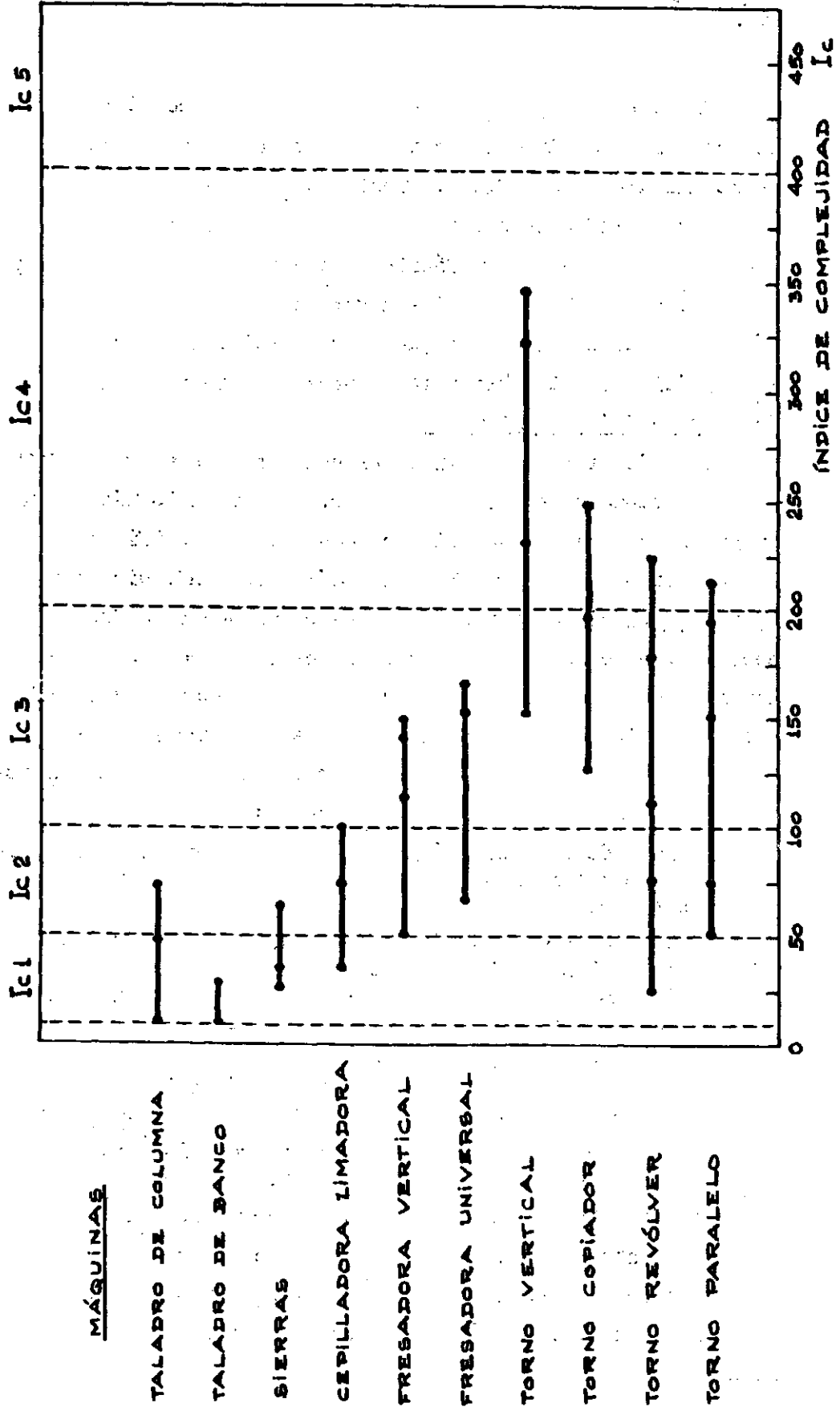
I_{c_1}	de 10 a 50
I_{c_2}	de 50 a 100
I_{c_3}	de 100 a 200
I_{c_4}	de 200 a 400

c) Peso de las máquinas

El peso de las máquinas es otro de los factores variables que constituye una característica importante para los fabricantes. La práctica demuestra que a igualdad de complejidad, el usinado de piezas grandes con elevado grado de precisión es en cierta forma más difícil que el de las menores. De hecho, en las máquinas de mayor peso los problemas específicos de deformación, alineamiento, perpendicularidad y otros resultan asaz laboriosos para el constructor, a pesar de que se admite implícitamente que al aumentar de tamaño la máquina-herramienta pierde en grado de precisión comparada con las de menor dimensión. Conviene anotar, sin embargo, que a petición de los usuarios, la tendencia actual es ir disminuyendo esta diferencia, ya que ellos necesitan a su vez elaborar productos semipesados y pesados con tolerancias bastante restringidas en proporciones ascendentes.

/Gráfico II

Gráfico II
 ÍNDICES DE COMPLEJIDAD CORRESPONDIENTES A
 ALGUNAS MÁQUINAS-HERRAMIENTAS SIN ACCESORIOS
 ESCALA NATURAL



NOTA: EN ESTE GRÁFICO SÓLO SE CONSIDERÓ UN NÚMERO LIMITADO DE MODELOS DE MÁQUINAS.

Es claro que para cada tamaño de empresa considerado más adelante no se puede suponer la misma capacidad constructiva en cuanto al peso medio de las máquinas se refiere, puesto que las más pesadas requieren una determinada infraestructura empresarial en equipos, técnicos y transporte, que sólo se encuentra en fábricas de cierta dimensión. La práctica sugiere, pues, atribuir a las diversas estructuras fabriles el peso máximo de las máquinas que pueden construir, limitación ésta particularmente válida y aplicable a las empresas de tamaño reducido.

d) Calidad de las máquinas

También el factor calidad es una variante significativa que no cabe ignorar cuando se analiza el sector. El criterio más difundido para juzgar la calidad de una máquina consiste en verificarla de acuerdo con las normas Schlesinger o Salmon. Sólo siguiendo dichas normas se sabrá a posteriori si la máquina fue construida dentro o fuera de las especificaciones, pero esta comprobación no es suficiente para los fines de estas notas, puesto que no tiene en cuenta los grados de dificultad que se presentan al fabricante cuando produce a diversos niveles de calidad.

Conviene, ante todo, subdividir la calidad de las máquinas en cuatro clases posibles y reales, a saber:

- Q₁ calidad de aquellas máquinas en que los resultados de las pruebas sean siempre inferiores a las recomendaciones de error máximo contenidas en las normas;
- Q₂ calidad de aquellas máquinas que superan satisfactoriamente sólo una parte de las pruebas de dichas normas o que, debido al uso de materiales no apropiados o al diseño deficiente tanto en conjunto como en detalle, trabajan con la precisión inicial durante poco tiempo;
- Q₃ calidad de las máquinas que se cifan siempre a las normas y que están en condiciones de mantener la precisión inicial durante mucho tiempo, requiriendo sólo un servicio normal de mantenimiento;
- Q₄ calidad de las máquinas de elevada precisión, como las punteadoras, que no se consideran en el estudio.

Podría establecerse en seguida un criterio que indicara la relación existente entre la calidad final del producto y las atenciones técnicas de que serían objeto las partes y piezas que lo componen, tomando como base, por ejemplo, el número de controles ejecutado sobre cada pieza que se usina.

SECRETARIA NACIONAL DE ECONOMIA

En la mayoría de los casos se sabe que para alcanzar la calidad Q_1 basta emplear calibres con lectura de 1/20 a 1/50 de milímetro, y que las precisiones en la confección de acoplamientos o de planos se dejan al arbitrio del propio operador. La categoría Q_2 exige por parte del constructor mayores conocimientos de metrología, mayor cantidad de instrumentos de medición y un mínimo de controles de calidad, incluso a partir de la fase de elaboración de las piezas. Para alcanzar la categoría Q_3 los constructores deben realizar importantes esfuerzos, pues es norma casi general efectuar el control de todas las operaciones de usinaje en la sección especializada de metrología. Estos tres casos difieren entre sí por el instrumental utilizado, el nivel técnico del personal y las horas indirectas empleadas en los controles de calidad.

Tomando como punto de referencia el número de controles sobre las piezas componentes que suelen ejecutar los fabricantes y considerando provisionalmente que las operaciones pueden variar en promedio entre 4 y 6 por cada pieza, resulta:

- para Q_1 1 control por pieza
- para Q_2 de 2 a 3 controles por pieza
- para Q_3 de 4 a 6 controles por pieza

Estos datos pueden transcribirse en la forma siguiente:

	Q_1	Q_2	Q_3	
una pieza de 4 operaciones	1	2	4	controles
una pieza de 6 operaciones	1	3	6	controles

La cantidad de controles refleja en buena medida el resultado final que se pretende obtener una vez ensambladas las piezas y que un mayor control corresponde a especificaciones de diseño más rigurosas, las cuales deben ser comprobadas.

Desde otro punto de vista, es posible admitir una cierta correlación entre las calidades Q de las máquinas y las tolerancias de trabajo ISO relativas a las partes y piezas de mayor responsabilidad que componen el producto. Esta correlación, según informaciones recogidas de numerosos fabricantes, podría ser aproximadamente la siguiente:

- Q_1 calidad correspondiente a los grados 10 y 11 de las tolerancias ISO
- Q_2 calidad correspondiente al grado 8 de las tolerancias ISO
- Q_3 calidad correspondiente al grado 7 de las tolerancias ISO

/Se pasa

Se pasa del grado de precisión 7 al grado 8 multiplicando el campo de tolerancia de la primera pieza por 1.56 y del grado de precisión 7 a los grados 10 y 11 multiplicando por 4.0 y 6.2, respectivamente. Ahora bien, suponiendo una cierta identificación entre los grados de tolerancia y las dificultades de la manufactura para obtener las piezas de que se trata - lo que en parte se ve confirmado en la práctica -, podría decirse que a igualdad de los demás factores, la calidad Q_1 es 4.0 o 6.2 veces más fácil de obtener que la calidad Q_3 y 2.6 o 4.0 más fácil que la Q_2 . Combinando el criterio de la tolerancia con el del control de las piezas cuyos valores han resultado bastante similares y adoptando situaciones intermedias, podrán formularse comparaciones que, aun siendo abstractas, inducen a meditar en cuanto a lo que significa emprender la fabricación de productos de diferente calidad.

A base de los antecedentes citados puede suponerse a grandes rasgos que:

Q_1 es 3 veces más fácil de usinar que Q_2
 Q_1 es 5 veces más fácil de usinar que Q_3
 Q_2 es 1.7 veces más fácil de usinar que Q_3

Esta formulación preliminar del problema no tiene más objeto que dejar en claro cuán difícil es en la práctica avanzar en el campo cualitativo desde una calidad inferior hacia otra de nivel internacional. También se ve así que no es posible pasar de una situación cualitativa de manufactura a otra superior sin cambiar la estructura del equipo fabril ni ampliar los servicios técnicos correspondientes.

e) Tamaño de las empresas

Con el propósito de analizar el sector en su aspecto más general, parece aconsejable considerar diversos tamaños de empresas constructoras, comenzando por la dimensión artesanal hasta llegar al tamaño de fábrica que dispone de los recursos técnicos adecuados para producir un número muy variado de tipos y modelos de máquinas.

Se han elegido cinco tamaños típicos de empresas (T_e). Las dos primeras (T_{e1} y T_{e2}), con 20 y 50 personas ocupadas, se caracterizan por el elevado porcentaje de horas directas o productivas en relación con las indirectas o improductivas. Poseen medios de producción precarios,

/por lo

por lo que sólo pueden fabricar productos simples, de baja calidad y de bajo precio por kilogramo. Estas empresas se justifican especialmente en aquellas áreas de consumo en las que la demanda de máquinas-herramientas se encuentra todavía en una etapa primaria y predominan el mantenimiento y la manufactura de artefactos metálicos de composición elemental. El tamaño Te_3 , con 100 personas, tiene mayor capacidad técnica que los anteriores, pudiendo llegar a elaborar máquinas Q_3 de bajo índice I_c . En esta dimensión, la proporción de personal indirecto puede alcanzar hasta el 28 por ciento de todo el personal, en beneficio tanto de la calidad del producto como de la estructura organizativa. No obstante, conviene anotar que este tamaño Te_3 representa una etapa de transición en la evolución de las empresas más bien que un punto de equilibrio técnico-económico definido. Mediante los tamaños Te_4 y Te_5 , con 250 y 500 personas, se obtienen estructuras fabriles más completas, desde el punto de vista técnico y del organizativo. El porcentaje de mano de obra indirecta aumenta en relación con Te_3 , lo que permite proyectar, estudiar, experimentar y construir productos complejos y de alta responsabilidad en calidad Q_3 .

Para los tamaños superiores a Te_5 , de los que aquí no se trata, debe pensarse de un modo general que el aumento del número de personas y de máquinas estaría vinculado a volúmenes de producción más importantes y diversificados, más bien que a los factores peso, calidad y complejidad ya señalados. Para estas empresas pueden considerarse válidas entonces ciertas observaciones y resultados relativos a la empresa Te_5 .

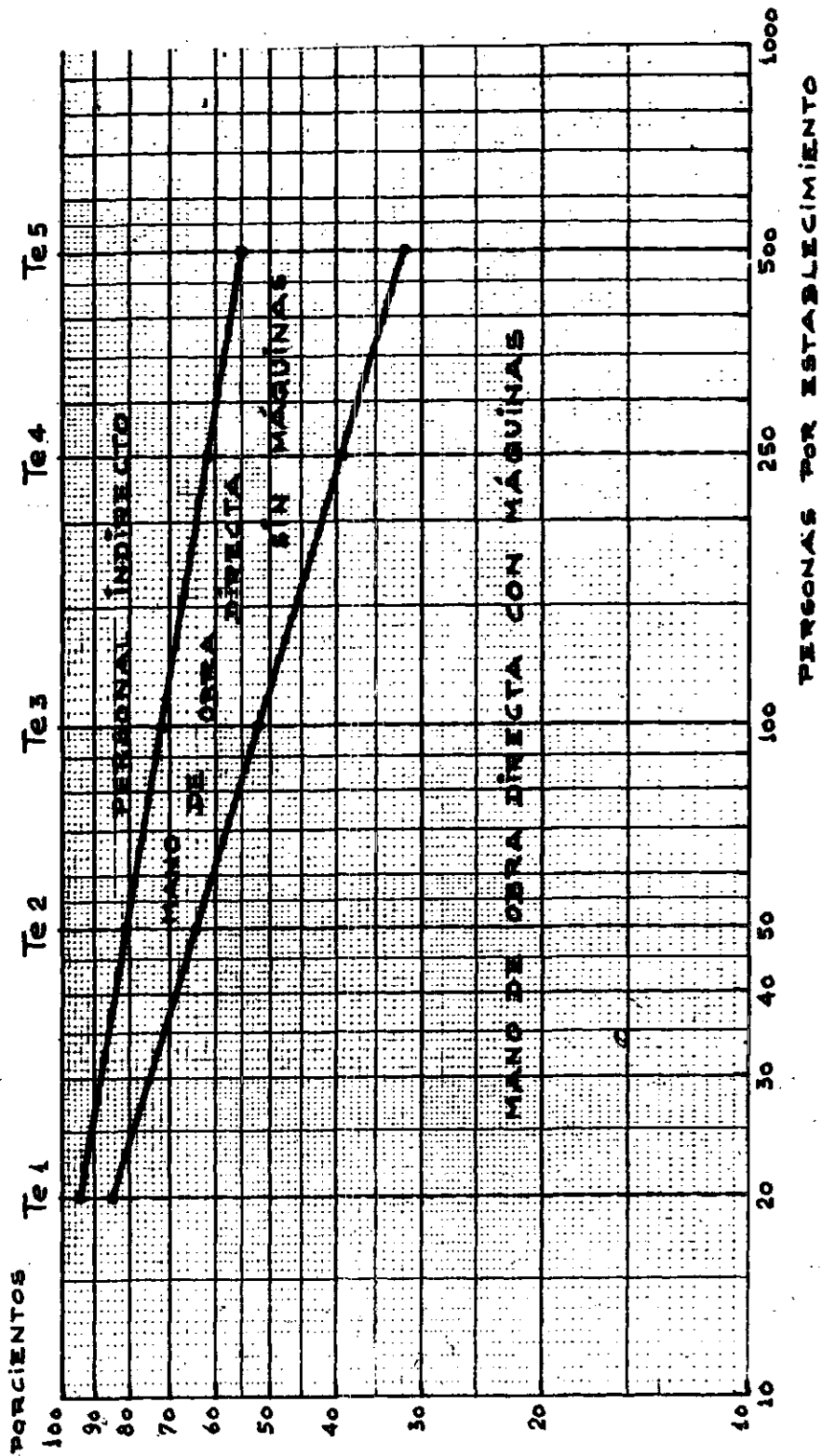
Por las informaciones recogidas, en el Brasil, la Argentina y Europa occidental, de empresas que concentran su actividad en la construcción de máquinas-herramientas y que trabajan exclusivamente con diseños e investigaciones propios, la subdivisión del personal directo e indirecto resultó en promedio la que muestran el cuadro 2 y el gráfico III.

/Gráfico III

Gráfico III

DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA

ESCALA LOGARÍTMICA



Cuadro 2

PERSONAL DIRECTO E INDIRECTO EN LOS CINCO TAMAÑOS DE FABRICAS

Te	Personal total	Personal directo						Personal indirecto	
		Con máquinas		Sin máquinas		Total		Número	Porcentaje
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje		
Te ₁	20	17	85	2	10	19	95	1	5
Te ₂	50	32	64	9	18	41	82	9	18
Te ₃	100	52	52	20	20	72	72	28	28
Te ₄	250	98	39	57	23	155	62	95	38
Te ₅	500	160	32	115	23	275	55	225	45

La falta de una clasificación que permita diferenciar exactamente al personal directo y al indirecto podría dar origen a diversas interpretaciones. Por eso se clasifican en el cuadro 3 las actividades aquí consideradas indirectas, señalando también su existencia o carencia en cada tamaño de empresa. Las demás actividades se han calificado como directas o productivas, y así se contabilizan a fin de conocer el tiempo real de elaboración por piezas, conjuntos y máquinas.

Resaltan de este modo las profundas diferencias estructurales correspondientes a los diversos tamaños Te y, por consiguiente, los distintos potenciales técnicos humanos con que cuentan para operar. Así, luego de haber establecido criterios para definir las calidades (Q), los índices de complejidad (Ic), y los tamaños de empresa (Te) y teniendo en cuenta asimismo las máquinas y equipos indicados en el capítulo IV, resulta posible delimitar el campo de trabajo más adecuado para cada industria, utilizando la compatibilidad lógica y la experiencia práctica como elementos de coordinación entre las múltiples variables consideradas.

El cuadro 4 sintetiza las situaciones más probables que pueden registrarse en la realidad.

Cuadro 3

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES INDIRECTAS

Denominación	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
<u>Taller (obreros y maestros):</u>					
Operador auxiliar de máquina				x	x
Preparación del trabajo sobre máquinas					x
Transportes manuales internos	x	x	x	x	
Transportes mecanizados internos			x	x	x
Mantenimiento	a/	a/	x	x	x
Herramientas	a/	a/	x	x	x
Construcción de plantillas, máscaras y equipos		b/	b/	x	x
Depósito de herramientas			x	x	x
Depósito general			x	x	x
Sección de metrología				x	x
Embalaje y encajonamiento				x	x
Expedición	c/	c/	c/	x	x
Encargado de servicios auxiliares			x	x	x
Maestro	x	x	x	x	x
Contramaestre		x	x	x	x
<u>Taller (empleados):</u>					
Ingenieros				x	x
Oficina técnica para cálculo de trabajos a trato					x
Oficina técnica para diseño de plantillas y mascarás				d/	x
Oficina de planificación de la producción				x	x
Oficina de distribución de fichas de producción				x	x

Cuadro 3 (Conclusión)

Denominación	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
Coordinación de compras				x	x
Ensayos, laboratorio e investigaciones					x
<u>Oficinas (empleados):</u>					
Técnica	e/	e/	x	x	x
Contabilidad	e/	x	x	x	x
Costo			x	x	x
Administración	f/	e/	x	x	x
Ventas	f/	f/	x	x	x
Compras	f/	f/	x	x	x
Exportaciones					x
Gerencia			x	x	x
<u>Servicios generales:</u>					
Aseo	a/	a/	x	x	x
Portería				x	x
Servicios externos				x	x
Transportes externos				x	x
Guardias				x	x

- a/ Operaciones realizadas por el mismo obrero que desempeña funciones productivas.
- b/ Trabajo efectuado con operarios directos.
- c/ Colabora el mismo personal de montaje.
- d/ Elaborado por los empleados de la oficina técnica central.
- e/ Colaboración de terceros a tiempo parcial.
- f/ Actividades desarrolladas personalmente por el propietario.

Cuadro 4

CAMPO DE TRABAJO DE LAS EMPRESAS
 (Condiciones medias)

Tamaño	I _{c1}			I _{c2}			I _{c3}			I _{c4}		
	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₁	Q ₂	Q ₃
Te ₁	10-50	10-50	-	50-100	50- 62	-	100-125	-	-	-	-	-
Te ₂	10-50	10-50	10-50	50-100	50-100	-	100-200	-	-	-	-	-
Te ₃	-	10-50	10-50	-	50-100	50-100	100-200	100-175	100-125	200-250	-	-
Te ₄	-	-	-	-	-	50-100	-	100-200	100-200	-	200-300	200-250
Te ₅	-	-	-	-	-	-	-	-	100-200	-	-	200-400

/Los datos

Los datos citados en el cuadro 4 pueden transcribirse en la forma siguiente, que destaca los valores límites de Ic en función de Q.

Te	Valores de Ic para		
	<u>Q</u> ₁	<u>Q</u> ₂	<u>Q</u> ₃
Te ₁	10 - 125	10 - 62	-
Te ₂	10 - 200	10 - 100	10 - 50
Te ₃	100 - 250	10 - 175	10 - 125
Te ₄	-	100 - 300	50 - 250
Te ₅	-	-	100 - 400

Cabe formular otra observación acerca del campo de trabajo de las empresas; que es preciso diferenciar entre la posibilidad y la conveniencia de elaborar ciertos productos. Esta situación se modifica según el tamaño de las empresas. Relacionándola con el factor calidad, podría decirse que:

Te ₁ puede ejecutar productos	<u>Q</u> ₁	<u>Q</u> ₂	-
Te ₂ puede ejecutar productos	<u>Q</u> ₁	<u>Q</u> ₂	<u>Q</u> ₃
Te ₃ puede ejecutar productos	<u>Q</u> ₁	<u>Q</u> ₂	<u>Q</u> ₃
Te ₄ tiene interés sólo en productos	-	<u>Q</u> ₂	<u>Q</u> ₃
Te ₅ tiene interés sólo en productos	-	-	<u>Q</u> ₃

dentro de los índices de complejidad (Ic) determinados previamente.

Se subentiende que Te₄ y Te₅ están en condiciones de fabricar los productos de las empresas inferiores, pero no parece recomendable dada la estructura que se les ha prefijado. En efecto, debido al elevado costo operacional de estas empresas resultaría antieconómico. Por el contrario, el campo de acción definido para los tres primeros Te corresponde a los máximos límites tecnológicos que pueden alcanzar en función de Q e Ic.

f) Series de fabricación

De todos los factores analizados, las series de fabricación, son tal vez las más variables, por hallarse bajo el influjo de innumerables causas.

/Ya se

Ya se advirtió que el orden de magnitud de las series se mantiene siempre bajo, aun para la empresa Te_5 . La diversificación de tipos y modelos, junto a la cantidad de piezas diferentes que componen las máquinas, son elementos tan característicos de la construcción de bienes de capital y de este sector en particular, que impiden al factor serie recibir el mismo enfoque que se suele dar, por ejemplo, a los bienes de consumo duradero.

Con objeto de proporcionar argumentos sobre el tema que sean comunes a muchos constructores, a continuación se resumen algunos de los factores indicativos de la elasticidad con que debe operar este sector.

i) Las estadísticas muestran en forma sistemática que durante los últimos 50 años, en diversos países, la demanda de máquinas-herramientas ha sido casi siempre variable tanto en peso como en cantidad.

ii) Existe una tendencia cada vez más acentuada por parte del constructor a estudiar la máquina más adecuada para las diferentes "economías de escala" del usuario.

iii) En consecuencia, la construcción de equipos complementarios y especiales - que algunas veces llegan a ser tanto o más complicados que las máquinas mismas - reviste cada vez mayor importancia, pues aunque el fabricante no las incorpore a su producción, de todos modos deberá preocuparse de ellas en alguna forma.

iv) Frente a una demanda fluctuante, el fabricante manifiesta su interés en elaborar diferentes modelos de un mismo tipo de máquina, asegurando así una venta más regular.

v) Por igual razón, el interés del constructor puede inclinarse a fabricar más de un tipo de máquina.

vi) La fabricación de un tipo de máquina en varios modelos hace suponer al usuario que el fabricante domina mejor el campo de su especialización y que, por lo tanto, no se trata de una improvisación.

vii) Cuando la fabricación se divide en varios modelos, constituye un incentivo mucho más eficaz para introducir modificaciones e innovaciones estructurales o marginales en los productos que si se tratase de elaborar un modelo único, puesto que en este caso no es necesario intervenir en la totalidad de la producción.

/viii) Por

viii) Por último, puede decirse que la fabricación de un tipo de máquina en más de un modelo constituye siempre un signo de prestigio para el constructor.

De los puntos precedentes se deduce que lo más conveniente para el constructor de máquinas-herramientas es manufacturar por lo menos un tipo de máquina en modelos diferentes, lo cual repercute obviamente sobre las series anuales de fabricación. Si se agrega ahora que es norma de este sector fraccionar la producción total varias veces en el curso del año, es fácil comprender que las series repetitivas resultan de un orden de magnitud bastante reducido.

En realidad, el constructor trata siempre de defenderse, en la medida de lo posible, contra las series demasiado bajas, a base de:

i) Lanzar la fabricación de las piezas menudas una o dos veces por año. El almacenamiento de dichas piezas no constituye una inmovilización importante de capital.

ii) Estudiar los productos de manera que las piezas mecánicas pequeñas sean comunes a varios tipos y modelos de máquinas (unificación interna).

iii) Estandarizar al máximo las piezas adquiridas a terceros (menor variedad de herramientas para sus aplicaciones), incluso el material eléctrico.

iv) Unificar al máximo las medidas diametrales, roscas, perfiles ranurados, tornillos, tolerancias y piezas de todo tipo.

v) Unificar en lo posible los módulos y número de dientes de los engranajes.

vi) Concebir las máquinas como una composición de grupos y subgrupos compactos tanto para la cadena de transmisión de fuerza como para la de los comandos, ya sean cinemáticos, hidráulicos, neumáticos, de lubricación, etc., que puedan unirse a una estructura portante y funcional teniendo con vistas a su eventual adaptación, dentro de una misma línea técnica, a máquinas construidas en modelos diferentes.

vii) Abandonar, en consecuencia, la idea tradicional de incorporar en estructuras monobloque todas las transmisiones que no son de fuerza - es decir, de baja potencia -, para aplicarlas exteriormente. Así se simplifica mucho el usinado de las piezas pesadas y se obtiene una mayor agilidad para posibles modificaciones.

/viii) Disminuir

viii) Disminuir el uso de la fuente motriz única e instalar varios motores, lo que entre otras ventajas trae consigo la simplificación que deriva de la reducción de las transmisiones a distancia.

ix) Diseñar piezas similares que cumplan una misma función con potencias diferentes.

Para construir las máquinas se utilizan generalmente medios de producción que son en su mayoría de tipo universal. Por consiguiente, a fin de que los productos puedan elaborarse dentro de números razonables de horas-hombre directas por cada 100 kilogramos (Hs/100), el fabricante se ve obligado a prestar la mayor atención a los equipos auxiliares de producción y a las herramientas, sin perder de vista los puntos recién citados.

Las apreciaciones sobre el tema indican claramente las dificultades que se encuentran cuando, a fin de determinar la mínima serie económica de fabricación, se pretende establecer un criterio que sea igualmente válido para diversos niveles de productos. Los métodos de cálculo que podrían utilizarse para ello sólo serían aplicables a grupos homogéneos de máquinas y a situaciones fabriles específicas. Además, se ofrecen en la realidad diversas combinaciones para un mismo constructor, (por ejemplo, producir varios tipos o modelos de máquinas, cada uno con distinta serie).

A título ilustrativo se transcriben a continuación algunos datos proporcionados por fabricantes de máquinas-herramientas respecto de la serie mínima de producción para máquinas hasta 5 toneladas de peso. Se subentiende que estos valores no rigen para la producción total de la empresa, sino sólo para uno o pocos tipos o modelos de máquinas.

Te	Series mínimas repetitivas (toneladas)				
	5	2 a 5	1 a 2	1 a 0.5	0.5
Te ₁	-	-	4	9	12
Te ₂	-	-	5	11	15
Te ₃	-	3	6	14	18
Te ₄	3	4	12	20	26
Te ₅	4	8	16	24	32

Capítulo III

PRODUCCION DE LAS EMPRESAS

1. Capacidad productiva expresada en toneladas
por año

Es posible calcular el tonelaje anual de los productos terminados para cada empresa aun haciendo abstracción del tipo o modelo de máquina. Para ello es suficiente considerar de un lado el número total de horas-hombres directas (H_s) disponibles en un año en cada empresa (Te), y del otro el número de horas-hombre directas necesarias para fabricar 100 kilogramos de producto (Hs/100).

De propósito, no se especificaron en el capítulo anterior, para hacerlo en éste, cuáles son las actividades que se consideran directas por hallarse más ligadas al Hs/100 aquí contemplado. Estas se presentan para cada empresa en forma resumida en el cuadro 5.

Cuadro 5

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DIRECTAS

Denominación	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
1. Limpieza y preparación de las piezas fundidas	M	E	R	N	N
2. Trazado	N	N	N	N	N
3. Operarios con máquinas directas	N	N	N	N	N
4. Rasqueteadura	M	E	N	N	N
5. Montaje	N	N	N	N	N
6. Pintura	N	N	N	N	N
7. Rodaje	-	M	R	N	N
8. Controles finales conforme a las normas	M	E	R	N	N

M = Mínimo
 E = Escado

R = Regular
 N = Normal

/las rectas

Las rectas de producción anual P trazadas en función de Hs/100 se indican en el gráfico IV, en el que puede comprobarse la extensión que abarcan, así como el hecho de que existe superposición en el tonelaje producido entre una y otra empresa, lo cual resulta difícil de admitir. Es posible, entretanto, delimitar el campo de producción de las empresas considerando que en la práctica se ha verificado que la producción por persona ocupada (personal directo e indirecto) y por año fluctúa normalmente entre 2 y 4 toneladas. En este sentido bastará sobreponer a las rectas P un haz de rectas p correspondientes a los diferentes valores de producción por persona y por año que, cuando se ubican entre 2 y 4 toneladas, hacen desaparecer la interferencia de producción entre una empresa y otra. El problema así definido proporciona una idea de conjunto bastante clara, permitiendo al mismo tiempo entrever el panorama que presentarían los tamaños superiores a Te_5 .

El gráfico IV se presta a diversas observaciones. En primer lugar, puede suponerse que se va de a para b a lo largo de las rectas P , cuando aumentan los índices I_c y Q . Lo mismo puede suceder suponiendo constantes I_c y Q si se registra un mal aprovechamiento de las máquinas y de las instalaciones, una producción fraccionada en demasiados tipos y modelos de máquinas o ambas cosas. Yendo de b para a , las apreciaciones resultan iguales y contrarias. Conviene señalar, por último, que para cada persona directa se han admitido 2 200 horas efectivas de trabajo por año, lo que equivale a un turno de trabajo.

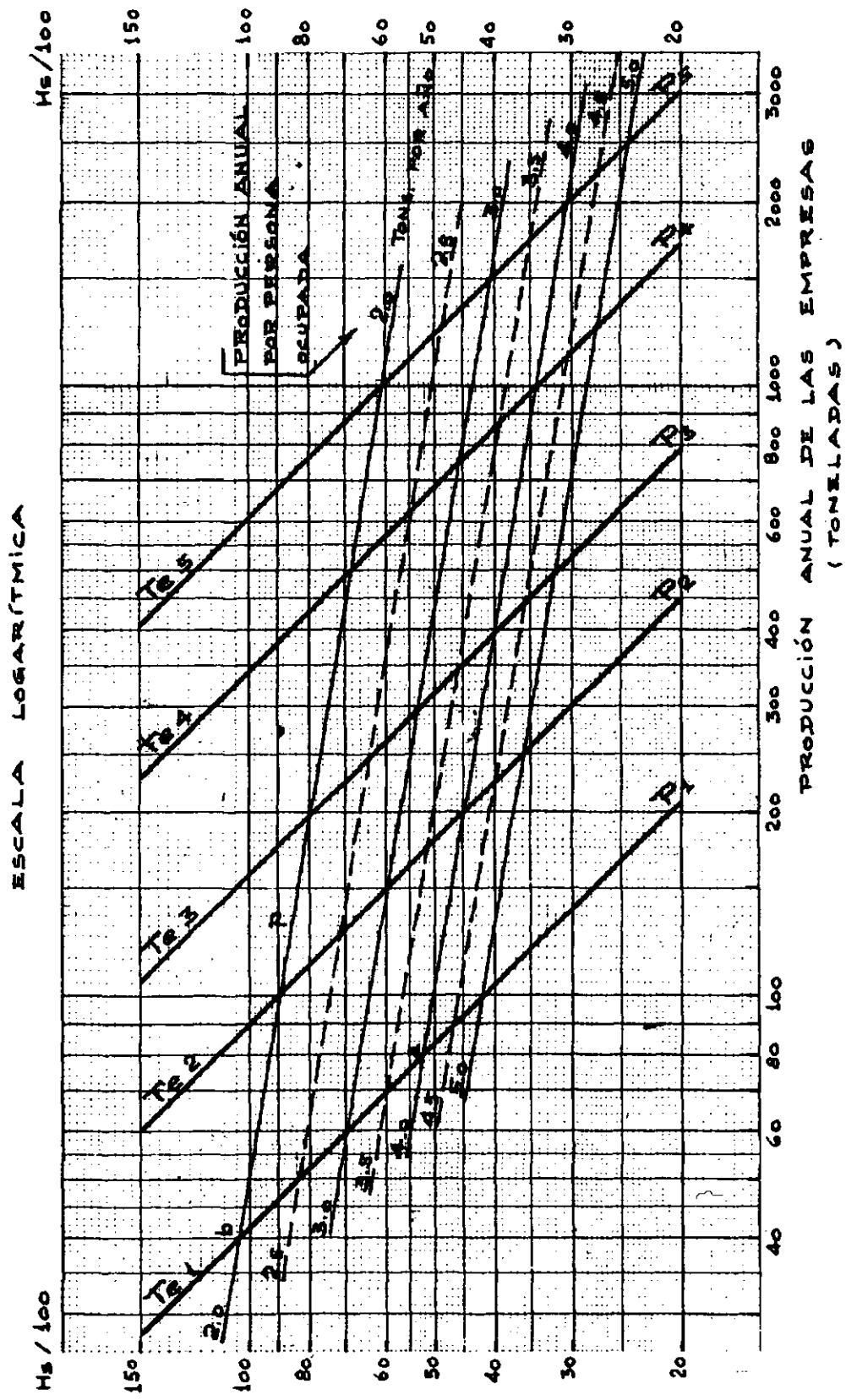
2. Capacidad productiva expresada en número de máquinas por año

Si se atribuye un determinado peso unitario a las máquinas, resulta fácil calcular el número de máquinas que pueden fabricar las Te , partiendo de los datos de producción en toneladas por año ya obtenidos.

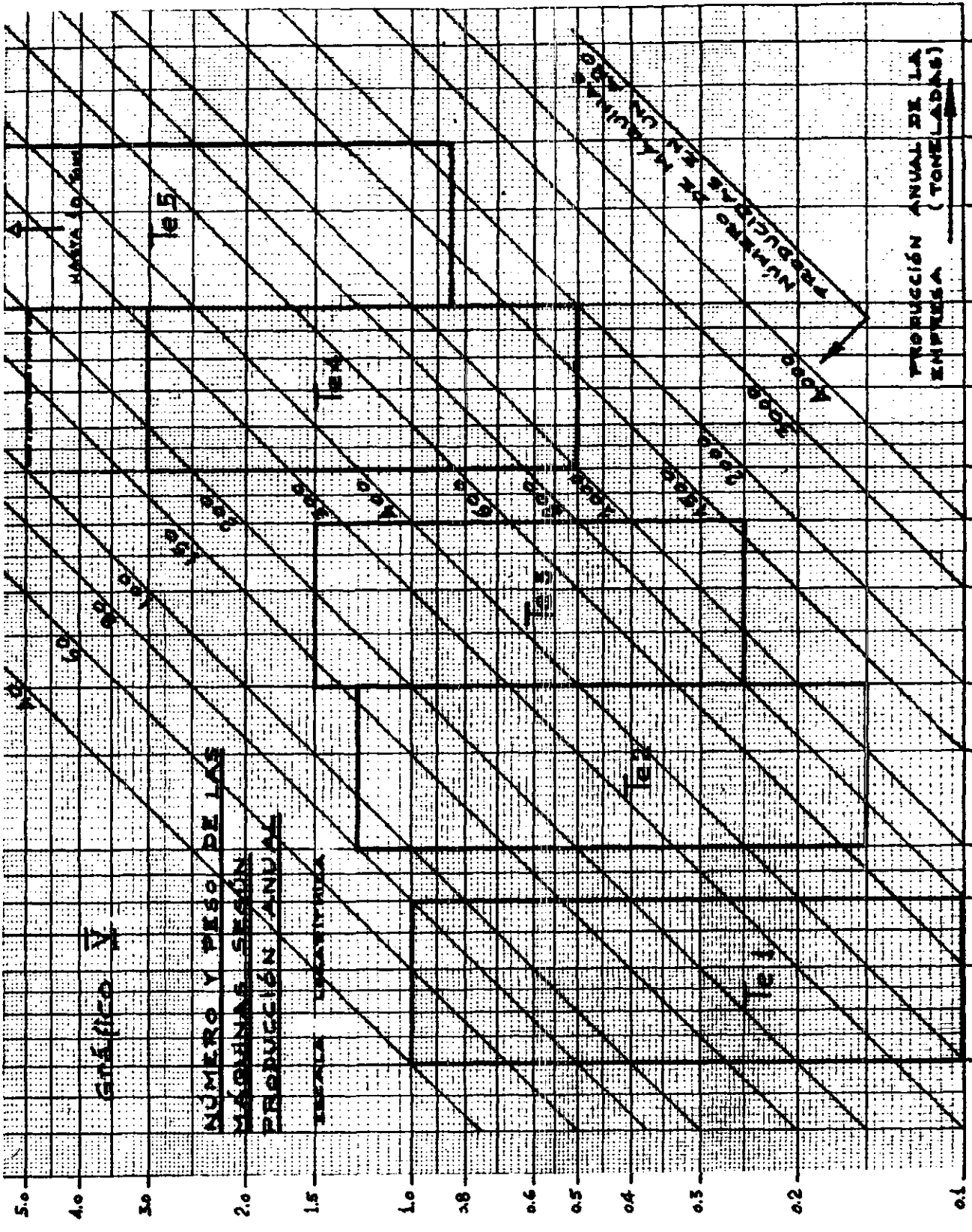
Esta situación se ilustra en el gráfico V, en el cual se han adaptado además a cada empresa las escalas de Hs/100 y de productividad por persona. El campo de acción de las empresas queda definido al establecerse límites de posibilidad o conveniencia para el peso de las máquinas, según el tamaño de las industrias y teniendo presentes las consideraciones siguientes.

Gráfico IV

PRODUCCIÓN ANUAL DE LAS EMPRESAS
EN FUNCIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD



PESO UNITARIO DE LAS MÁQUINAS
(TONELADAS)



PRODUCTIVIDAD (2) 40 60 80 100 150 200 300 400 500 700 1000 1500 2000 3000 TONS

Ms/100 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 1200 1500 2000 2500 3000 4000 5000 6000 7000 8000 9000 10000

HORAS POR 100 Kgs. PRODUCTIVIDAD (3) 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 12 15 20 25 30 40 50 60 70 80 90 100 120 150 200 250 300 400 500 600 700 800 900 1000

Te₁

a) Los medios de levantamiento y de transporte interno son exclusivamente manuales. En estas condiciones sería difícil el traslado de volúmenes pesados como, por ejemplo, los cuerpos fundidos de máquinas de más de una tonelada.

b) Las máquinas empleadas son más adecuadas para producciones livianas (menores inversiones de conformidad con las escasas disponibilidades del artesano).

c) Si las máquinas construidas pesan más de una tonelada, el número fabricado por año resulta bajo. En ese caso la facturación anual quedaría subdividida en pocas fracciones, lo que es incompatible con la estructura económico-financiera del artesano constructor.

d) Para asegurar una facturación más regular, conviene a Te₁ elaborar en mayores cantidades productos livianos, susceptibles de lanzarse en producción 12 veces por año (frecuencia mensual).

e) Finalmente, puede observarse que Te₁ tiene posibilidades de manufacturar máquinas Q₂ sólo cuando sean de peso unitario reducido.

Por las razones mencionadas, la fabricación de productos cuyo peso sea superior a una tonelada no parece recomendable para Te₁.

Te₂

Hablando en general para esta empresa son también válidas las observaciones formuladas en relación con la empresa anterior.

a) Sin embargo, a diferencia de Te₁, la empresa Te₂ puede fabricar máquinas Q₃ siempre que su peso no sea elevado, por ejemplo hasta 0.5-0.75 tonelada.

b) Parece aconsejable que cuando esta empresa elabore sus productos en dos modelos, limite el peso máximo alrededor de 1.25 toneladas.

Te₃

a) El gráfico V indica que existe una gama más vasta de posibilidades constructivas en relación con el peso de las máquinas. Se supone que Te₃ se interesa en fabricar por lo menos tres modelos de máquinas y que por ello no le conviene producir máquinas que pesen más de 1.5 toneladas.

b) Las capacidades técnicas de la empresa permitirían construcciones más pesadas aún pero de calidad Q₁.

/c) Por

c) Por razones financieras, los lanzamientos no deberían ser menos de 6 por año cuando se trata de producir un solo modelo; en los demás casos se recomendarían más bien 8 lanzamientos.

Te₄ y Te₅

Estas empresas permiten las más variadas condiciones de operabilidad en cuanto a peso y número de máquinas se refiere, dentro de los elevados padrones de I_c y Q que se le han atribuido. Las limitaciones de peso unitario de los productos para estos tamaños se refieren al peso mínimo de las máquinas que les conviene elaborar, pues al disminuirlo demasiado podrían incurrirse en producciones de menor importancia técnica y comercial, en contraste con las estructuras que les han sido prefijadas, las cuales se consideran normales dentro del sector.

En todo caso, los argumentos que anteceden se complementan con las observaciones contenidas en el próximo punto.

3. Series repetitivas

Se entiende por serie repetitiva de fabricación la que resulta de fraccionar la producción anual de un determinado tipo o modelo de máquina, como consecuencia del número de lanzamientos que se realice en un año.

Al igual que la fabricación de otros bienes de capital, también la de máquinas-herramientas se caracteriza por su discontinuidad, que depende de las veces que se repite la serie durante el año. El número de lanzamientos que se registran con más frecuencia en la práctica son precisamente 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 12, cifras que merecen algunos comentarios.

Para la totalidad de la producción no se admiten comúnmente lanzamientos de 1, 2 y 3 veces al año, porque en estos casos el capital de giro asumiría valores demasiado elevados para la estructura económica de la empresa, lo que alteraría los costos de manera sensible.

Las frecuencias 4, 6 y 8 son las más corrientes para Te₄ y Te₅, en tanto que 8 y 12 parecen más recomendables para Te₁, Te₂ y Te₃. Debido a una serie de factores bastante variables - entre ellos la demanda, que puede diferir según el tipo y el modelo fabricado por un solo constructor -, coexisten diversas frecuencias de lanzamientos de producción dentro de una misma fábrica. De ahí que resulte prácticamente imposible tomar en cuenta todas las

/combinaciones que

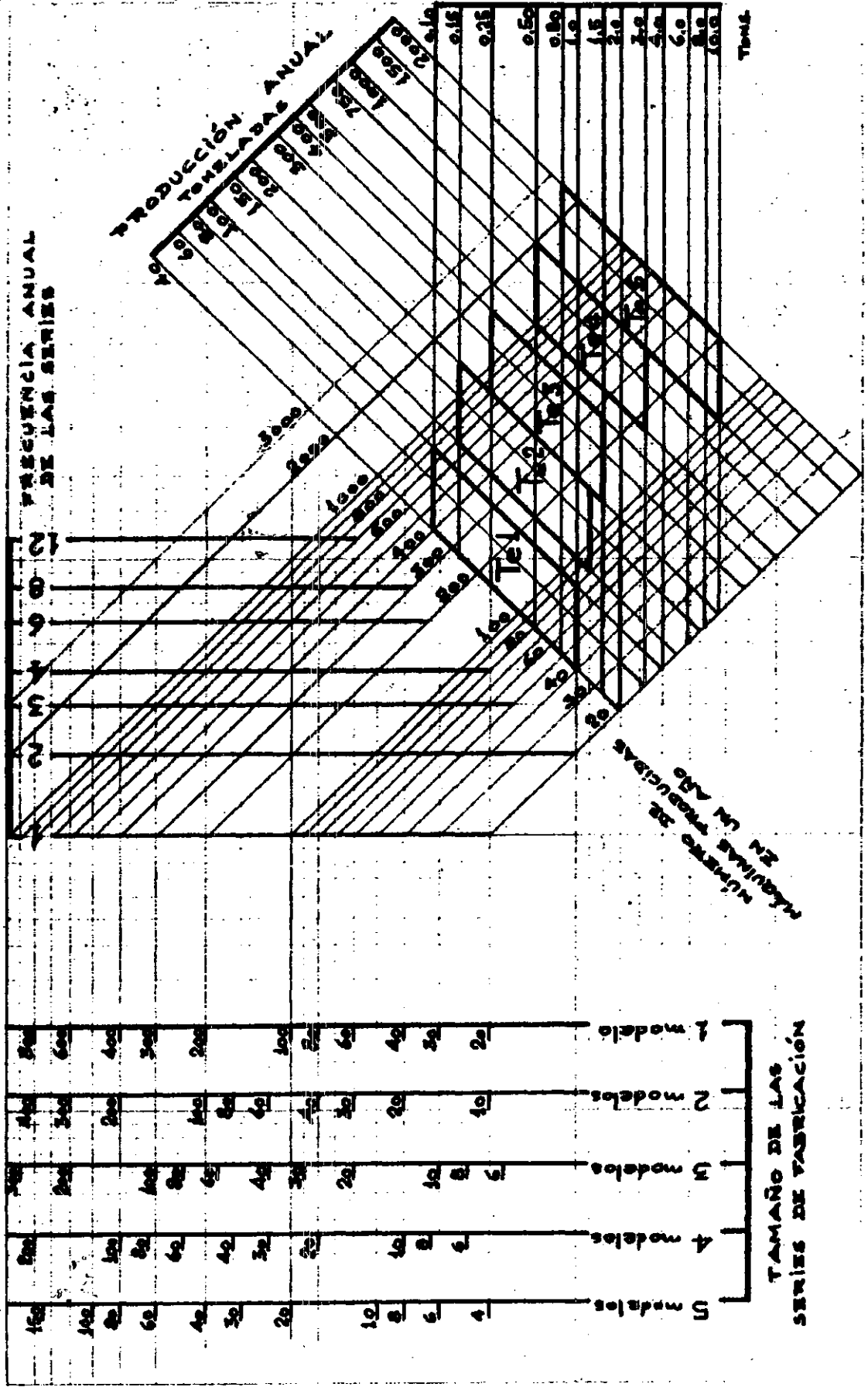
combinaciones que pueden ocurrir. Sin embargo, se ha preparado el gráfico VI, partiendo de datos ya conocidos, permite calcular la magnitud de las series de fabricación en función del número de lanzamientos y de la cantidad de modelos.

Esto es válido tanto para estimar el promedio de una situación fabril como para facilitar alguna de las combinaciones que pueden extraerse del fraccionamiento de la producción anual total para cada Te.

/Gráfico VI

Gráfico VI

TAMAÑO DE LAS SERIES REPETITIVAS CONFORME A LA FRECUENCIA DE FABRICACIÓN,
AL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN ANUAL Y AL PISO DE LAS MÁQUINAS
ESCALA LOGARÍTMICA



Capítulo IV

INVERSIONES Y COSTOS

1. Inversiones en máquinas para las cinco empresas consideradas

Las máquinas-herramientas representan la mayor parte de la inversión fija total. Para cada tamaño de empresa se ha determinado ya el número de operarios directos que trabajan con máquinas; a éstos puede asignarse, como es usual en estas fabricaciones, una máquina por persona. Tomando esta relación como punto de partida es posible componer para cada empresa un parque que, aun siendo hipotético, resulte representativo de la forma de operar del sector. Aunque no se refiera a la construcción de determinados tipos o modelos de máquinas, debe reconocerse que estas condiciones están más próximas al equipo idealmente apto para la construcción de máquinas con arranque de viruta que para las de deformación, ya que las primeras existen en mayor variedad de tipos y modelos.

La selección de los equipos de producción se hace también teniendo presentes los factores calidad, complejidad y peso de las máquinas, de acuerdo con las posiciones adoptadas en el texto. En general las firmas pequeñas emplean máquinas de bajo precio y de menores recursos técnicos; para Te_3 ya se utilizan algunas máquinas de valor mediano junto con otras de categoría inferior, mientras que para Te_4 y Te_5 la categoría de las máquinas que componen los parques respectivos es de alto nivel en términos de calidad, recursos operativos y precios. Cabe destacar aquí una observación valedera casi siempre para el sector en estudio: como la importancia de la serie es variable, por lo menos entre los límites considerados, las máquinas utilizadas no difieren mucho de los tipos universales. De ahí que las máquinas automáticas y de semi-producción no formen parte del parque de los fabricantes. Este hecho se explica fácilmente si se toma en cuenta la gran variedad de piezas y el elevado número de operaciones diferentes que requiere la fabricación de una máquina en relación con las series repetitivas. Resalta una vez más la importancia que debe atribuirse a la calidad de las herramientas y a la difusión del empleo de plantillas, máscaras

/y equipos

y equipos especiales para obtener bajos valores de Hs/100. Esto equivale a afirmar que a paridad de Ic y Q y con equipos e inversiones iguales, es posible alcanzar diferentes valores de Hs/100 sólo empleando más o menos racionalmente los equipos auxiliares de producción, lo que a su vez depende de la capacidad técnica, imaginativa y creativa del personal indirecto encargado de esta tarea.

Puede agregarse que, si se admite un menor porcentaje de indirectos para Te_4 y Te_5 , es posible concebir parques numéricamente más importantes que los seleccionados. Tal sería el caso, entre otros, de empresas que trabajasen exclusiva o parcialmente con licencias de firmas extranjeras, pues entonces el personal indirecto relacionado con estudios de investigación, proyectos del producto y de los equipos, servicios que estarían a cargo de la industria que proporciona la licencia, podría ser reemplazado por personal productivo. De esta manera podría aumentarse el número de horas directas disponibles en un año entre 15 y 5 por ciento sobre los valores adoptados. Estos casos no han sido tenidos en cuenta por caer fuera del alcance del presente estudio; sin embargo, no sería difícil encuadrar las correcciones correspondientes en el contexto de estas notas.

El cuadro 6 permite apreciar la variedad de máquinas normalmente utilizadas en estas fabricaciones, así como su distribución para las diferentes empresas, subentendiéndose que el desplazamiento de Te_1 hacia Te_5 implica un mejoramiento de su calidad con repercusiones sobre el precio.

Para facilitar la interpretación de dicho cuadro, a continuación se agregan algunas apreciaciones en relación con cada tipo de empresa.

a) Máquinas para la empresa Te_1

La lista de las máquinas que necesita esta empresa es sumamente simple y en general ofrece escasas variantes. Como en este tamaño no existen secciones especializadas, las máquinas se emplean tanto para servicios directos como indirectos. Tampoco existen máquinas que realicen servicios especiales. En realidad se trata de un taller que trabaja en forma exclusivamente artesanal, siendo característico que un mismo obrero desempeñe diversas funciones y pueda pasar de una a otra con cierta facilidad.

Cuadro 6

PARQUE DE MAQUINARIA QUE NECESITAN LOS DISTINTOS TIPOS DE EMPRESAS

	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
<u>Máquinas para la producción</u>					
Tornos paralelos de varias dimensiones	6	9	13	18	24
Torno roscador	-	-	-	1	2
Torno vertical	-	-	-	-	1
Torno revólver	-	-	1	6	9
Torno copiador	-	-	-	-	1
Fresadora universal	1	1	3	5	5
Fresadora vertical	-	1	2	3	4
Fresadora especial	-	-	1	2	3
Fresadora horizontal	-	-	-	-	1
Fresadora de roscas	-	-	-	-	1
Cepilladora de mesa	1	2	3	4	4
Cepilladora - fresadora	-	-	-	-	1
Cepilladora vertical	-	-	1	1	2
Cepilladora limadora	3	3	3	5	3
Mandriladora horizontal	-	1	2	3	3
Mandriladora vertical	-	-	-	-	2
Taladros de columna y de banco	3	6	8	12	14
Taladro pesado	-	-	-	-	6
Taladro radial	1	1	2	4	6
Rectificadora cilíndrica universal	-	2	2	4	7
Rectificadora interna	-	-	-	2	3
Rectificadora de planos reducidos	-	1	2	2	4
Rectificadora plana para guías y superficies grandes	-	-	-	1	1
Rectificadora para perfiles ranurados	-	-	-	-	1
Máquina para engranajes tipo Fellows	-	-	1	2	3
Máquina para engranajes tipo Maag	-	-	-	-	1
Máquina para engranajes tipo Pfanter	-	-	1	1	2
Máquina para engranajes tipo Barker-Colman	-	-	-	-	1
Máquina para engranajes cónicos	-	-	-	-	1
Rectificadora de dientes de engranajes	-	-	-	1	2
Máquina chaflanadora de engranajes	-	-	-	1	2
Escariadora	-	-	-	1	1
Máquinas para roscas tipo Cri-dan	-	-	-	1	2
Enderezadora de ejes	-	-	-	-	1
Sierra	1	3	4	6	7
Máquina para chapas	1	1	2	3	4
Máquina para soldar	-	1	1	2	2
Prensa hidráulica	-	-	-	-	2
Máquina para acabado superficial	-	-	-	-	1
Equilibradora dinámica	-	-	-	-	1

/Cuadro 6 (conclusión)

Cuadro 6 (conclusión)

	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
Rectificadora de centros	-	-	-	-	1
Centradora de ejes	-	-	-	-	1
Máquina divisora y grabadora	-	-	-	1	2
Máquinas especiales a/	-	-	-	4	7
Varias	-	-	-	2	8
<u>Total máquinas directas</u>	<u>17</u>	<u>32</u>	<u>52</u>	<u>98</u>	<u>160</u>
<u>Máquinas para la confección de herramientas, mantenimiento y construcción de plantillas, máscaras y equipos especiales de producción</u>					
Mandriladora punteadora	-	-	-	1	2
Fresadora de precisión	-	-	-	-	1
Fresadora universal	-	-	1	1	1
Rectificadora universal	-	-	-	1	1
Torno paralelo herramentero	-	1	1	2	3
Afiladora de herramientas	1	1	2	3	4
Gepilladora limadora	-	-	1	1	1
Taladro	-	1	1	1	2
Soldadora eléctrica	1	-	-	-	-
<u>Total máquinas indirectas</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>10</u>	<u>15</u>
<u>Parque total</u>	<u>19</u>	<u>35</u>	<u>58</u>	<u>108</u>	<u>175</u>
<u>Valor total de las máquinas b/ (dólares)</u>	<u>36 000</u>	<u>105 000</u>	<u>244 000</u>	<u>663 000</u>	<u>1 356 000</u>
<u>Valor promedio de las máquinas c/ (dólares)</u>	<u>1 900</u>	<u>3 000</u>	<u>4 200</u>	<u>6 140</u>	<u>7 750</u>

a/ Construidas o adaptadas en la misma industria.

b/ Para las máquinas simples se han considerado los tipos y los precios vigentes en los mercados brasileño y argentino.

c/ Para las máquinas de procedencia no latinoamericana se ha considerado un recargo del 10 por ciento sobre el valor f.o.b. por transporte y seguros, más otro 20 por ciento por gastos de internación y otros.

/b) Máquinas

b) Máquinas para la empresa Te_2

Este tamaño se distingue también por el empleo de un reducido número de personal indirecto. Su parque de maquinaria es de relativa importancia y permite manufacturar máquinas con características de Ic y Q que responden favorablemente a las exigencias de los parques industriales de aquellos países que están comenzando a desarrollar su industria mecánica. Por lo general, las garantías técnicas y comerciales que proporciona este tipo de empresa aún no se juzgan suficientes para suscribir acuerdos de fabricación con licencias de firmas extranjeras del ramo. En cambio, es más usual en ellas la subcontratación a terceros de algunos servicios de proyecto. Tanto los equipos como su forma de empleo reflejan todavía un nivel técnico bastante elemental.

c) Máquinas para la empresa Te_3

La evolución de los tamaños de las empresas desde Te_1 hasta Te_4 y Te_5 va acompañada de capacidades técnicas y organizativas crecientes, desde la forma artesanal para Te_1 hasta una completa estructuración, ya posible para Te_4 y consolidada para Te_5 . El tipo Te_3 se encuentra a mitad del camino, ofreciendo diversas interpretaciones en cuanto a máquinas, equipos y organización. Esto significa que Te_3 puede representar tanto una empresa del tipo Te_2 aunque más amplia, como una empresa que trata de desarrollar su estructura general teniendo como punto de referencia la organización y los resultados técnico-productivos que pueden alcanzarse en tamaños superiores. En el presente caso, la selección se hace más bien con miras a esta última hipótesis, lo cual implica admitir que comenzando con Te_3 es interesante y hacedero trabajar con licencias de firmas especializadas.

d) Máquinas para la empresa Te_4

Cuando una empresa de máquinas-herramientas alcanza el tamaño Te_4 puede decirse que la estructura de casi todas sus secciones está bastante bien delineada y que la firma se encuentra en condiciones de elaborar productos de cierta complejidad, de su propio diseño. Una empresa así, por consiguiente, puede contribuir ya en alguna medida a la evolución tecnológica del sector.

e) Máquinas para la empresa Te₅

En este tamaño de empresa se hace más notoria la selección preferencial del equipo para la construcción de máquinas con arranque de viruta. En la empresa Te₅ se observa asimismo que las máquinas indirectas pueden alcanzar casi el 9 por ciento del total, lo cual permite la manufactura interna de los complejos equipos auxiliares para la producción. En estas condiciones cabe pensar en un empleo racional de las máquinas instaladas que, junto a la eficiente administración y organización de las diversas secciones, posibiliten producciones con bajos valores de Hs/100, aunque Ic y Q sean elevados.

2. Otras inversiones

Bajo esta denominación se consideran principalmente los rubros siguientes:

- a) Equipos indirectos y complementarios de la producción
- b) Medios de transporte internos mecanizados
- c) Camiones y vehículos
- d) Muebles y máquinas de oficina
- e) Equipos para laboratorio
- f) Instalaciones industriales
- g) Terreno
- h) Construcciones

Antes de evaluar el monto probable de las inversiones, conviene fijar la posición de cada empresa frente a los puntos arriba mencionados. Así se hace a continuación en el cuadro 7.

Este esquema facilita la discriminación de la densidad de capital entre las diversas Te. A base de las informaciones disponibles y considerando condiciones medias dentro de las que se registran normalmente en la práctica, ha sido posible estimar la inversión total por tipos de empresa como se indica en el cuadro 8.

En un mismo tamaño de empresa, coexisten en la práctica situaciones bastante variadas, sobre todo en cuanto a valores de terrenos, construcciones e instalaciones. Estos valores, además, difieren entre una zona y otra dentro de un mismo país, así como en los diversos países. Se estima, sin embargo, que los valores adoptados para la inversión total en el cuadro 8 son suficientemente indicativos de la diferencia estructural que separa los distintos tamaños de empresa y que permiten ampliar las apreciaciones que puedan formularse acerca del campo de operabilidad de las empresas.

Cuadro 7

DISTRIBUCION ESQUEMATICA POR EMPRESAS DE LAS INVERSIONES,
EXCLUIDAS LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS

Item	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
a	casi nulo	escaso	mediano	completo	completo
b	-	aparejos	aparejos	puentes-grúas y aparejos de izar	completo
c	-	-	-	sí	sí
d	despre- ciable	escaso	mediano	completo	completo
e	-	-	-	-	mediano
f	casi nulo	primario	escaso	mediano	completo
g	sí	sí	sí	sí	sí
h	sí	sí	sí	sí	sí

Cuadro 8

ESTIMACION DE LA INVERSION TOTAL POR TIPOS DE EMPRESA

(Valores en miles de dólares)

Denominación	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
1. Máquinas directas e indirectas (véase el cuadro 6)	36.0	105.0	244.0	663.0	1 356.0
2. Otras inversiones (véase el cuadro 7)	5.4	23.0	69.0	387.0	984.0
3. <u>Inversión total</u>	<u>41.4</u>	<u>128.0</u>	<u>313.0</u>	<u>1 050.0</u>	<u>2 340.0</u>
4. Relación de (1) sobre (3)	87%	82%	78%	63%	58%
5. Inversión por persona ocupada	2.07	2.56	3.13	4.20	4.68
6. Inversión por persona directa	2.18	3.12	4.35	6.78	8.50

3. Costo de la hora-hombre directa

Uno de los métodos más usuales para calcular el costo horario de una empresa consiste en relacionar todos los gastos fijos que se registran en un año con las horas-hombre directas o productivas efectivamente disponibles. Dada la simplicidad de su estructura, en las empresas menores es suficiente asignar a la hora directa un valor promedio igual para todos los sectores de la fábrica. Para Te_4 y Te_5 , en cambio, se prefiere establecer valores promedios de la hora directa para cada grupo de máquinas similares y para las diferentes secciones de producción, ya que en estos casos el costo horario es diverso ya sea por la mayor o menor incidencia de la mano de obra o en atención al grado de intensidad del capital aplicado.

Para los fines de este estudio basta presentar aquí el costo promedio de la hora directa para cada empresa, a fin de reducir el número de variables, ya de por sí elevado. Conviene tomar en cuenta al respecto los puntos siguientes:

a) Contabilización de todas las horas-hombre directas ya determinadas, o sea aquéllas que se consideran productivas, lo que se hace mediante las fichas que acompañan al trabajo durante su ejecución. La suma de todas las horas directas acumuladas en el curso de un año debería coincidir con las horas teóricas disponibles que se deducen según el número de personas directas que trabajan en una empresa. Se subentiende que también deben contabilizarse los tiempos pasivos, tanto de preparación del trabajo como del propio ciclo operacional, recargándolas a la pieza o máquina respectiva.

b) Contabilización de todos los gastos efectuados en un año referentes a sueldos y salarios, cargas sociales, gastos generales de operación y material indirecto de consumo de la oficina y del taller, así como los demás gastos, excepción hecha de las materias primas, los gastos de venta y los gastos bancarios.

c) Amortización de todas las inversiones efectuadas. En los cálculos que siguen se ha considerado una amortización de 10 por ciento anual sobre el valor total de la inversión. En realidad, una parte de la amortización - la de los equipos indirectos de fabricación relativos a un modelo determinado, calibres de medición, modelos de fundición y otros - debería referirse a tiempos inferiores, mientras que otra - la de los edificios e instalaciones -

/consiente períodos

consiente períodos más prolongados. De todos modos, dado el carácter general de estas notas, se ha preferido mantener un criterio único para todas las partidas, lo cual no modifica gran cosa las conclusiones más importantes.

De lo contrario se deduce que el costo de la hora-hombre directa (Ch) será:

$$Ch = \frac{b + c}{a}$$

Evidentemente cada Te se caracterizará por un diferente valor de Ch, que aumentará en la medida en que aumente Te.

En el cuadro 9 se ofrecen los datos más significativos que deben tenerse en cuenta al calcular el costo de la hora-hombre directa, basándose en situaciones promedias dentro de los países latinoamericanos, con especial referencia a la Argentina y al Brasil. Una vez determinado el Ch, puede llegarse fácilmente al costo fijo para 100 kilogramos de producto terminado Co/100, el cual, manteniéndose iguales las otras condiciones, será diferente en cada tamaño de empresa y variable según la productividad de la misma. De acuerdo con las cifras medias adoptadas, puede señalarse que los valores de Co/100 fluctúan entre 45 y 150 dólares. Ahora bien, en atención a la forma como fue considerado Co/100, éste no representa más que una parte del costo; la restante está formada por:

- a) Materias primas (hierro fundido, barras de acero, chapas, etc.)
- b) Eventuales servicios de usinado subcontratados a terceros
- c) Partes y piezas adquiridas en el comercio y que se utilizan directamente en el montaje
- d) Gastos de propaganda y venta
- e) Gastos bancarios.

El valor de venta se obtiene agregando la utilidad bruta a estos gastos y a los indicados en el cuadro 7.

Cuadro 9

ANTECEDENTES PARA EL CALCULO DE LAS HORAS-HOMBRE DIRECTAS POR EMPRESA

(Valores en dólares)

Denominación	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
1) Personas ocupadas en la empresa	20	50	100	250	500
2) Directos (con y sin máquinas)	19	41	72	155	275
3) Indirectos	1	9	28	95	225
4) Horas anuales por persona directa	2 200	2 200	2 200	2 200	2 200
5) Total de horas-hombre directas por año	41 800	90 200	158 400	341 000	605 000
6) Remuneración anual de la mano de obra directa	10 500	27 000	55 400	126 000	242 000
7) Remuneración anual del personal indirecto	2 400	9 000	28 000	114 000	315 000
8) Total de remuneraciones (6+7)	12 900	36 000	83 400	240 000	557 000
9) Leyes sociales y seguros (porcentaje de 8)	60	60	60	60	60
10) Gasto anual total en personal	20 640	57 600	133 440	384 000	891 200
11) Amortización anual (véase el cuadro 8) (10 por ciento)	4 140	12 800	31 400	105 000	294 000
12) Gastos generales fijos por año	6 000	20 000	45 000	100 000	250 000
13) Material de consumo por año	5 000	12 000	30 000	70 000	140 000
14) Gastos fijos totales por año (10+11+12+13)	35 780	102 400	239 840	659 000	1 525 200
15) Costo de la hora-hombre directa (14:5)	0.86	1.14	1.51	1.93	2.52

/Relacionando el

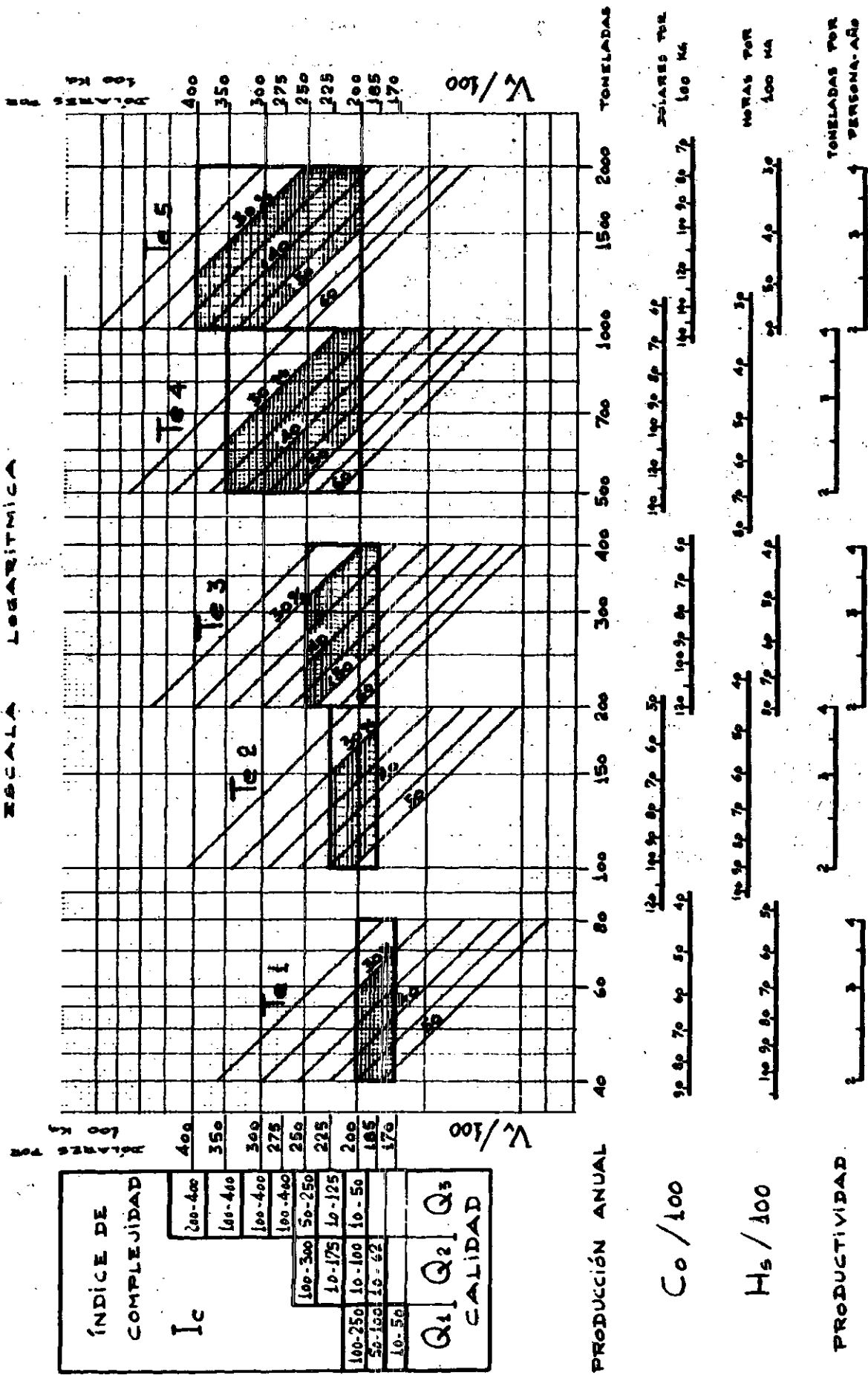
Relacionando el costo $Co/100$ con el valor de venta de 100 kilogramos de producto ($Vv/100$), queda de manifiesto que si bien, no puede fijarse a esta relación un valor óptimo único en virtud de los términos generales en los cuales se encuadra el problema, es cierto que ésta se mantiene dentro de límites prácticos de mayor probabilidad operativa del orden del 30 al 50 por ciento. El gráfico VII muestra dichos límites aplicados a cada Te , conjuntamente con los datos ya definidos sobre la producción total anual en toneladas, $Hs/100$, Ic y Q . De este modo resulta claramente delimitada la zona de actuación de las cinco empresas partiendo de factores favorables y/o posibles. En cuanto a la correlación entre calidad, complejidad del producto y valor de venta del mismo, tal como se ilustra en el gráfico VII, es evidente que se trata de un acomodamiento empírico, aunque deducido de situaciones prácticas, cuyo objeto es reunir en un panorama único el juego de las numerosas variables técnico-económicas características del sector. Asimismo se puede ver fácilmente que las rectas que definen la relación porcentual entre $Co/100$ y $Vv/100$ son líneas de equifactorización, es decir, de igual efecto económico para diferentes condiciones técnicas de operación.

Una observación digna de ser destacada es que las empresas Te_1 y Te_2 encontrarían obstáculos para alcanzar productividades del orden de 4 toneladas anuales por persona, lo que se ve confirmado en la práctica por los casos de la Argentina y el Brasil. Los demás tamaños de empresa, en cambio, ofrecen posibilidades en este terreno, lo que concuerda con las estructuras que se les ha atribuido.

Gráfico VII

FACTIBILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA DE OPERACIÓN DE LAS EMPRESAS

ESCALA LOGARITMICA



PRODUCCIÓN ANUAL

Co / 100

Hs / 100

PRODUCTIVIDAD

TONELADAS

SOLES POR 100 M

MORAS POR 100 M

TONELADAS POR PERSONA-AÑO

Capítulo V

RELACION ENTRE LAS EMPRESAS PRODUCTORAS DE MAQUINAS-
HERRAMIENTAS Y LA INFRAESTRUCTURA DEL
RESTO DE LA INDUSTRIA MECANICA

Se admite como norma general que el productor depende en mayor o menor medida de otras industrias auxiliares - que le proporcionan servicios, partes y piezas especializadas para la elaboración de sus productos - cuya existencia se ha constituido en una infraestructura indispensable para el desarrollo del sector. Es evidente que la magnitud de dicha infraestructura como elemento de apoyo a la fabricación de máquinas-herramientas se extiende, complementa y complica en el mismo grado en que se incrementa la calidad, complejidad y a veces hasta el peso de las máquinas, en otros términos, en razón directa de la instalación de firmas de tamaño creciente.

Así, la presencia de fábricas del tipo Te_1 y Te_2 no implica la existencia de una importante industria auxiliar, porque manufacturan máquinas bastante sencillas y de calidad reducida. Para los productos que se han atribuido como de posible elaboración por las demás empresas, en cambio, se requiere forzosamente el concurso de otras empresas especializadas.

Se subentiende que la comparación entre diferentes Hs/100 será válida en la medida en que la fabricación resulte integrada en la misma forma. Cabe señalar a este propósito que en la práctica no son muchas las variantes de integración, ya que es usual que los constructores compren el material fundido, lo usinen, adquieran en el mercado las partes y piezas que se mencionan en el cuadro 10 y usinen las piezas restantes.

El grupo de materias primas y servicios indicado en dicho cuadro constituye un punto de referencia acerca de aquello que se ha definido como infraestructura y que, por consiguiente, conviene considerar como una actividad local. De acuerdo con las hipótesis cualitativas asociadas al tamaño del constructor, las exigencias de calidad del material fundido acompañan al aumento de Te . De ahí la importancia que reviste la fundición de hierro, pues el hierro fundido es la materia prima básica para la

Quadro 10

LISTA DE LAS PRINCIPALES INTERRELACIONES ENTRE LA INDUSTRIA PRODUCTORA
 DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS Y LA INDUSTRIA AUXILIAR

Denominación	Te ₁	Te ₂	Te ₃	Te ₄	Te ₅
Materia prima y servicios:					
Fundición de hierro (calidad)	mediocre	regular	buena	perfecta	perfecta
Alivio de las tensiones	no	a veces	a veces	siempre	siempre
Variación de hierros fundidos	escasa	escasa	a veces	elevada	elevada
Exigencia de dureza en el hierro fundido	escasa	escasa	a veces	rigurosa	rigurosa
Fundición de no ferrosos (calidad)	mediocre	regular	buena	perfecta	perfecta
Empleo de aceros comunes	escaso	escaso	regular	normal	normal
Empleo de aceros especiales	diferente	reducido	reducido	normal	normal
Tratamientos térmicos	muy escaso	escaso	insuficiente	normal	normal
Partes y piezas comerciales:					
Motores eléctricos	comunes	comunes	comunes	especiales	especiales
Elementos simples para circuitos eléctricos	mediocre	casi regular	regular	bueno	bueno
Elementos complejos para circuitos eléctricos	-	-	a veces	normal	frecuente
Elementos para circuitos hidráulicos	-	-	a veces	correcto	bueno
Elementos para circuitos neumáticos	-	-	a veces	correcto	bueno
Elementos para circuitos de lubricación	elemental	elemental	casi normal	suficiente	bueno
Elementos para circuitos de refrigeración	elemental	elemental	normal	bueno	completo
Embragues, frenos, acoplamientos torsionales, etc.	-	elemental	escaso	suficiente	completo
Tornillos, tuercas, arandelas, retentores y similares	elemental	casi regular	normal	bueno	bueno
Uso de rolemans de precisión	no	no	irregular	normal	normal
Resortes de todos los tipos (calidad y variedad)	escasa	escasa	casi regular	completa	completa
Accesorios no metálicos (uso)	escaso	escaso	regular	completo	completo
Accesorios no eléctricos de las máquinas (calidad)	mediocre	elemental	casi normal	normal	completa
Accesorios eléctricos, como placas magnéticas, etc.	-	-	a veces	normal	completo
Elementos simples no metálicos (uso)	escaso	casi regular	regular	completo	completo

/confección de

confección de las máquinas (de 50 a 80 por ciento en peso bruto con respecto al peso de la máquina acabada). El segundo grupo de partes y piezas presentado en el cuadro 10 y sus respectivas apreciaciones cualitativas en relación con las empresas, merece ciertas observaciones.

En primer término, no es indispensable que la disponibilidad de todos los rubros en el mercado esté condicionada por el hecho de que sean de fabricación nacional. Antes al contrario, se admite que algunos de ellos - por ejemplo, rodamientos, elementos complejos para circuitos eléctricos e hidráulicos, embragues y otros de elevada especialización - dependan de la importación. En este grupo pueden incluirse asimismo varios productos de menor complejidad, que de todos modos es usual adquirir de industrias locales. Interesa subrayar, no obstante, que la dependencia exagerada de la industria local respecto de la importación de ciertos accesorios para máquinas restaría agilidad al proceso productivo, hasta el punto de que convendría más a los productores hacerse cargo de la fabricación de una parte de ellos hasta encontrar un proveedor que los elaborase. Situaciones similares han ocurrido en la Argentina y el Brasil, donde sólo ahora empiezan a surgir dentro del conjunto de la industria mecánica firmas capaces de diseñar y elaborar accesorios bajo especificaciones estrictas.

En razón de los limitados equipos con que cuentan Te_1 , Te_2 y Te_3 , estas empresas suelen subcontratar servicios de usinaje especializados, tales como engranajes ejes ranurados y usinado de piezas pesadas. Dentro de la elasticidad con la que se ha procurado definir el campo de acción más probable de los diversos tamaños de firmas estarían contemplados casos menores de subcontratación de servicios diferentes de los que se consideran normales. Conviene recordar, finalmente, que en general las máquinas elementales y sencillas no necesitan la adición de elementos muy especializados y técnicamente avanzados, y que en sus respectivos valores unitarios de venta no influyen demasiado las piezas adquiridas en el comercio. Sin embargo, en la medida en que la máquina se torna compleja en sus diversos aspectos, es indudable que el constructor irá incorporándole en cantidad creciente, complementos de otras industrias especializadas, pudiendo llegar a alterarse sustancialmente la relación entre su trabajo

/y el

y el valor de las piezas y equipos comprados a terceros. En otras palabras, puede decirse que en ciertas máquinas de elevada complejidad, los altos valores correspondientes de $Vv/100$ se obtienen a través de la importante contribución de otras industrias abastecedoras de partes y piezas.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Adoptar el concepto de compatibilidad lógica para establecer las relaciones y los límites sobre las variables que se ha procurado clasificar y definir de manera ordenada no tiene más significado que hacer claramente ostensible la complejidad del tema y mostrar ciertos aspectos de indeterminación, ya que se pretendió abarcar el comportamiento operacional de todo un sector especializado. Los resultados obtenidos no se definen a través de un solo dato óptimo; se localizan más bien campos de acción probables, convenientes y posibles para cada empresa en consideración a factores técnicos y económicos. Es obvio que la metodología adoptada no satisface plenamente ni pretende tampoco sustituir los análisis mucho más detallados que se suele hacer cuando se elabora el proyecto específico de una empresa determinada partiendo de datos de productos perfectamente delimitados. Sin embargo, se ha estimado útil sistematizar las posibilidades de actuación de este importante sector y dejar en claro la calidad e intensidad del esfuerzo empresarial que debe aplicarse a los diversos contenidos técnicos de los productos. Dicho esfuerzo empresarial se caracteriza, en síntesis, por apreciaciones diferenciadas con relación a cinco tamaños tipificados de fábrica.

Los estudios sobre desarrollo de las industrias mecánicas contienen implícitamente la problemática del avance en la sustitución de importaciones de bienes mecánicos. Ahora bien, durante los análisis preliminares acerca de lo que puede aceptarse como factible desde los puntos de vista económico y tecnológico en cada país, es necesario contar con estudios sectoriales que, dentro de una visión de conjunto, proporcionen informaciones suficientes, claras y sistemáticas de los diversos grados de tecnicismo que corresponden a las diversas etapas de una evolución programada. Tales estudios facilitarían en gran medida la selección y el acopio de aquellas informaciones que revistan mayor interés para las

/diferentes situaciones

diferentes situaciones nacionales que se presentan en la práctica. De este modo podrían formularse esquemas de planificación y fomento general y específico dentro de un cierto realismo. La literatura macrotecnológica, en suma, se impone como elemento de trabajo indispensable para ecuacionar los planes de desarrollo y constituirá la natural complementación de otra fase del problema dominado por una abundante literatura macroeconómica. En este sentido se ha orientado el presente ensayo.

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO