



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

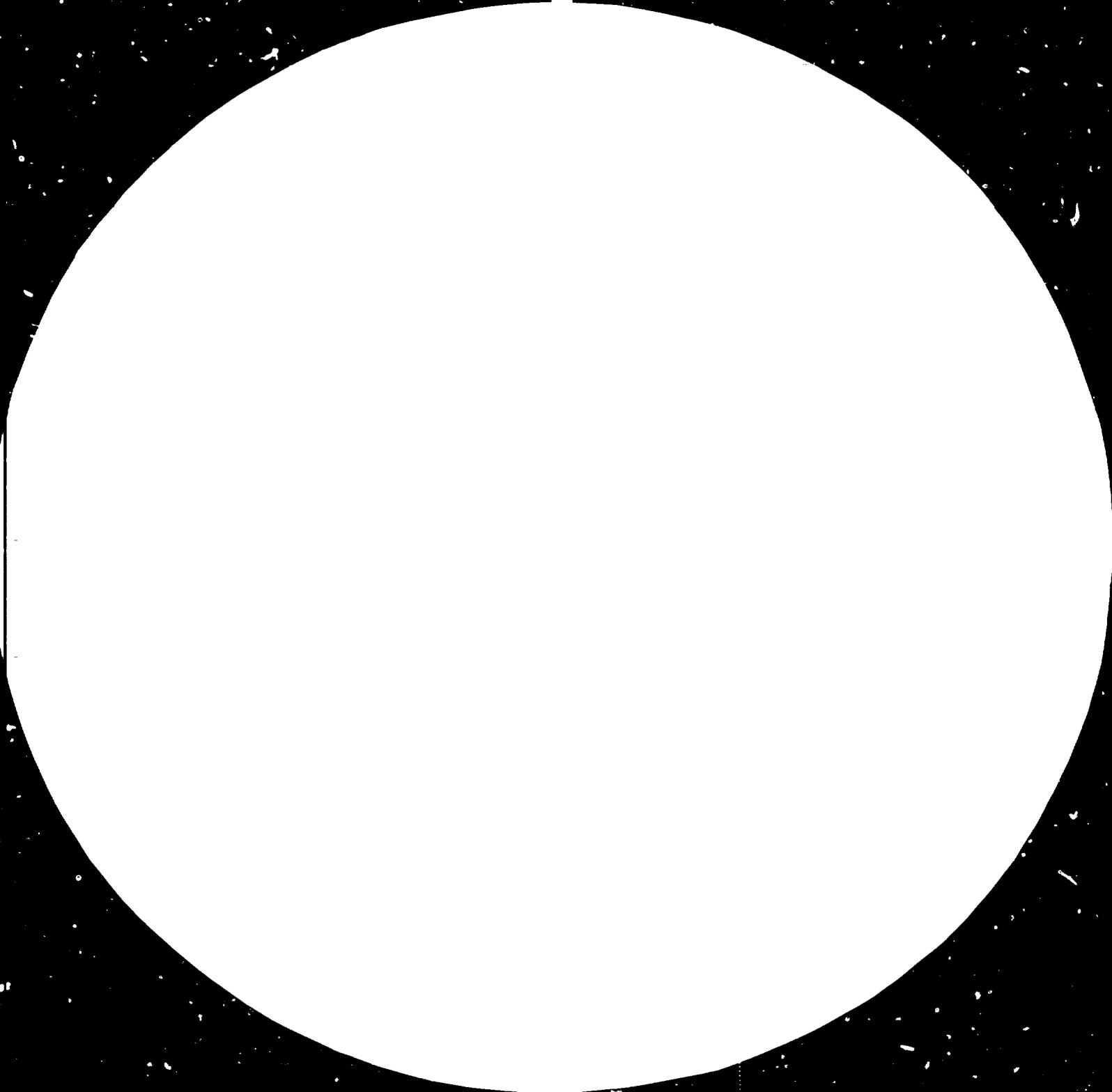
FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





3.2

4.5

6.3



Resolution Test Chart, NBS 1963-A, courtesy of NBS

Resolution Test Chart, courtesy of NBS



09993-S



Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Distr. LIMITADA

ID/WG.324/10

13 octubre 1980

ESPAÑOL

Original: INGLÉS

Reunión Preparatoria Global de la Primera
Reunión de Consulta sobre la Industria de
Bienes de Capital

Varsovia (Polonia), 24 - 28 noviembre 1980

TIPOS DE TECNOLOGÍAS AL SERVICIO DEL DESARROLLO
DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL*

por

L. Wasilewski**

0013.11

0013.10

* Las opiniones que el autor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la Secretaría de la ONUDI.
El presente documento es traducción de un texto que no ha sido revisado por la Secretaría de la ONUDI.

** Profesor Adjunto de la Universidad Técnica de Varsovia; Consultor de la ONUDI.

I N D I C E

	<u>Página</u>
I N T R O D U C C I O N	1
I. GENERACIONES TECNOLOGICAS EN LA MANUFACTURA DE BIENES DE CAPITAL	2
II. LA TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL COMO INSTRUMENTO PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS SOCIALES DEL DESARROLLO ECONOMICO	10
III. ASPECTOS CUALITATIVOS DE LA FABRICACION DE BIENES DE CAPITAL	17
IV. PROBLEMAS DE ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA DE BIFNES DE CAPITAL	24
R E S U M E N	33

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene por objeto poner de relieve la clasificación de los procesos de ingeniería de producción aplicables a la industria de bienes de capital a fin de utilizarla en la formulación de políticas tecnológicas de los países en desarrollo.

Como ya se han discutido e ilustrado en otros trabajos, en el presente se omiten las cuestiones de capacidad y escala de producción de las industrias de bienes de capital de países en desarrollo, así como su participación en la producción mundial. En cambio, en este trabajo se hace hincapié en aquellos aspectos tecnológicos y de organización del sector de los bienes de capital y en aquellos elementos de dicho sector que han de tener presentes las personas competentes con capacidad decisoria, y que han de incorporarse a la estrategia de industrialización. Es evidente que, a consecuencia de los diferentes problemas y trayectorias de desarrollo, así como de las diferentes circunstancias que imperan en los países en desarrollo, no hay un tipo universal de estrategia de desarrollo industrial, por lo cual tampoco puede haber una modalidad de establecimiento de la industria de bienes de capital. No obstante, se dispone de ciertos hechos y datos tecnológicos cuya naturaleza es aritmética, en cierta medida, y que se han de sopesar con cuidado y discernimiento al hacer elecciones que hayan de incluirse en una política tecnológica. Con el presente trabajo se pretende agruparlos y presentarlos para que sean objeto de consideración ulterior.

I. GENERACIONES TECNOLOGICAS EN LA MANUFACTURA DE BIENES DE CAPITAL

1. La industria de bienes de capital, en el sentido en que se ha adoptado este término en el informe ONUDI/CIEI "Los bienes de capital en los países en desarrollo"* entraña principalmente la transformación de metales. No cabe duda de que, en el momento actual, la parte sustancial de este sector de la economía la constituye el equipo industrial electrónico y, si bien es cierto que aumenta constantemente la utilización de plásticos, materiales compuestos, polvos y materiales no metálicos para fabricar maquinaria y equipo, de todas maneras la mayor parte de los procesos de ingeniería de producción entrañan operaciones consistentes en dar formas geométricas, modificar las propiedades estructurales y mecánicas de componentes metálicos y ensamblar dichos componentes.

2. A los fines del presente trabajo, la expresión "tecnología" tiene un significado más restringido que el que suele adoptarse en las publicaciones sobre temas económicos. La naturaleza de la industria de bienes de capital implica que esa expresión guarda relación tanto con los conocimientos como con la maquinaria y el equipo (que se utilizan para diseñar y producir otra maquinaria y otro equipo), así como con su utilización.

Los conocimientos en materia de transformación de metales y de equipo constituyen en la actualidad un espectro amplio y diversificado de la tecnología. Sin embargo, para adoptar decisiones en la esfera de la industrialización no es necesario conocer perfectamente sus detalles. La diversificación de la tecnología (ingeniería de producción) es consecuencia de un proceso histórico de desarrollo tecnológico y de la superación sucesiva de barreras tecnológicas, económicas y sociales típicas de los productores y de las estructuras de utilización de países desarrollados. Por lo tanto, para el proceso de adopción de decisiones parece más importante conocer las razones (causas) de la diversificación y sus consecuencias.

* ID/WG.324/3. 2^a Parte: Análisis de los principales sub-sectores de bienes de capital; la clasificación económica de los bienes de capital en función del uso final.

3. Entre los procesos tecnológicos típicos del sector de los bienes de capital suelen especificarse los siguientes:

- a) Forja
- b) Moldeo a la prensa y estampado
- c) Fundición
- d) Transformación de piezas de trabajo planas y de perfiles laminados (corte, doblado, soldadura)
- e) Mecanizado (corte y abrasión)
- f) Tecnología de materiales en polvo
- g) Termotratamiento
- h) Tratamiento térmico, termoquímico y químico de superficies
- i) Transformación de materiales plásticos
- j) Ensamblado o montaje

Lo que antecede es un conjunto corriente de procesos tecnológicos con los que pueden fabricarse, en cualquier configuración, todos los productos básicos de la industria electromecánica.

Se debe señalar que muchos de esos procesos, como la forja, el moldeo a la prensa y el estampado, la fundición, el mecanizado, la tecnología de polvos sinterizados, son mutuamente sustitutivos a la vez que complementarios. La sustitución, tal como se la emplea en países desarrollados, es consecuencia de razones económicas, resultantes principalmente del criterio de la reducción de la mano de obra y de la disminución de los costos de reciclaje directo de la chatarra industrial.

4. Las proporciones mutuas (medidas en función de la cantidad de mano de obra necesaria) de las distintas técnicas de producción en toda la estructura dependen en gran medida de la estructura del surtido de la producción y de las tendencias innovadoras que se registren en la industria. De todas maneras, en una industria estabilizada de bienes de capital, sus proporciones generales son las siguientes:

- montaje (inclusive manutención)	alrededor del 20 - 30%
- mecanizado (por corte)	alrededor del 20 - 30%
- estampado y moldeo a la prensa	alrededor del 10 - 20%
- fundición	alrededor del 5 - 10%
- tratamiento de superficies	alrededor del 5%

Aunque otras técnicas pueden predominar en ciertas empresas (por ejemplo, la transformación de piezas planas y el montaje por soldadura en la fabricación de claderas y recipientes), aparecen, por lo general, en porcentajes inferiores a los indicados anteriormente.

La modalidad de gran coeficiente de mano de obra de la estructura de técnicas de producción guarda una correlación lineal con el número de empleados. La correlación es esencial desde el punto de vista del espectro de las aptitudes profesionales de los obreros, así como de la política de capacitación a los niveles bajo e intermedio. El espectro de aptitudes se ha correlacionado después con el número de puestos de trabajo y con el nivel de su equipamiento técnico adecuado para una técnica dada. Es bien sabido, por ejemplo, que las proporciones de máquinas de prensado y máquinas herramientas de corte ya instaladas y recién construidas se expresan por la relación 1:3, aunque, naturalmente, se registren ciertas desviaciones.

De esta manera, la modalidad de alto coeficiente de mano de obra de las técnicas de producción determina al mismo tiempo los tipos de maquinaria y de equipo utilizados en la industria de bienes de capital. Las proporciones cuantitativas y mutuamente relativas de la maquinaria, o mejor aún, de los puestos de trabajo, que se necesitan para diversas técnicas de producción no se corresponden con las de los gastos relacionados con la aplicación de tales técnicas. En general, y por término medio, los puestos de trabajo más baratos son los de las operaciones de montaje; los de las operaciones de mecanizado son un poco más caros, y los de estampado y moldeo a la prensa son más caros todavía. Generalmente, el costo del equipo técnico para un puesto de trabajo es inversamente proporcional a la medida en que una técnica de producción determinada participa en la estructura de consumo de mano de obra.

5. La evolución de las técnicas de producción y su capacidad de sustitución mutua son consecuencia de cambios acaecidos en la estructura de las fuerzas productivas de sociedades que se encontraban en el proceso de desarrollo y, al

mismo tiempo, y sobre todo en el sector de los bienes de capital, han provocado cambios en las fuerzas productivas. En ese sentido, la evolución viene determinada por generaciones tecnológicas sucesivas.

Es difícil dar una definición exacta de la expresión "generación tecnológica". No tiene equivalente en las estadísticas de producción y facturación. Por otra parte, reviste gran importancia para la elaboración de políticas tecnológicas y, pese a la falta de definición, se la emplea de manera intuitiva en todo el desarrollo histórico de las fuerzas productivas en los países desarrollados.

Por "generación de tecnología" sucesiva hay que entender aquel nivel de conocimientos y de equipo que, comparados con los correspondientes a la generación anterior, resultan sustancialmente diferentes por lo que respecta a la calidad del producto obtenido y a la estructura de los factores productivos en juego (que influyen sobre los costos de producción).

La industria de bienes de capital exhibe una estabilidad relativamente grande por lo que respecta a la tecnología (ingeniería de producción). Esa estabilidad es mucho mayor que la observada en las industrias de manufactura de bienes de consumo. Dicha estabilidad relativa no significa que la industria de bienes de capital no desarrolle actividades innovadoras, sino más bien todo lo contrario. La mayor parte de las patentes contemporáneas y de los diseños protegidos de alguna otra manera tienen su origen en la industria de bienes de capital, la cual se aprovecha de esa situación. Sin embargo, las técnicas de producción que constituyen el sistema básico de este sector experimentan cambios generacionales relativamente lentos.

6. Por razones prácticas, es superfluo analizar cambios escalonados o discretos en la ingeniería de producción durante todo el período de desarrollo de la civilización tecnológica. Por término medio, tales cambios, debidos a un período relativamente largo de funcionamiento de la maquinaria, tienen lugar de manera cíclica cada 15-20 años. Por consiguiente, basta con considerar únicamente tres generaciones sucesivas para que resulte posible elegir una generación adaptable en la práctica, incluso en el caso de que el atraso tecnológico suponga más de 60 años. Pueden definirse estas tres generaciones de la manera siguiente:

1. Generación compleja o "sofisticada", típica de productores tecnológicamente avanzados y caracterizada por:

- a) elevados gastos de investigación y desarrollo, que ascienden hasta un 3% del valor total de la producción, y un gran acervo de "conocimiento enajenado";
- b) elevados gastos de ingeniería, es decir, en diseño, ingeniería de producción, selección correcta de materiales, herramental, dotación lógica (software), control de calidad y ensayos, ascendiendo su orden de magnitud al 10-15% del valor total de la producción;
- c) amplia cooperación en el plano horizontal con abastecedores especializados de productos estándar y típicos, como conjuntos y elementos de sistemas electrónicos, neumáticos e hidráulicos, mecanismos de accionamiento, etc., caracterizados por una gran estabilidad y fiabilidad en los suministros así como por la compatibilidad del nivel de calidad de los productos suministrados (el valor de los productos suministrados dentro del marco de esta cooperación asciende a un 30% como mínimo del valor total de todos los suministros necesarios para la producción);
- d) alto nivel de equipamiento técnico por puesto de trabajo (relación capital-mano de obra superior a 20);
- e) elevado consumo de energía (alrededor de 10 Kw por empleado);
- f) pequeña proporción del tiempo de manipulación de piezas y de mantenimiento de la máquina respecto del tiempo de mecanización;
- g) reducción al mínimo del esfuerzo físico, los riesgos para la salud y la contaminación del medio ambiente;
- h) estructura de la mano de obra:
 - 15-25% de ingenieros diplomados
 - 20-40% de montadores y operarios muy calificados con estudios técnicos de nivel secundario
 - el resto son obreros capacitados en la fábrica que han recibido como mínimo enseñanza primaria (fundamentalmente de tipo técnico), lo cual les capacita para adquirir los conocimientos y aptitudes necesarias durante su trabajo; el porcentaje de obreros no calificados sin formación industrial alguna que se puede asimilar asciende a un 10% aproximadamente.

2. Las generaciones estándar, que se formaron en los años 50 y 60 del siglo actual y que normalmente se emplean hasta que la maquinaria y el equipo se aproximan al fin de su vida útil, se caracterizan por lo siguiente:

- a) gran utilización de los llamados conocimientos generales, por lo cual los trabajos de ingeniería son de carácter básicamente repetitivo (no creativos) y se aprovechan de la documentación técnica generalmente disponible;
- b) utilización de materiales estándar;
- c) gran adaptabilidad de surtido;
- d) redundancia interna que hace a la empresa relativamente insensible a las perturbaciones de cooperación;
- e) un nivel moderado de equipamiento técnico por puesto de trabajo (relación capital-mano de obra de 3 a 10);
- f) consumo moderado de energía por puesto de trabajo (de 1 a 3 Kw por empleado);
- g) elevada proporción de tiempo dedicado a operaciones auxiliares respecto del tiempo total de producción;
- h) elevada proporción de trabajo manual en las operaciones tanto principales como auxiliares, considerable esfuerzo físico necesario para realizar las operaciones auxiliares, efectos perceptibles (en el puesto de trabajo) de la maquinaria en funcionamiento;
- i) estructura de la mano de obra (puestos de trabajo)
 - 3-5% de graduados de escuelas de ingeniería
 - 15-25% de capataces y montadores con formación técnica secundaria
 - el resto integrado por obreros capacitados en la fábrica con enseñanza primaria (básicamente técnica) y por obreros sin calificaciones especificadas estrictamente; este tipo de tecnología permite asimilar hasta un 30-40% de obreros no calificados y sin experiencia industrial.

3. La generación inicial, típica de la fase final de la industrialización en países europeos atrasados, está cerca de las generaciones estándar, pero tiene las siguientes características distintivas:

- a) el tipo específico de conocimientos generales lo adquieren y utilizan los capataces y constituye un "caudal de experiencias" específico;
- b) escasa demanda de las aptitudes de los ingenieros graduados;
- c) elevada proporción de trabajo manual y físicamente agotador, a consecuencia principalmente de la falta de equipo mecánico (consumo de energía muy bajo);
- d) gran capacidad de asimilación de obreros no calificados y sin experiencia, que adquieren sus conocimientos y aptitudes de los capataces mediante capacitación en el empleo.

7. Pueden tomarse ejemplos de generaciones sucesivas en el campo de las técnicas de mecanizado.

A la generación inicial pertenecen las máquinas-herramientas ideadas para cortar con herramientas de carburo sinterizado que tienen ángulos de corte negativos. Se trata de máquinas-herramientas de gran potencia adaptadas para funcionar a elevadas velocidades de corte. Ese tipo de máquinas se puso a punto en los años 30 y 40. Se las dotó de sistemas de control mecánico basado en dispositivos de levas y, por lo que respecta a sus características mecánicas, alcanzaron su nivel de madurez en la época ya mencionada. El progreso material (es decir, el desarrollo de nuevos materiales y las mejoras introducidas en los métodos de cálculo dinámico) permitió diseñar bancadas de máquinas-herramientas y sistemas de montaje de las piezas giratorias de dichas máquinas de tal manera que quedaran eliminados los armónicos nocivos de las vibraciones, mejorándose así la precisión y exactitud del mecanizado.

El servicio de la máquina, y en particular la buena selección y ajuste de los parámetros de corte, requería que el operario adquiriese cierto nivel de aptitudes predeterminado. La naturaleza adaptable de estas máquinas-herramientas permitía cambiar con facilidad las configuraciones geométricas de las piezas que se mecanizaban. El tiempo dedicado a operaciones auxiliares constituía una parte muy importante del tiempo de mecanizado (ascendiendo hasta el 90% del tiempo de trabajo).

Las generaciones estándar se afianzaron en los años 50 y 60. Los cambios principales característicos de esas generaciones tenían por objeto automatizar los procesos de control. En los años 50 se introdujeron las máquinas-herramientas de control numérico (CN) y en los años 60, las de control numérico directo (CND) y las de control numérico computarizado (CNC). Sin embargo, todavía se trataba de máquinas-herramientas de una sola función.

La generación avanzada contemporánea está representada por centros de mecanizado de varias funciones, con parámetros de corte controlados por computadora y operaciones auxiliares automáticas. La eliminación progresiva del trabajo directo del operario en las diversas operaciones, conseguida mediante sustituciones de capital, modifica las proporciones entre el trabajo manual de la fase de producción y el trabajo intelectual de las fases de diseño y programación, haciendo que el primero sea sustituido en un grado cada vez mayor por el segundo.

8. Para elegir una generación adecuada de tecnología, es menester tener presentes todas las premisas sociológicas, económicas y de infraestructura en que se ha de basar la decisión.

La diversificación de las técnicas de producción y sus generaciones ofrece un amplio campo de elección de procesos completos de producción, desde pequeños talleres mecánicos artesanales con una dotación de unas pocas personas y con equipo estándar que requiere gastos entre 500 y 1 000 dólares de los EE.UU. por puesto de trabajo, pasando por talleres de fabricación de herramientas de plantas de elaboración, con talleres de reparación independientes, hasta fábricas de maquinaria y plantas y equipo adaptados para elaborar materiales a partir de los recursos locales. La elección puede estar condicionada pasivamente por unas circunstancias imperantes que dificulten la inversión en este sector de la producción. Sin embargo, en función de la escala, de los objetivos que se fijen para el futuro y de los propósitos sociales definidos, se puede hacer una elección activa que se traduzca, mediante la inversión en la industria de bienes de capital, en cambios tales que se puedan reembolsar a un ritmo lento y durante largos períodos de tiempo pero que, al mismo tiempo, sean de tal naturaleza que produzcan transformaciones cualitativas de los niveles económicos y sociales del país en el futuro.

II. LA TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL COMO INSTRUMENTO PARA ALCANZAR LOS OBJETIVOS SOCIALES DEL DESARROLLO ECONOMICO

9. Tanto la estrategia como las políticas de los países en desarrollo en la esfera de la industrialización están encaminadas a la realización de tareas políticas y sociales específicas. Los procesos de industrialización y sus modelos deben, pues, ser diferentes entre sí, conforme a las tareas que deban cumplir y a las circunstancias en que se lleven a la práctica. Entre tales circunstancias, es preciso considerar ante todo sus distintas posiciones por lo que respecta a recursos naturales, fuentes de capital y diversificación de recursos humanos.

El presente trabajo no tiene por objeto analizar los objetivos sociales y las maneras de alcanzarlos en las diferentes circunstancias imperantes en países en desarrollo, pese a que en este terreno se encuentra la clave de la limitación o eliminación de la extrema pobreza en que viven cerca de mil millones de personas en países en desarrollo. No hay una relación directa entre el tema del presente trabajo y problemas tales como la nivelación de la distribución de ingresos en grupos individuales de la población, gamas de consumo, atractivo y poder de motivación de las tareas sociales. Sin embargo, se debe tener presente que éstos representan factores que influyen de manera esencial en la tasa de desarrollo de las fuerzas productivas de los países en desarrollo, así como en los beneficios sociales que semejante desarrollo reporta.

También se debe señalar que el desarrollo económico, medido en función del PNB, no puede identificarse con un aumento del bienestar social. Las deficiencias del sistema de fijación de precios distorsionan gravemente su utilidad para el diagnóstico y la formulación de pronósticos. Baste con decir que la producción destinada a contrarrestar importaciones, medida en función de los precios en el mercado local, puede aumentar el PNB, a pesar de que, cuando se la relaciona con los precios y la calidad del mercado mundial, puede quedar caracterizada por un valor agregado negativo. En muchos casos, el gran valor del PNB va acompañado de un mal desarrollo de las fuerzas productivas. Sin embargo, lo más fundamental es la dificultad de hacer una estimación global de los costos de desarrollo que, contrariamente a unos efectos económicos medidos con más o menos exactitud, consisten en beneficios sociales no mensurables (como mejores condiciones sanitarias de la sociedad, un mejor sistema de enseñanza, igualdad

de las oportunidades de progreso social y económico) y, por otra parte, en pérdidas resultantes de la elección incorrecta de una trayectoria de desarrollo o causadas por el propio desarrollo, por ejemplo, la devastación del medio ambiente, la urbanización excesiva, las discrepancias entre las aspiraciones sociales y las actitudes exhibidas en los lugares de trabajo, etc. Así pues, no siempre resulta posible determinar, sobre todo en forma de ganancias, los resultados de una elección realizada en el proceso de desarrollo. Esto es igualmente aplicable al sector de los bienes de capital.

10. Es cierto que hay que considerar al desarrollo de las fuerzas productivas como una de las tareas sociales de la industrialización. Es paradójico que los países en desarrollo, en los que existen grandes reservas de recursos humanos, padezcan de una escasez de mano de obra. También lo es el que los recursos humanos no constituyan en la actualidad una riqueza de los países en desarrollo sino solamente una carga.

Entre las condiciones del desarrollo económico suelen enumerarse la estructura de las aptitudes y las características de las actitudes en el proceso de trabajo y, en particular, la disciplina industrial, la responsabilidad y la motivación conscientes. Es cierto que no son condiciones suficientes pero, evidentemente, son condiciones endógenas necesarias de las fuerzas productivas.

En el proceso de desarrollo no se debe omitir ni descuidar a ninguno de los grupos principales de trabajadores de la industria contemporánea. Dichos grupos son los siguientes:

- personal de organización y gerencia de la producción en diversos eslabones de la misma, así como personal en diversos niveles decisorios que determina una política tecnológica y los principios para llevarla a la práctica;
- personal de proyección técnica y diseño (personal de ingeniería);
- personal de gerencia de nivel ejecutivo (personal supervisor de nivel intermedio);
- plantilla de obreros especializados (calificados);
- plantilla de obreros sin calificaciones profesionales.

La anterior descripción de la estructura del personal está algo simplificada pero, por lo menos, si estos cinco grupos se armonizan bien en sus relaciones mutuas desde los puntos de vista de su nivel de calificaciones, las proporciones en los números de trabajadores y la coherencia de actitudes, cumplen una condición de las fuerzas productivas desarrolladas. También representan un valor social de la máxima importancia, mayor que la de los recursos naturales.

La configuración de una estructura de personal industrial sufre, lo mismo que otros procesos sociológicos, de cierta inercia típica de este tipo de transformación social.

Sin pasar por alto la importancia de la capacitación del personal en el extranjero, así como la del sistema de educación disponible, se debe afirmar que es imposible lograr las proporciones necesarias en toda la estructura del personal sin una educación práctica en el empleo (aprender trabajando). La capacidad de diseñar y fabricar herramientas para una labor es un elemento básico y necesario de un sistema de educación así entendido, por el cual han pasado todos los países desarrollados. No parece que se pueda descuidar dicho elemento.

La industria de bienes de capital tiene exigencias mayores que otras industrias. Está caracterizada por un largo período hasta alcanzar la madurez, un bajo nivel de rentabilidad, un alto grado de complejidad, una competencia reñida y creciente, y un elevado nivel de riesgos. Estos factores son la causa de que el capital nacional privado prefiera evitar las inversiones en este sector. Por esta razón resultan necesarias la intervención del Estado y su política consciente en ese terreno. Es menester considerar al desarrollo de la industria de bienes de capital como un componente del sistema de educación, aparte de otras tareas.

11. El propósito de la economía nacional consiste en establecer bases materiales para satisfacer necesidades sociales. Las funciones básicas del Estado, como el suministro de alimentos, la protección sanitaria, la seguridad, la creación de las condiciones necesarias para el bienestar de la familia, guardan relación actualmente con el desarrollo de la industria y su infraestructura. Se debe tener en cuenta que los países en desarrollo todavía no podrán obtener, durante muchos años, los rendimientos del capital invertido. Sin embargo, mirando hacia atrás, una importación de equipo tecnológico semejante a una "carrera de relevos" puede conducir al desequilibrio permanente de la balanza de pagos y a una dependencia tecnológica que limite las posibilidades de conseguir el valor agregado óptimo.

Hay que entender correctamente el sentido de la palabra "dependencia". El desarrollo técnico y el intercambio y la cooperación internacionales con él relacionados establecen una red de relaciones que establece una dependencia mutua permanente entre los copartícipes.

Con la salvedad de algunos casos excepcionales, resulta imposible, incluso en países muy grandes, fabricar todo el espectro de bienes de capital. Sin embargo, la capacidad de reproducción objetiva de bienes de capital relacionados, como mínimo, con los recursos básicos del país (agricultura y/o explotación de materias primas) es un factor fundamental que atenúa las consecuencias de las fluctuaciones del mercado mundial y, por lo tanto, da cierto tipo de "independencia" en el sentido antes mencionado de la palabra.

En la estrategia del desarrollo industrial y en el contexto de la protección de la "soberanía", la balanza de pagos es un factor de gran importancia. La corriente de fondos a los países en desarrollo sufrió notables transformaciones durante los años 70. Los fondos procedentes de la asistencia oficial se han reducido en favor de un mayor aumento de los capitales privados. Así pues, el pasivo de los países en desarrollo alcanzó los 244 000 millones de dólares EE.UU. en 1977 y el incremento medio anual del saldo negativo ha aumentado de un 15% en 1970 a un 25% en 1977. En este contexto adquirió una importancia capital el problema de las proporciones entre los diversos niveles de elaboración en la estructura de la facturación y, por consecuencia, del valor agregado producido en países en desarrollo. En la actualidad, en dicha estructura, los bienes no elaborados (materias primas para elaboración ulterior) aparecen en las mayores cantidades -33%; los bienes parcialmente elaborados, en un 21%; y los bienes no elaborados para uso inmediato, en un 11%. El aumento del nivel de elaboración está relacionado con el desarrollo de instalaciones de elaboración y con un aumento de la participación endógena de los países en desarrollo en el mismo. Estos hechos forman un criterio importante de orientación en cuanto al surtido en la estructura de producción de bienes de capital para uso final. Así pues, el problema clave en el desarrollo de las fuerzas productivas del sector de los bienes de capital consiste en obtener una respuesta a la pregunta "¿qué fracción de sus beneficios acumulados puede asignar un Estado al desarrollo de los bienes de capital, en comparación con las cantidades dedicadas al desarrollo de industrias productoras de bienes de uso directo o general?".

El desarrollo excesivo del sector de los bienes de capital es desfavorable desde el punto de vista de la satisfacción de las necesidades sociales ordinarias, como el consumo directo, la protección de la salud, la educación, etc. De aquí que la limitación del consumo superfluo o de lujo, por encima de una prosperidad relativa en condiciones específicas, y el establecimiento de la reserva central de bienes para su redistribución con miras a satisfacer las necesidades en el futuro constituyan uno de los principales problemas de la optimización del nivel de vida social.

Las experiencias adquiridas por los países con economía de planificación centralizada que, en un período de 35 años, han avanzado de un nivel de economía en desarrollo a uno de economía desarrollada, muestran que la proporción de beneficios acumulados a asignar al desarrollo de bienes de capital debe ser alta durante varios decenios. La gran discrepancia entre el exceso de mano de obra y la falta de equipo para puestos de trabajo en Polonia en la época siguiente a la segunda guerra mundial hizo necesario, en particular, el desarrollo del sector de construcción de maquinaria (debido especialmente a que la situación política en los años 50 hacía imposible adquirir equipo de inversión en países con economía de mercado). Entre 1950 y 1970, la producción de Polonia se multiplicó por 7,8 pero el aumento de la producción de materias primas, maquinaria y equipo (conjuntamente) representó un factor de 9,6; en tanto que el aumento de los bienes de consumo supuso un factor de 5,8. Esas proporciones aún son más distintas si se excluye de los cálculos a la industria minera (producción de materias primas); durante este período de 20 años, la producción de bienes de capital se multiplicó por 13. Naturalmente, este tipo de estrategia conduce a una relación relativamente más lenta de aumento de la producción en aquellas ramas de la industria que fabrican bienes de consumo. Sin embargo, el nivel de fuerzas productivas alcanzado en este período permitió modificar la asignación de las proporciones de los beneficios acumulados en los años 70, y desarrollar en un plazo relativamente breve la producción de una amplia gama de bienes de consumo basada en tecnologías nacionales.

Por lo tanto, se debe insistir especialmente en que para elegir un tipo de desarrollo que suponga la participación en la creación de tecnologías en el futuro se requiere una respuesta a la pregunta clave, concretamente, qué extensión tiene la aceptación de la demanda diferida dentro de la sociedad, especialmente en la esfera de excedentes suntuarios superfluos. La respuesta viene determinada por aspectos sociales y políticos únicamente.

12. Uno de los problemas más difíciles de resolver es el de la elección de la generación adecuada de tecnología. Debido al excedente de mano de obra que se da en muchos países en desarrollo, la elección de tecnología se orienta hacia las que utilizan mano de obra y, en cierto modo, economizan capital, que a su vez son típicas de las generaciones estándar o iniciales. Consideremos si es correcta semejante elección y en qué medida. Cada generación tiene una estructura de calificaciones (aptitudes) peculiar de todo el conjunto de grupos de personal. Dejando aparte algunas excepciones, prácticamente ningún país desarrollado tiene esa estructura ya preparada en la medida que posibilita la adopción de cualquiera de esas tres generaciones en general. En otras palabras, en el caso de cada generación es menester tener presentes las dificultades para adoptarla y la falta de una fuerza de trabajo con las aptitudes idóneas. Por lo tanto, no se debe considerar que las razones tecnológicas sean suficientes para adoptar una decisión al respecto.

La clave de la elección de una generación tecnológica debe buscarse entre las razones económicas y sociales de la política estatal. La construcción de fábricas de maquinaria relativamente modernas con un alto costo de equipamiento por puesto de trabajo conduce al tipo de desarrollo tecnológico denominado "de enclave".

En semejante tipo de desarrollo se forman "islas" que no tienen vínculos suficientes con el resto de la sociedad y crean desigualdades en el empleo y en los niveles de vida.

Por otra parte, este tipo de industrialización permite reunir en esos "enclaves" personal selecto e idóneo de todo el país, resolviéndose así el problema de las deficiencias de la fuerza de trabajo.

El dominio de la tecnología moderna brinda una oportunidad de lograr una elevada productividad de la mano de obra. Análoga importancia reviste el logro de la madurez del personal, por lo que se refiere a las aptitudes tecnológicas, que puede utilizarse en el futuro como reserva de personal calificado cuando se construyan nuevas plantas. Esto tiene especial importancia en el caso de la industria de construcción de maquinaria, debido a la gran adaptabilidad y movilidad profesional del personal empleado en esta rama industrial.

El desarrollo de tipo "enclave" de la industria de bienes de capital apareció en los años 1918-1939 durante la industrialización de la Centralny Okreg Przemysłowy (Región Industrial Central de Polonia). En aquella época se construyeron instalaciones industriales modernas en una región en la que no había ninguna experiencia previa de industria pesada, y dichas instalaciones alcanzaron su madurez técnica, desarrollaron actividades innovadoras y fueron capaces de competir en los mercados mundiales en un período de 10 años. Al mismo tiempo se convirtieron en una fuente de personal calificado para fabricar instrumentos de precisión, aviones, máquinas-herramientas y maquinaria para obras públicas y para otros sectores industriales.

La alternativa al desarrollo de tipo enclave es un modelo de desarrollo industrial uniforme, que se caracteriza por un nivel medio relativamente bajo de gastos en equipamiento por puesto de trabajo. Esos puestos de trabajo baratos se traducen en una baja productividad de la mano de obra y reportan escasas ventajas en lo que respecta a la capacitación. Sin embargo, por razones sociales, este modelo tiene un carácter nivelador y es, relativamente, la mejor solución del problema de dar pleno empleo al excedente de mano de obra. Desde el punto de vista de la organización, este modelo impulsa pequeños talleres rurales que solamente tienen importancia local y cuyo objetivo consiste en aprovechar los recursos de mano de obra y los materiales locales así como satisfacer básicamente las necesidades locales.

En el desarrollo de la industria de bienes de capital se debe considerar la adopción de ambos modelos en proporciones mutuas adecuadas.

III. ASPECTOS CUALITATIVOS DE LA FABRICACION DE BIENES DE CAPITAL

13. Al elegir técnicas de producción, su configuración y generaciones, el problema del nivel de calidad de la producción que debe alcanzarse por razones económicas y sociales desempeña un papel muy importante. El problema de la calidad suele ser un motivo de confusión, pues está muy extendida la opinión de que sólo puede alcanzarse un alto nivel de calidad mediante tecnología (ingeniería de producción) de la generación más reciente. Las expresiones "bajo nivel de calidad", "alto nivel de calidad" o "satisfacción de criterios internacionales" son demasiado imprecisas para que puedan servir de criterio al elegir técnicas de producción.

La medida del nivel de calidad es la probabilidad de ajustar el producto a las necesidades y capacidades del usuario, que son características del medio social dado en el que ha de utilizarse el producto. Tales necesidades y capacidades están muy diversificadas, y también lo están los medios de los usuarios. La única manera de optimizar la calidad es efectuar estudios sobre las configuraciones de la diversificación de la demanda y sobre las características resultantes de la misma. Las más importantes de estas características son las que caen dentro de los cuatro grupos principales siguientes:

El primero comprende las características "estructurales" del medio de los usuarios que representan propiedades tales como: convenciones técnicas, sistemas de medidas, series modulares uniformadas, sistemas de juntas y conexiones y muchos otros tipos de normas unificadas y códigos que constituyen la base de un sistema de normalización. En los países desarrollados hace ya decenios que se establecieron estos sistemas de unificación de normas. Sin embargo, es bien sabido que no son idénticos y que las diferencias entre ellos son mucho mayores que las que podrían derivarse de diferencias entre los sistemas métrico decimal y británico, por ejemplo. Por lo general, los países en desarrollo carecen de normas nacionales propias, e incluso cuando éstas existen deben tener en cuenta ciertas infracciones de las mismas a causa de diversas convenciones técnicas en vigor en los países de los que se importa tecnología.

Desde el punto de vista de adaptar la producción a estas características estructurales, no existe ningún criterio o criterios universales para estimar un nivel de calidad. La ISO puede constituir una especie de base común, pero se debe tener presente que este sistema es incompleto.

El segundo grupo incluye las características físicas del medio de los usuarios, como la configuración de la distribución de temperaturas del entorno en que se han de utilizar determinados productos, los peligros de corrosión, el nivel de contaminación del medio, etc. La familiaridad con estas características es un componente importante del "know-how" de las compañías especializadas en exportar a muchas partes del mundo. Sin embargo, la capacidad de ajustar los productos a las peculiaridades climáticas de países meridionales puede suponer una gran ventaja para los artículos fabricados en países en desarrollo cuando éstos comercien con los países vecinos.

El tercer grupo incluye las características económicas del medio de los usuarios y de diversos segmentos del mismo, y proporciona información económica tal como relaciones de precios de los medios de producción, niveles de ingreso, relaciones de oferta a demanda, relaciones de elasticidad respecto del precio y de los ingresos, etc. Los factores económicos son los que más influyen en la diversificación cualitativa de productos, especialmente en la esfera de los bienes de consumo general y suntuario. La capacidad de fabricar productos coherentes con estos factores reviste especial importancia para los mercados de países en desarrollo.

Finalmente, el cuarto grupo incluye las características sociológicas del medio de los usuarios, que consisten en datos tales como los hábitos y los gustos especiales de los usuarios, la sensibilidad del mercado a efectos de demostración, el nivel y la diversificación de las calificaciones (aptitudes) para manejar el producto, etc.

14. La diversificación de la calidad es un resultado natural de las condiciones diversificadas del uso. Una de las maneras de diversificar consiste en establecer generaciones sucesivas cuando cambian ciertas funciones particulares de los productos a consecuencia del empleo de otro principio físico (por ejemplo, el uso de troqueles oscilantes para estampar ruedas dentadas (engranajes) en lugar de mecanizarlas). Este problema ya se discutió anteriormente. Sin embargo, también es menester tener presentes otros tipos de diversificación. La creación de diversas clases de productos, que van desde los populares, pasando por los habituales o estándar, hasta los avanzados o "sofisticados", guarda relación con diferencias sustanciales en los gastos de fabricación, gastos por concepto de tiempo de trabajo, perfección del acabado, materiales empleados, etc. Sin embargo,

no se debe pensar que los productos "sofisticados" sean más adecuados para satisfacer necesidades predeterminadas que los populares o estándar. Solamente son diferentes. Otra manera de diversificar los productos consiste en crear distintas variedades de productos con el propósito de restringir la función de los mismos a fin de conseguir una mayor eficacia debida a una mayor especialización en detrimento de la adaptabilidad del producto. Teniendo en cuenta estas tres maneras de conseguir una diversificación de la calidad, el sistema de control de calidad es capaz de seleccionar la gama más favorable de diversificación desde el punto de vista de las propias capacidades tecnológicas del productor y del sector de necesidades que se ha de satisfacer. Los países en desarrollo no tienen ni la tradición ni el dominio del control de la calidad de la producción que poseen los países desarrollados. Sin embargo, con una perspectiva de un futuro no muy lejano, por razones económicas o sociales, el control de calidad se convertirá en un problema que se habrá de resolver urgentemente.

15. Las características de las técnicas de producción que se utilizan en la industria de bienes de capital influyen de manera esencial en la calidad de la producción de otros bienes. Sin embargo, es frecuente que se sobrestime dicha influencia. Está difundida la opinión de que es imposible fabricar maquinaria o equipo de precisión y exactitud definidas utilizando maquinaria de menor precisión y exactitud. Si esta opinión fuera correcta, nunca se podría fabricar maquinaria de mayor precisión que la existente. Un factor que compensa la menor precisión de la maquinaria y la dispersión dimensional de ella resultante es el acabado a mano. La falta de personal para este tipo de trabajo y el alto costo de la mano de obra en los países desarrollados han conducido a la solución inversa, es decir, a la corrección de los errores e inexactitudes resultantes del trabajo manual mediante el uso de máquinas precisas. Esta parte de las inversiones de capital que está relacionada con operaciones preparatorias y de post-mecanización, automatización de la inspección, operaciones de medición y limitación de las tolerancias naturales de la maquinaria, se puede sustituir con éxito en países en desarrollo mediante una mayor proporción de trabajo directo que requiere conocimientos técnicos relativamente menores pero gran habilidad manual.

16. La compensación mutua de la calidad del trabajo entre el equipo, por una parte, y el operario y las técnicas de corrección (acabado, selección), por otra, reduce el riesgo de que la calidad sea "inadecuada" aunque se utilicen tecnologías atrasadas. El máximo riesgo se debe prever en el mecanizado, en donde la

rigidez de la bancada, el huelgo en los cojinetes, la linealidad de la alimentación y la co-linealidad del husillo figuran entre las causas principales de dispersión dimensional. Sin embargo lo más fundamental, por lo que se refiere a la calidad en el sector de bienes de capital, es el problema de los requisitos que deben cumplir los materiales.

17. El material cuyo uso predomina en la industria de bienes de capital es el acero y, para ser más exactos, las aleaciones ferrosas. Este es el único material usado en gran escala cuyas propiedades dependen tanto del proceso metalúrgico de fabricación de acero como del tratamiento térmico de los componentes o piezas de trabajo. La concentración de la industria siderúrgica durante muchos años en unos pocos centros de industria metalúrgica del mundo ha conducido a una concentración semejante de los conocimientos técnicos relativos a la producción de este material. Sin embargo, paralelamente a ello y durante muchos decenios, se han acumulado conocimientos sobre procesos de tratamiento térmico en muchos lugares donde estaban ubicadas diversas industrias, especialmente de fabricación de maquinaria, que eran las principales consumidoras del acero. Así pues, ya que se está discutiendo el acero, vale la pena considerar dos aspectos que determinan la calidad en las industrias constructoras de maquinaria.

El primero es la variedad disponible comercialmente de calidades de acero razonablemente diversificadas desde el punto de vista de sus composiciones químicas o de sus propiedades mecánicas (tenacidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al esfuerzo cortante, resistencia superficial, resistencia al choque), propiedades tecnológicas básicas (plasticidad, estirabilidad, maquinabilidad), propiedades físicas y químicas (conductividad eléctrica y térmica, resistencia a la corrosión, etc.) y configuración geométrica inicial. El surtido de calidades de acero disponibles comercialmente incluye varios miles de calidades de aleaciones. Desde el punto de vista de la adquisición de la maestría necesaria en el tratamiento térmico y del mantenimiento de una estructura homogénea del proceso de producción en la industria de construcción de maquinaria, la selección debe limitarse prácticamente a un número no superior a una docena, aproximadamente, de las calidades que se utilizan permanentemente. Es una tarea difícil para los responsables de compilar normas para la compañía o normas nacionales.

El segundo problema consiste en poseer suficientes conocimientos y la experiencia necesaria en la esfera del termotratamiento empleado en los procesos de fabricación de la industria constructora de maquinaria. Para esto no se

requieren exactamente aptitudes manuales, sino más bien un conocimiento a fondo del comportamiento de las aleaciones de hierro y carbono, así como estar familiarizado con todas las irregularidades y perturbaciones que ocurren en el proceso de endurecimiento térmico. Las técnicas contemporáneas de tratamiento térmico y de tratamientos térmico y químico combinados, se orientan, de la misma manera que las demás, hacia un alto grado de automatización y hacia unas instrucciones tecnológicas muy estrictas a fin de evitar errores. Esto conduce, en general, a una disminución del nivel necesario de los conocimientos profesionales de los operarios que intervienen directamente en el proceso pero, al mismo tiempo, a un aumento de ese nivel por lo que respecta al personal intermedio, como los encargados del herramental, el personal de supervisión de categoría intermedia y el personal de mantenimiento que se ocupa del equipo de termotratamiento, así como de los aparatos e instrumentos de control y medida con él relacionados.

18. Pese al predominio del acero, el acero colado y el hierro colado entre los materiales que se emplean en la industria de bienes de capital, este sector industrial requiere una variedad considerablemente mayor de materiales iniciales que otras industrias. A este respecto se observan requisitos especialmente importantes en la mayor parte de las generaciones modernas de tecnología, por ejemplo, en la fundición, por lo que respecta a la arena para moldes y machos, aglutinantes, resinas, aditivos; en la soldadura, por lo que respecta a fundentes, electrodos, atmósferas de protección (controladas), etc. Cuando a estas sustancias iniciales de uso muy general se añaden metales no férricos y sus aleaciones, plásticos, aislantes para revestimientos anticorrosivos, así como juegos típicos de componentes y conjuntos estándar (cables, interruptores, contactos, cojinetes, engranajes, motores, empalmes, componentes de sistemas neumáticos e hidráulicos, juntas, etc.), hay que hacer frente a un conjunto muy amplio de suministros necesarios, para lo cual se requiere un sistema eficiente de organización del control de materiales moderno. El control de materiales resulta más fácil de llevar a cabo en los casos de producción en serie o en grandes lotes, producción que es especialmente recomendable para los países en desarrollo. Entre las ventajas de la industria de bienes de capital figuran su gran adaptabilidad y capacidad de atender a pedidos especiales. En este caso, todos los asuntos relacionados con el funcionamiento de filiales técnicas, control de materiales y sistema de abastecimiento hacen que tanto los procesos de producción como los de preparación resulten especialmente difíciles y complejos, necesitándose personal sumamente calificado.

19. La industria de bienes de capital es un sector industrial típico que requiere la integración interna en el país de que se trate e impulsa el logro de dicha integración. Lesempeña las siguientes funciones relacionadas con la integración horizontal:

1. Mantenimiento de la maquinaria en funcionamiento dentro del país;
2. Fabricación de componentes y conjuntos estándar utilizados en diversos sectores de la economía nacional;
3. Suministro del equipo que forma estructuras, es decir, aquellos productos que deben ser mutuamente complementarios.

Las actividades de inversión de diversas compañías en países desarrollados, las diversas fuentes de equipo técnico importado y la actividad de diversos servicios de asesoramiento conducen a una diversificación técnica excesiva y a la no complementariedad de estructuras técnicas. Una de las condiciones clave del establecimiento de una industria nacional es la creación de la base del sistema de unificación de normas industriales.

La unificación de normas es una actividad relacionada con la imposición de restricciones técnicas a fin de racionalizar la economía nacional y de establecer un orden tecnológico que posibilite un desarrollo fácil de la cooperación. Cuanto más se tarda en implantar normas industriales mayor es el costo de adoptarlas.

Desde el punto de vista de la industria de bienes de capital, resulta especialmente importante poner orden en los siguientes grupos de problemas:

- principios de incrementación (graduación) de series paramétricas;
- secuencias paramétricas estándar básicas (series) de voltajes, vatiajes, etc.;
- dimensiones geométricas y requisitos relativos a las propiedades mecánicas de elementos de conexión y empalme;
- sistemas de montaje;
- secuencias (series) paramétricas de perfiles y formas estructurales;
- secuencias paramétricas de grupos básicos de productos estándar incluidos en catálogos de productos generalmente disponibles, como cojinetes, acoplamientos, engranajes, motores de capacidad baja e intermedia, etc.;

- composiciones químicas y propiedades cualitativas de las calidades recomendadas de acero, acero colado, niero colado, metales no férricos, plásticos, productos sinterizados y polvo;
- grupos básicos de herramientas de corte, en particular gubias de tornero, fresas, escariadoras, brocas y machos de aterrajar;
- galgas y elementos semejantes;
- conjuntos reemplazables básicos de máquinas, como manguitos portaherramientas y cabezales;
- problemas técnicos importantes de carácter general, como los principios que rigen los procedimientos de puesta en servicio de maquinaria, códigos de legalización de galgas, procedimientos de expedición de certificados de calidad, etc.

Los problemas arriba enumerados se refieren principalmente a la uniformación de normas nacionales. Al mismo tiempo, o si fuera necesario incluso antes, se han de implantar las normas de la compañía en las grandes instalaciones de las industrias eléctricas y de fabricación de maquinaria, con objeto de racionalizar y estabilizar el control de los materiales, las herramientas y las piezas de repuesto, así como de compilar códigos para ensayar e inspeccionar los conjuntos de productos fabricados y listas de los mismos.

20. La industria de bienes de capital es una de las que fijan requisitos muy estrictos de fiabilidad y seguridad de los productos fabricados. Por esta razón, todo lo relacionado con la medición y la inspección reviste especial importancia. Aparte de los juegos típicos de instrumentos de medida de los talleres, como galgas, indicadores, etc., también son típicos de este sector industrial las cámaras de calibrado y normalización (mediciones). Dichas cámaras tienen por objeto:

- Legalizar y ajustar los instrumentos de medida de los talleres;
- examinar la composición química de los materiales;
- ensayar las propiedades mecánicas y físicas de los materiales empleados.

Lo mismo que ocurre con otras tecnologías, hay métodos característicos y equipo de medición y de control de calidad que son típicos de generaciones sucesivas. El equipo de una cámara de calibrado y normalización corresponde a la capacidad de un personal con calificaciones intermedias. Las instrucciones necesarias pueden incluirse en códigos generales, que deben ser compilados por una entidad gubernamental responsable de cuestiones metroológicas. Esta entidad también debe estar encargada de organizar y dirigir algunos centros de capacitación del personal que se vaya a emplear en la esfera de la metrología industrial.

IV. PROBLEMAS DE ORGANIZACION DE LA INDUSTRIA DE BIENES DE CAPITAL

21. En lo tocante al tamaño de las instalaciones, la industria de bienes de capital, al revés de lo que ocurre en otras industrias, exhibe una gran diversificación. En los países desarrollados con economía de mercado, en dicha industria predominan las instalaciones pequeñas con menos de 500 empleados. Al mismo tiempo, alrededor de la mitad del número total de personas empleadas en ese sector trabaja en instalaciones medianas y grandes que emplean a más de 500 personas. El modelo general de este sector es de tipo concéntrico -por término medio hay unas 10 instalaciones que cooperan con una muy grande.

22. En los países desarrollados con economía de planificación centralizada se ha establecido el modelo más integrado. Aquí predomina el grupo de las empresas que emplean de 500 a 1 000 personas, pero, al mismo tiempo, en la estructura orgánica de este sector se encuentran muchas empresas con plantillas de varios miles de empleados. Este modelo de organización es, pues, del tipo de red, que exhibe diversas relaciones mutuas de cooperación. Por lo tanto, el espectro de productos manufacturados en las empresas fabricantes de bienes de capital de los países con economía de planificación centralizada es más complejo y está más diversificado; con frecuencia los distintos departamentos constituyen dependencias separadas orgánicamente que sólo exhiben un pequeño grado de cooperación interdepartamental.

23. Además de las empresas separadas orgánicamente, algunos departamentos de empresas que pertenecen a otros sectores de la economía desempeñan un papel importante en la industria de fabricación de bienes de capital. Por ejemplo, hay departamentos de mantenimiento que tienen capacidades predeterminadas para construir máquinas nuevas, únicas y fabricadas individualmente, talleres de fabricación de herramientas cuyo principal propósito es la regeneración de herramientas y cabezales, pero que también pueden fabricar componentes únicos de herramientas de producción. Al sector de los bienes de capital también pueden pertenecer en cierta medida varios departamentos experimentales o "piloto" e institutos de investigación y desarrollo, así como departamentos tecnológicos de otras empresas e instituciones.

24. En la organización de la industria de bienes de capital también reviste gran importancia el tipo de especialización. No es necesario definir la palabra "especialización", pero vale la pena prestar cierta atención a dos formas

distintas de la misma, cada una de las cuales tiene distintas consecuencias económicas y de organización.

La primera de ellas es la conocida con el nombre de "especialización operacional (funcional)", cuyo objetivo consiste en que se lleve a cabo un grupo predeterminado de operaciones tecnológicas independientemente de la naturaleza de la producción y del destino de los componentes que se produzcan. Como ejemplo de semejantes operaciones puede mencionarse la producción de piezas fundidas en una fundería especializada en la que se hacen piezas para diversos tipos de productos. Este tipo de especialización requiere el dominio de todos los aspectos relativos a los materiales, metalurgia, equipo y maquinaria de fundición, producción de calidades predeterminadas de hierro colado y/o acero colado, y producción de piezas fundidas dentro de una gama prefijada de dimensiones y tonelaje globales, al tiempo que se satisfacen los requisitos relativos a las propiedades mecánicas de dichas piezas fundidas.

La especialización operacional conduce por lo general a la concentración orgánica de instalaciones que utilizan procesos tecnológicos semejantes y al establecimiento de instalaciones tecnológicas y de investigación y desarrollo para resolver problemas de materiales, operaciones, procesos y equipo tecnológico.

Ese tipo de especialización se utiliza principalmente para producir componentes de maquinaria o piezas en tosco o semiproductos para máquinas, como piezas fundidas, forjadas, perfiles soldados, etc.

El carácter cooperativo de estas tecnologías especializadas se distingue por una gran variedad de la producción ofrecida y una gran adaptabilidad resultante de la misma. El grado de desconcentración de los surtidos depende de la estructura de las industrias consumidoras. Evidentemente, la desconcentración de surtidos conduce a una producción de lotes relativamente pequeños y, en consecuencia, a la necesidad de introducir cambios frecuentes en el equipo de elaboración. El rasgo característico de la desconcentración de surtidos consiste en el tiempo dedicado a operaciones preliminares y posteriores a la elaboración, que representa una proporción sustancial del tiempo de trabajo total. Esto se traduce en una disminución de la eficiencia económica de la producción.

Para evitar los efectos negativos de la desconcentración de surtidos se adoptan medidas preventivas de los dos tipos siguientes. En primer lugar, se clasifican los productos conforme a sus tipos y se agrupan los pedidos de acuerdo

con las semejanzas entre ellos. Esta clasificación (también llamada tipificación) se debe considerar como una de las actividades más importantes del departamento de unificación de normas de la compañía. Dicha clasificación cambia la naturaleza de la oferta, que de ser pasiva pasa a ser activa. Las empresas clientes ven, pues, sus posibilidades de elección limitadas al surtido contenido en el catálogo, por lo cual deben ajustar en cierta medida sus necesidades a la oferta, lo cual limita a su vez y en cierta medida la flexibilidad de la actividad del consumidor pero, por otra parte, esa situación redundará en beneficio del productor puesto que disminuye los costos de elaboración y se traduce en una mejora de la calidad del producto.

El segundo tipo de especialización es el llamado "especialización en productos", basado en el establecimiento de relaciones permanentes con un grupo seleccionado de clientes que tienen una gama estable de pedidos.

25. El rasgo característico de la especialización en productos es un surtido muy limitado de productos finales (es frecuente que solamente haya un producto final). Es bien sabido que se ha diversificado mucho el tamaño del lote de producción de la industria de bienes de capital. La producción de artículos tales como herramientas de corte, componentes de empalmes y conexiones estándar, cojinetes, etc., se hace en serie. En lotes grandes se producen bienes tales como tractores y aperos agrícolas, equipo de transporte de fines múltiples, herramientas manuales, etc. Finalmente, la maquinaria y el equipo muy especial se fabrican por lo general en lotes pequeños, o incluso de uno en uno. Tal diversificación no es consecuencia del nivel de modernización tecnológica ni guarda relación con él, sino que es consecuencia primordial de la adaptabilidad tecnológica.

26. La medida de la adaptabilidad tecnológica es la flexibilidad tecnológica del proceso de producción. Dicha flexibilidad tecnológica está determinada por el porcentaje del equipo técnico que puede utilizarse a pesar de los cambios en la producción, en especial cuando se reemplaza un surtido de producción determinado por uno más moderno. La principal característica de la industria de bienes de capital es la gran flexibilidad, que es mucho mayor, por ejemplo, que la de la industria automotriz, la industria química, la alimentaria, etc. Con carácter de transición, a mediados del siglo actual la tendencia a la especialización de las líneas de producción y a la gran especialización de la maquinaria ha conducido a una disminución de la flexibilidad incluso en la industria de construcción

de máquinas (electromecánicas). Las tendencias que actualmente se observan en esta última industria se caracterizan, sin embargo, por la vuelta a la producción y el uso de equipo adaptable a diversos propósitos, de gran flexibilidad pero, al mismo tiempo, con un elevado grado de automatización de las operaciones auxiliares.

Evidentemente, la causa principal del alto grado de mecanización es la escasez de mano de obra y el elevado costo de la misma en los países desarrollados, pero no se deben pasar por alto otras causas. La automatización de operaciones auxiliares tales como la colocación de las piezas a elaborar y el ajuste de las herramientas, la selección de los parámetros de corte, las operaciones de medición y de control relacionadas con el proceso de fabricación, revisten gran importancia para el logro de una alta calidad con un bajo nivel de calificaciones y experiencia en los operarios.

En las industrias que producen en lotes grandes, la automatización de las operaciones de ajuste y control garantiza una gran reproducibilidad (pequeña dispersión de las dimensiones y de otras características). En las industrias con gran desconcentración de surtido, esta automatización permite aprovechar los programas óptimos de cambio de herramientas y lograr casi la máxima exactitud y precisión de que es capaz el proceso.

27. La forma orgánica más sencilla en el sector de los bienes de capital son los talleres rurales y las instalaciones regionales pequeñas. Este tipo de productores constituyen un factor importante en la activación industrial, ya que utilizan los recursos locales de materias primas y mano de obra. La característica específica de este tipo de productores es una inversión de capital muy baja (hasta 10 000 dólares EE.UU.). Las tecnologías que emplean se pueden adaptar a los recursos de mano de obra local y a sus calificaciones (aptitudes). Por lo que respecta al tamaño de estas unidades de producción, su número de empleados varía entre unos pocos y menos de 20, y son fáciles de organizar y dirigir. Son una forma embrionaria de plantas productoras orientadas hacia la especialización operacional con una gama relativamente amplia de servicios técnicos. El nivel de la oferta de esos productores puede adaptarse fácilmente, por lo que respecta a los precios y a la calidad, a las necesidades y capacidades locales. Aunque estas unidades pequeñas suelen ser del tipo de las de servicios técnicos, de todas maneras son capaces de desarrollar, sin dificultades, la producción de herramientas manuales forjadas, componentes fundidos o soldados de maquinaria y aperos agrícolas, etc.

La industria regional no tiene las características de la industria de bienes de capital en el pleno sentido de esta expresión. En estos talleres rurales la producción, si existe, se suele conseguir sin documentación técnica y sin servicios de ingeniería auxiliares. Este tipo de instalaciones es muy útil para impartir destreza manual, pero no contribuye a la base industrial y carece de disciplina industrial y de división del trabajo.

28. La rama industrial más sencilla, pero importante y constituyente de un componente integral del sector de los bienes de capital, es la que contruye y monta instalaciones técnicas estacionarias, como recipientes, depósitos, calderas, tuberías industriales y sistemas de cañerías que requieren operaciones de soldadura, intercambiadores térmicos y otras estructuras técnicas. Los materiales básicos son: chapa metálica, tubos, perfiles laminados, etc., que suelen ser de acero al carbono corriente. Entre las tecnologías básicas utilizadas figuran el corte (mecánico o al oxígeno), el doblado y el montaje (soldadura remache a presión) que son fáciles de adquirir y dominar. El equipo tecnológico empleado es relativamente sencillo y, con la excepción de la soldadura de precisión en el caso de tuberías y cañerías especialmente importantes, no requiere un know-how complejo. En esta rama industrial no se utiliza el tratamiento térmico, salvo en casos excepcionales y particulares en que se lo precisa para eliminar tensiones internas.

Las construcciones soldadas (estructuras) son objeto de gran demanda. El transporte de productos terminados a largas distancias resulta muy caro, debido a la disposición especial de los componentes de la construcción, por lo cual es más rentable establecer una fábrica de estructuras de acero en la proximidad del lugar en que vayan a instalarse las construcciones mencionadas.

La industria de fabricación de estructuras soldadas requiere filiales mecánicas que se caracterizan por realizar una labor relativamente sencilla. Con la excepción de recipientes y tuberías complejas de alta presión, el diseño es rutinario. La documentación técnica puede interpretarse con facilidad en el taller de fabricación.

29. Dentro del sector de capital, que consta de muchas ramas industriales relativamente complejas, la industria de fabricación de herramientas parece ser relativamente sencilla. Esta industria ocupa una posición destacada debido a la importancia de las herramientas y al carácter repetitivo de la demanda de las

mismas, así como a las ventajas económicas y sociales de esta rama industrial. Desde el punto de vista de la ingeniería de producción, esta rama industrial emplea tecnologías tales como: forjado, estampado, termotratamiento, mecanizado y montaje. El surtido está muy diversificado, debido tanto a la complejidad como a los requisitos de calidad. Hay herramientas relativamente sencillas, como las gubias de torneros, y otras tan complejas como las mandrinadoras y los instrumentos de medida. Esta industria requiere altos niveles de calificación, experiencia y disciplina técnica en su personal. Sin embargo, debido a la producción en serie, así como a la fina segmentación del proceso de producción, esta industria puede asimilar una proporción relativamente elevada de personal que adquiera después los conocimientos y las calificaciones profesionales necesarios. La preparación de la producción carece de complejidad, especialmente en el caso de la documentación técnica, puesto que una gran parte de los conocimientos necesarios son de carácter general.

En la industria de fabricación de herramientas, el control de materiales desempeña un papel importante, sobre todo en lo tocante a la selección del material adecuado. Igual importancia revisten el termotratamiento y los tratamientos térmicos y químicos combinados durante el proceso de fabricación. Es menester ensayar las propiedades de materiales simples y compuestos y también realizar las operaciones adecuadas de control de calidad en el laboratorio durante el proceso de fabricación.

El personal calificado de la industria de fabricación de herramientas constituye una fuente importante y valiosa de personal para los talleres de herramientas de todas las instalaciones industriales. Se debe señalar que, en dichos talleres de herramientas de la industria electromecánica y en los de las instalaciones de mantenimiento, hasta un 10% del número total de empleados debe tener amplios conocimientos, gran experiencia y la capacidad de trabajar con un mínimo de supervisión a causa del carácter individual del trabajo técnico realizado. En este contexto, la industria de fabricación de herramientas es una escuela insustituible en la que adquiere sus conocimientos el personal muy calificado de otras ramas industriales y, al mismo tiempo, es una condición indispensable para que los países en desarrollo consigan la independencia tecnológica.

30. La posición principal en el sector de los bienes de capital la ocupa la industria de fabricación de máquinas-herramientas y equipo, la cual constituye una parte de dicho sector que es crucial para las técnicas de producción, y en la que

se dan los requisitos más estrictos, sobre todo en lo tocante al personal a emplear, a la labor científica y de investigación necesaria, y a todos los aspectos relacionados con el control de materiales.

Normalmente, la primera fase del plan de desarrollo de la industria de fabricación de máquinas-herramientas la constituyen los talleres de mantenimiento. Las revisiones y reparaciones de máquinas suponen el dominio de los procedimientos de montaje y desmontaje de máquinas-herramientas, la regeneración o sustitución de diversos conjuntos, ajustes, etc. Es corriente que los talleres de mantenimiento empiecen por fabricar, conforme a su capacidad, algunos de los componentes que se desgastan rápidamente, llegando después hasta la fabricación de conjuntos completos de máquinas-herramientas. La fase siguiente de desarrollo puede incluir no sólo la renovación sino también la modernización de las máquinas. En muchos casos las instalaciones pequeñas utilizan máquinas usadas, que se han adquirido de segunda mano, y no son capaces de repararlas, regenerarlas y modernizarlas. Por lo tanto, el establecimiento de talleres especializados de mantenimiento se debe considerar como una fase necesaria del desarrollo industrial. Los talleres de mantenimiento constituyen, esencialmente, una base bien equipada para emprender la producción utilizando ciertos subconjuntos estándar, disponibles comercialmente, con la ayuda de un productor experimentado, que puede ser de un país desarrollado o de un país en desarrollo que haya progresado mucho en la fabricación de máquinas.

El plan de desarrollo para la fabricación de otras máquinas debe tener la misma naturaleza o una muy semejante. Varias fábricas de vehículos automotores han comenzado su producción a partir de la fase del taller de mantenimiento y reparación, pasando después por la del taller de montaje con licencia, hasta llegar a las fábricas autónomas de vehículos.

31. Paralelamente al desarrollo de la industria de bienes de capital, que acomete la producción de maquinaria y equipo complejos, aumenta la demanda de componentes especiales y estándar de máquinas, de conjuntos completos y de algunas otras piezas estructurales. El catálogo de los suministros necesarios para la industria de fabricación de maquinaria contiene varios miles de entradas, y este número se duplica cada 10 o 15 años. Más intenso aún es el desarrollo de fases finales de la elaboración de recursos naturales, cuanto más rápidamente aumenta

la necesidad de crear relaciones tecnológicas permanentes de carácter cooperativo y determinar principios fiables, incluso en el futuro, de división tecnológica de la producción en grupos individuales de surtidos en las ramas auxiliares de la industria. A dichas industrias se las debe considerar como auxiliares de la de bienes de capital cuando se fabrican componentes y conjuntos que resultan indispensables en la industria de fabricación de maquinaria, por ejemplo, motores eléctricos, motores de combustión con una secuencia paramétrica prefijada de capacidades y eficiencia que depende de la generación que se emplee; componentes de accionamiento o transmisión, como engranajes, embragues, acoplamientos, accesorios eléctricos, transformadores, generadores, conmutadores, interruptores, etc., componentes de sistemas neumáticos e hidráulicos, empalmes, uniones, elementos de ensambladura, cojinetes, etc.

Por lo que respecta a la organización, es importante hacer una elección correcta de la escala de integración horizontal de la industria de bienes de capital. El pequeño tamaño, por término medio, de las instalaciones de la industria mecánica hace imposible la integración dentro de una sola empresa. La integración debe tener lugar a escala nacional en una gama prefijada, mientras que el resto de la gama completa debe caer dentro de la integración internacional.

Cuanto más amplia es la gama de integración entre países más fácil resulta la solución de los problemas de intercambiabilidad, coherencia modular y complementariedad de la industria por medio de normas nacionales y de diversos códigos técnicos.

Sin embargo, el peligro de caer en la anarquía tecnológica y de sufrir sus efectos nocivos (producción en pequeña escala, costos elevados, falta de relaciones con la industria mundial) hace imposible el logro de una integración total entre países. Por lo tanto, la industria de bienes de capital requiere la integración de carácter internacional con un conjunto de problemas que de ella se derivan y que conducen a la anarquía tecnológica con efectos más graves en lo tocante a la organización y los costos de los servicios, las reparaciones y la intercambiabilidad de conjuntos. Parecería que la solución de la integración internacional reside en el establecimiento de relaciones cooperativas entre países en desarrollo pertenecientes a un grupo en el que se fabriquen productos de inversión de generaciones próximas entre sí. La cooperación técnica y el principio permanente de la distribución de la labor tecnológica dentro del marco de la cooperación entre países con economías planificadas fueron el factor esencial de la aceleración del desarrollo de dichos países en los últimos tres decenios.

32. Los problemas de inversión dentro del sector de la industria de construcción de maquinaria son, por lo general, menos complejos que en el caso de las ramas industriales que consumen más capital, como las industrias metalúrgica, de minería, química, etc. En base a la experiencia adquirida durante la época de las generaciones estándar, se puede suponer que la producción media por empleado de la fuerza de trabajo de producción directa representa de 4 a 10 toneladas. Esto requiere 4 a 10 m² de superficie directamente productiva por empleado, lo cual corresponde a 10 a 20 m² de superficie útil y a 15-30 m² de superficie total de la instalación. En las generaciones estándar de maquinaria, la relación entre capital fijo y valor de las ventas es de 1 a 2, por término medio. El capital de operaciones, inclusive materiales, piezas y componentes estándar de catálogo, inventarios de artículos acabados y de artículos en fase de producción, supone del 30% al 50% del valor de las ventas. El valor agregado varía notablemente en función del grado de elaboración, del grado de complejidad del producto, de la rentabilidad del mismo y de su escasez. En la producción de máquinas-herramientas, esta cantidad puede llegar al 60% o 65% respecto del valor de la producción, o al 200% aproximadamente respecto de los costos de los materiales.

R E S U M E N

- a) La industria de bienes de capital es uno de los segmentos de la economía que más influyen en el desarrollo de fuerzas productivas. Establece toda la estructura de personal necesaria para un proceso de desarrollo industrial pero, sobre todo, imparte aptitudes y crea actitudes sociales. El desarrollo de este segmento de la economía es un componente indispensable del proceso de industrialización.
- b) Los requisitos de la industria de bienes de capital, por lo que respecta a la infraestructura técnica del país y a las calificaciones iniciales del personal, están diversificados en función de las generaciones de tecnología que se empleen. La diversificación de tecnología posibilita la elección, prácticamente para cualquier circunstancia, de una generación adecuada de medios de apoyo de la labor técnica.
- c) No es necesario utilizar la generación tecnológica más moderna de elevada complejidad. Parece práctico, según sean las circunstancias locales, utilizar dicha generación en centros industriales de tipo "enclave" cuyo objeto consiste en lograr avances tecnológicos sustanciales. Pero lo más adecuado parece ser aprovechar las generaciones iniciales y estándar, que posibilitan actividades industriales uniformes, brindan la oportunidad de adquirir aptitudes en el empleo y, además, a causa de la adaptabilidad tecnológica posibilitan la especialización de tipo operacional (funcional).
- d) La selección de tecnología a efectuar mientras se desarrolla la industria de fabricación de bienes de capital depende de las circunstancias específicas de cada país. Se supone que este sector tiene por objeto aumentar el valor agregado en relación con aquellos recursos naturales que constituyen la reserva de progreso económico (agricultura, recursos). Al mismo tiempo, se debe prestar atención al hecho de que la reproducción material de los medios de producción que están relacionados con la explotación de los recursos naturales es un factor básico que atenúa los efectos de las fluctuaciones del comercio mundial en relación con cada país.
- e) No cabe duda de que se ha sobrestimado la influencia de la generación técnica sobre la calidad de la producción. Dentro los grupos de tecnologías

de que se dispone hay, sin duda alguna, posibilidades de compensar los efectos de un nivel más bajo de equipo técnico, por lo que se refiere a la calidad, mediante el empleo de tecnologías adicionales. Sin embargo, sobre la calidad del producto influyen principalmente el factor humano (gerencia, personal auxiliar de ingeniería, personal supervisor, obreros) y, en el caso de la industria de bienes de capital, los materiales. Así pues, revisten especial importancia factores tales como la política de control de calidad que se adopte, la buena unificación de normas nacionales, y también la selección y el tratamiento de los materiales, especialmente los aceros, el hierro colado y los materiales no férricos.

- f) La producción de estructuras estacionarias de acero, como recipientes, depósitos, marcos, en los que las tecnologías básicas son las de corte, doblado y soldadura, es un eslabón importante de la industria de bienes de capital. Esta producción representa un elemento indispensable de la industria en todos los países. Igualmente indispensable dentro del sector de los bienes de capital es la industria de fabricación de herramientas, no sólo en la gama de herramientas estándar y de las incluidas en catálogos, sino también la fabricación de herramientas con fines únicos y especiales. Estas dos ramas industriales son relativamente fáciles de dominar, ofrecen importantes ventajas educativas y pueden convertirse fácilmente en ramas económicamente competitivas.

- g) El desarrollo industrial requiere filiales de mantenimiento y reparación adecuadas, capaces de llevar a cabo las diversas tareas necesarias para mantener la industria en funcionamiento. Los talleres de reparación y mantenimiento son un eslabón importante del desarrollo de instalaciones industriales mayores y más complejas, entre las cuales pueden citarse las de fabricación de máquinas-herramientas, medios de transporte, maquinaria agrícola, etc. Por lo tanto, el desarrollo de instalaciones de mantenimiento debe ocupar una posición preeminente en la política tecnológica de cada país.

- h) Una característica importante de la industria de bienes de capital son las instalaciones de tamaño relativamente pequeño. Por consiguiente, este sector de la economía puede ser un importante factor del desarrollo de la industria rural, en el que se precisan desembolsos relativamente pequeños para equipar técnicamente cada puesto de trabajo. A medida que avanza el

proceso de desarrollo, este sector comienza a integrarse con instalaciones mayores de la industria de construcción de maquinaria, que son de tipo "enclave" y representan un nivel técnico superior. La adaptabilidad de la industria rural de fabricación de herramientas, así como la de otras instalaciones rurales como los talleres de mantenimiento y reparación y las industrias complementarias, pueden constituir un importante factor que compense la escasez de personal de gestión y la falta de filiales técnicas en países en desarrollo. Por otra parte, es útil que el gobierno establezca filiales adecuadas que presten servicios técnicos a instalaciones pequeñas con programas de producción semejantes.

- i) La industria de fabricación de bienes de capital supone una ventaja considerable desde el punto de vista de la integración técnica interna del país. Cuando se establece un sistema de normas y relaciones cooperativas nacionales, se pone en marcha una corriente de personal y comienzan las actividades de desarrollo en la esfera de la adopción o creación de nuevas tecnologías. Cuanto antes se establece este sector, menores son sus costos de establecimiento y las pérdidas sociales resultantes de su falta en la economía nacional.

