



NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL



LIMITADO

E/CN.12/L.16
Junio de 1967

ORIGINAL: ESPAÑOL

COMISION ECONOMICA PARA AMERICA LATINA
Santiago de Chile

CONSIDERACIONES Y ANTECEDENTES RELATIVOS A LA CREACION DE UN
INSTITUTO DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS EN EL BRASIL

Informe preparado por el
Programa Conjunto CEPAL/ILPES/BID de Integración del
Desarrollo Industrial
A solicitud del Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico

BIBLIOTECA NACIONES UNIDAS MEXICO

- iii -

INDICE

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
II. DE LAS FUNCIONES	6
1. Ensayos de comprobación de las máquinas-herramientas	7
2. Diagnóstico dinámico de las máquinas y de sus elementos	11
3. Asistencia técnica a los fabricantes	14
4. Investigación tecnológica	17
5. Colaboración y asesoramiento a las entidades públicas y privadas en materias que se relacionan con la industria de máquinas-herramientas	19
6. Publicación y divulgación	21
III. DE LOS RECURSOS PARA LA CREACION Y FUNCIONAMIENTO DEL INSTITUTO	23
1. Necesidades de personal	23
2. Necesidades de equipos	25
3. Edificios e instalaciones	29
4. Inversiones	30
5. Gastos de operación	31
ANEXO DESCRIPTIVO DE ALGUNOS CENTROS E INSTITUTOS EUROPEOS DE INVESTIGACION DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS	33
1. Instituto VUOSO - Research Institute of Machine-Tools and Machining. Praga, Checoslovaquia	33
2. Laboratoire Central et Ecoles de l'Armement - Section de Mécanique Industrielle et d'Essais de Machines-outils. Arcueil, Francia.....	36
3. CNR - SVIMU - Centro Sperimentale per le Macchine Utensili. Milano, Italia	37
4. Laboratorium für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der Rheinisch Westfälischen. Aachen, Alemania Occidental	39
5. GERMO - Centre d'Etudes et de Recherches de la Machine-Outil. Paris, Francia.....	43

	<u>Página</u>
6. Investigación sobre máquinas-herramientas y mecánica aplicada en el Reino Unido	44
7. M.T.R.A. "Machine Tool Industry Research Association" Manchester, Reino Unido	49
8. N.E.L. "National Engineering Laboratory" Glasgow, Reino Unido	50
9. P.E.R.A. "Production Engineering Research Association of Great Britain, Melton Mowbray, Leicestershire....	51
10. Department of Mechanical Engineering, University of Birmingham. Edgbaston, Birmingham 15, Reino Unido ..	51
11. Instituto Experimental de Investigaciones Científicas para Máquinas-Herramientas - E.N.I.M.S. Moscú, Unión Soviética	52

/I. INTRODUCCION

I. INTRODUCCION

A fines de 1961, la Comisión Económica para América Latina de las Naciones Unidas realizó en el Brasil un estudio sobre la industria de las máquinas-herramientas^{1/} en estrecha colaboración con el Grupo Ejecutivo da Industria Mecánica Pesada (GEIMAPE), el Sindicato da Industria de Máquinas do Estado de São Paulo (SIMESP) y la Associação Brasileira para o Desenvolvimento da Industria de Base (ABDIB). Los objetivos que se tuvieron en vista para la ejecución de este estudio pueden sintetizarse en la forma siguiente: proporcionar, por una parte, el marco en el cual deberá desenvolverse la industria brasileña de máquinas-herramientas a través de una apreciación cuantitativa y cualitativa del mercado y por otra, analizar las condiciones operativas de la industria existente e identificar las transformaciones que serían requeridas para que esta industria acompañe la evolución prevista de la demanda.

En grandes líneas y sin entrar en los detalles mismos del estudio, es oportuno reseñar aquí algunas apreciaciones de orden general y las principales recomendaciones que se derivaron de este trabajo como también de otros realizados posteriormente en este campo^{2/} y que se relacionan estrechamente con el tema que se examinará.

En primer término cabe señalar la existencia de una cierta vinculación entre el grado de evolución industrial de un país y la estructura técnica y económica de su industria de máquinas-herramientas, es decir, que para una dimensión dada del parque de máquinas que emplean las industrias mecánicas existe en correspondencia una determinada actividad de los constructores nacionales expresada en términos de variedad de tipos y modelos producidos. Desde luego la relación no es absoluta en el sentido que a iguales valores numéricos de los parques pueden corresponder situaciones de oferta un tanto

1/ La fabricación de maquinarias y equipos industriales en América Latina: II. Las máquinas-herramientas en el Brasil (E/CN.12/633), publicación de las Naciones Unidas N° de Venta: 63.II.G.4.

2/ CEPAL, Aspectos metodológicos y operativos de los estudios sobre las máquinas-herramientas en los países en desarrollo (E/CN.12/L.14), 24 de enero 1967 y Criterios y antecedentes para la programación de la industria de máquinas-herramientas (E/CN.12/L.15), 7 de febrero de 1967.

diferentes por parte de los constructores y por consiguiente, esta correspondencia debe interpretarse dentro de límites mínimos y máximos, particularmente en las dimensiones de parques comprendidos entre 100 000 y 300 000 unidades.^{3/} El parque de máquinas-herramientas del Brasil se encuentra entre estas magnitudes donde comienza precisamente a intensificarse la demanda de máquinas más complejas y pesadas para trabajos de fabricación más especializadas y exigentes. A fin de satisfacer esas necesidades, es evidente que la industria de máquinas-herramientas tendrá que entregar al mercado productos distintos a los fabricados hasta el momento y para ello deberá introducir modificaciones radicales, tanto en su estructura técnica y económica como en sus métodos de trabajo. Podría decirse, por consiguiente, que esta industria se encuentra en una fase decisiva de su evolución y se enfrenta a la necesidad de renovarse y modernizarse para poder continuar su ampliación en el futuro.

La industria de máquinas-herramientas del Brazil ha alcanzado sin duda volúmenes importantes de fabricación y un grado no despreciable de desarrollo en lo que se refiere al número de tipos y modelos de máquinas que se ofrecen al mercado. En ello hay que reconocer el papel destacado que ha tenido un grupo limitado de empresas, reconocidas por su clara vitalidad creadora, por sus proyectos que acompañan muy de cerca las necesidades del mercado interno e incorporan los constantes progresos tecnológicos del sector y por el nivel internacional que muestra su producción. Sin embargo, hay que reconocer

3/ En los parques inferiores a 100 000 unidades, la oferta se polariza en la elaboración de máquinas muy sencillas de calidad deficiente por lo general. Llegar a la fabricación de 40 a 60 variantes - que correspondería a esta dimensión de parque - de máquinas de estas características no constituye en su conjunto una situación muy significativa y es posible alcanzarla sin el respaldo de una importante infraestructura tecnológica en el resto de la industria. A partir de estas cifras la oferta 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 y es necesario disponer de fábricas de buena estructura técnica e industrias auxiliares eficientes. En parques superiores a las 400 000 máquinas, 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.

/también que

también que esta actividad se ha desenvuelto en general en una forma desordenada y con una falta casi absoluta de orientación en cuanto a la magnitud del mercado y a las características de la demanda y, por consiguiente, hoy en día se manifiestan en ella serias deficiencias en su estructura productiva que deberán ser corregidas para enfrentar las exigencias cualitativas del consumo futuro. Por otra parte, es evidente que el esfuerzo y las realizaciones llevados a cabo hasta ahora constituyen un patrimonio muy valioso y de gran significación para el futuro, pero en esto ha faltado, de un modo general, esa característica de dinamismo y vitalidad que distingue a esta actividad en los países más avanzados, en el sentido de ir en cierta forma anteponiéndose y previendo las necesidades de la demanda. Sin esta dinámica, la industria actual irá perdiendo su importancia relativa en el abastecimiento del consumo ya que, si bien continuará existiendo una demanda por las máquinas que se están fabricando, ella irá decreciendo relativamente dentro del total por las mayores exigencias de máquinas de producción más especializadas y complejas.

Dadas las condiciones estructurales y de operación de la industria es difícil pensar que las transformaciones que serían requeridas en esta actividad se realizarán en forma espontánea con el solo impulso de la demanda del mercado. Los pequeños y medianos empresarios - que constituyen la gran mayoría de esta industria - tienen serias limitaciones para ello derivadas precisamente del pequeño tamaño de los establecimientos y el insuficiente contenido técnico de la casi totalidad de los mismos es un obstáculo para que puedan absorber el "know-how" que se encuentra disponible en la industria similar de los países más avanzados e inclusive, en el propio país. Además en razón de su tamaño, estas empresas no cuentan con los medios para entrar en investigaciones de mercado y tener así un conocimiento anticipado de los nuevos tipos y modelos de máquinas que requerirá la industria de transformación.

De estas consideraciones, se desprende que es indispensable crear deliberadamente condiciones institucionales que induzcan la evolución necesaria hacia una estructura más equilibrada y tecnificada de la industria. Esas condiciones deberían propiciar, por una parte, el desarrollo de nuevas iniciativas industriales en el sector y la consolidación de las existentes y por otra, estimular la creación de medios de asistencia técnica nacional /destinados principalmente

destinados principalmente a orientar y ayudar a las pequeñas y medianas empresas en los esfuerzos de modernización, tecnificación y ampliación de sus instalaciones y actividades de fabricación.

Frente a estos argumentos parecería lógico pensar que el futuro de la industria de máquinas-herramientas está en buena medida condicionado a los esfuerzos y a las acciones que se adopten para que las pequeñas y medianas empresas, que hoy constituyen una fracción sustancial de la industria, puedan crecer y capacitarse para contribuir y hacer frente a las exigencias cada vez mayores del mercado. En caso contrario, el lugar de ellas será probablemente llenado por empresas extranjeras, perdiéndose así el capital humano y la experiencia que se ha acumulado en este importante grupo de industrias. Por esta razón y teniendo en vista la magnitud del esfuerzo que deberá desplegarse para proporcionar el impulso de progreso técnico que este sector necesita para poder desarrollarse sobre bases sólidas, como asimismo, por la necesidad de que este esfuerzo sea llevado a cabo en forma racional y coordinada, el estudio en referencia destacaba en sus conclusiones la importancia y el papel fundamental que en este proceso tendría un Instituto Brasileño de máquinas-herramientas.^{4/}

Si bien, desde la fecha de terminación del estudio hasta ahora, se han producido algunos adelantos en la producción, tanto cualitativos como cuantitativos, ellos no alteran mayormente las consideraciones básicas que llevaron en esa oportunidad a la idea de la creación de tal instituto. Más aún, el lapso transcurrido ha hecho que muchos de estos aspectos adquieran hoy en día un mayor dramatismo que en ese entonces. Tal es así que el Banco Nacional de Desarrollo Económico, después de haber realizado una investigación de la industria brasileña de máquinas-herramientas y una actualización del trabajo de la CEPAL, ha solicitado oficialmente a este organismo su colaboración para participar en las deliberaciones del Grupo de Trabajo que se ha constituido para crear en el país un Centro de Pesquisas Tecnológicas para Máquinas-Ferramentas, conforme ha sido designado en primera instancia.

^{4/} Véase op. cit. nota 1, Capítulo VI.

La preparación del presente documento responde a esta solicitud y su finalidad es la de servir de orientación para las discusiones que mantendrá sobre esta materia el Grupo de Trabajo. Los aspectos que se cubren en este documento se limitan a la descripción de las funciones y programas de trabajo del Instituto y a una evaluación del personal y de las inversiones que demandaría su instalación y funcionamiento. Otros detalles relativos a su forma de organización, financiamiento, naturaleza jurídica e institucional, etc. deberían ser estudiados posteriormente una vez que se defina el carácter y las funciones del Instituto y se examinen, de acuerdo con las modalidades del país, las alternativas posibles y más apropiadas para los fines que se persiguen.

II. DE LAS FUNCIONES

Las consideraciones expuestas en el párrafo introductorio, el conocimiento de las condiciones operativas de la industria de máquinas-herramientas a través de los trabajos realizados en el país por la CEPAL y el BNDE, como asimismo, la experiencia y la documentación acumuladas en la preparación de otros trabajos sobre esta actividad y en las visitas de estudio efectuadas a centros y laboratorios de investigación de máquinas-herramientas, permiten identificar y definir una serie de funciones y tareas básicas que el Instituto debería realizar. Aunque la idea fundamental de su creación es la de proporcionar a los industriales el auxilio técnico que les permita resolver los complejos problemas que envuelve la construcción de máquinas-herramientas y por consiguiente sus funciones básicas serían de un carácter eminentemente técnico, no se estima conveniente que éstas estén del todo desvinculadas de otros aspectos igualmente importantes para el desarrollo del sector como serían, por ejemplo, las actividades de promoción, orientación, divulgación y otras de naturaleza similar. Más aún, se piensa que estas últimas serían un complemento indispensable para que las primeras pudieran tener además de su valor técnico inmediato, un efecto de mayor alcance en el sentido de ir formando y estructurando las condiciones técnicas básicas que requerirá el desarrollo del sector para acompañar las exigencias del proceso de industrialización. En otras palabras, se considera fundamental que el Instituto, al resolver los problemas técnicos actuales de la industria, vaya encontrando soluciones que no sólo tengan el mérito de responder a las necesidades del momento sino además, el de orientar y en cierta medida, influenciar los esquemas de fabricación conforme las metas y los programas esbozados a largo plazo.

Cabe señalar, sin embargo, que con esto no se quiere dar a entender que el Instituto debiera tener el carácter y las funciones que son propias ya sea de un organismo planificador o de una entidad de promoción industrial o tener atribuciones que de hecho incumben a grupos ejecutivos, sociedades, asociaciones u otros organismos ya establecidos y que con diversas finalidades operan directa o indirectamente en el sector de las máquinas-herramientas.

Solamente se desea destacar que el Instituto no debería quedar marginado de las actividades promocionales que desarrollan las entidades ya establecidas sino, por el contrario, participar en conjunto con ellas en estas tareas aunque si se quiere como una actividad secundaria dentro de las funciones que le serán propias.

En este orden de ideas se pueden señalar como funciones básicas del Instituto las siguientes:

1. Ensayos de comprobación de las máquinas-herramientas.
2. Ensayos dinámicos de las máquinas y de sus elementos.
3. Asistencia técnica a los fabricantes.
4. Investigación tecnológica.
5. Colaboración y asesoramiento a las entidades e instituciones públicas y privadas como organismos técnicos, en materias que se relacionan con la industria de máquinas-herramientas.
6. Publicación y divulgación.

Estas funciones obedecerían a los propósitos que a continuación se detallan:

1. Ensayos de comprobación de las máquinas-herramientas

En virtud de la urgencia que existe en el mercado por conocer, en el acto de adquirir una máquina, algunos de sus requisitos geométricos y de comportamiento operacional, detectables al someterse la máquina a cortas pruebas ya normalizadas en la práctica internacional desde casi cuatro décadas atrás, se hace necesario en primer término que el Instituto influya sobre los fabricantes a fin de que éstos se compenetren de la importancia de producir las máquinas dentro de un cierto patrón de calidad. Este nivel de calidad mínimo está representado actualmente en gran medida por las normas Schlesinger y Salmon en lo que concierne a las condiciones estático-geométricas de las máquinas y por otras, muy variables y más subjetivas, en lo referente al comportamiento dinámico de las mismas.

Se considera normal que tanto las pruebas estáticas como dinámicas (estas últimas en forma parcial) sean ejecutadas sistemáticamente por el propio fabricantes sobre todos los productos antes de su entrega al utilizador. Sin embargo, este procedimiento no se está aplicando totalmente en el país en detrimento del interés del consumidor. Esto se debe tanto a la

/falta de

falta de conocimientos específicos sobre la materia como a la escasez de equipos de metrología especializada y de condiciones ambientales adecuadas para su correcta aplicación. Lo anterior indica claramente que la primera actividad que deberá emprender el Instituto será la de substituir la deficiencia de los medios de verificación de las máquinas de que adolece un gran número de constructores - particularmente los medianos y pequeños - comprobando ocasionalmente durante el año los productos según las normas Schlesinger o Salmon en las instalaciones del Instituto. Debido a las condiciones técnicas precarias de muchas empresas, esta situación podrá prolongarse por varios años, período en el cual el Instituto deberá divulgar exhaustivamente los conocimientos de metrología inherentes a las normas, como asimismo, persuadir a los fabricantes de las ventajas que obtendrían de aplicar ellos mismos dicha práctica a todos sus productos.

Por otro lado cabe al Instituto la función de comprobador patrón de aquello que ya se ejecuta corrientemente en las empresas, puesto que tendrá la autoridad técnica y los equipos para realizar, prácticamente sin error, las pruebas sobre las máquinas de acuerdo con las normas ya citadas. Por lo común esta función se lleva a cabo por iniciativa de los fabricantes, pero no se excluye la posibilidad de que en casos especiales los mismos utilizadores soliciten la cooperación del Instituto a tal efecto. Otra actividad en este campo se refiere a la comprobación de los prototipos, cuyos resultados en términos de las normas reviste una importancia muy especial para el constructor, los cuales junto con otras pruebas complementarias le proporcionan una pauta acerca de las cualidades o defectos del nuevo producto.

Por cada ensayo de verificación que realice y cuando sus resultados estén conforme a las normas, el Instituto deberá emitir un certificado que acredite este hecho y un sello de garantía de la institución que sería colocado en la máquina a los mismos efectos. Esta función provocará sin duda un clima de mayor competencia cualitativa en la producción de estos bienes y que es indispensable y urgente para acompañar la evolución de este sector y las crecientes necesidades de los utilizadores. Por otra parte, redundará favorablemente en el prestigio de la propia industria y por consiguiente, en una mayor aceptación de sus productos tanto por los consumidores del

mercado interno como de exportación. Para que esto sea así se requerirá que en las fábricas las máquinas listas para la entrega sean sometidas a un riguroso control. Demás está en señalar que la aplicación de una medida de esta naturaleza sólo alcanzaría su efectividad y aceptación plena una vez que el Instituto adquiriera dentro y fuera del país la reputación de capacidad e imparcialidad técnica que es propia de las instituciones que cuentan ya con algunos años de actividad.

Esta función cabría desempeñarla bajo los dos aspectos siguientes: el diagnóstico estático de las máquinas según normas y el diagnóstico en complementación a las normas.

a) Diagnóstico estático de las máquinas según normas

El Instituto debería estar capacitado para analizar las máquinas bajo normas reconocidas en el campo internacional como las de Schlesinger, Salmon y eventualmente otras. Estas normas se refieren básicamente a controles de tipo geométrico de la máquina sin carga de trabajo, y tienen por objeto averiguar si algunas partes de un producto están o no construidas dentro de ciertas tolerancias que las normas especifican claramente para un gran número de tipos y modelos de máquinas.

Tales indagaciones aparentemente simples a primera vista, requieren sin embargo de un ambiente apropiado, con temperatura controlada, exento de vibraciones, y de un equipo de metrología especializado del cual lamentablemente carece una buena parte de los constructores o lo tienen en forma incompleta. Estas condiciones no son sin embargo de por sí suficientes puesto que a ellas debe asociarse un conocimiento profundo de la metrología, verdadera especialidad en el campo de la tecnología mecánica. Conocimientos deficientes o improvisados junto a equipos inadecuados constituirían una situación de inseguridad acerca de los resultados obtenibles y atentarían contra el prestigio del Instituto desde sus comienzos.

Si bien es un hecho que la comprobación de una máquina en sus aspectos geométricos de acuerdo con las normas citadas no revela totalmente sus cualidades y/o defectos operacionales, en el campo internacional se le reconoce no obstante como una documentación aceptable, dentro de ciertos límites, para interpretar su comportamiento bajo acción dinámica, es decir, mientras trabaja. Aún cuando obviamente en condiciones de trabajo la máquina

/puede revelar

puede revelar una precisión menos satisfactoria respecto a las obtenidas durante las pruebas estáticas, se admite igualmente por otro lado que difícilmente las condiciones de operación en carga podrían ser aceptables si la máquina no supera antes las pruebas de calidad geométricas en situación estática.

Es pues indudable que las pruebas de comprobación de tipo estático constituyen por lo menos un primer paso para juzgar el producto y por ello se les ha atribuido y reconocido un valor exhaustivo para diversos casos contemplados en la práctica. De allí su importancia dentro del programa que deberá desarrollar el Instituto.

b) Diagnóstico estático de las máquinas en complementación a las normas.

Como argumento adicional al punto anterior merece anotarse que existe un interés práctico para que el Instituto se equipe en forma completa en el campo de la metrología. Los equipos de medición utilizados para las pruebas relativas a las normas Schlesinger o Salmon no son obviamente exhaustivos en cuanto a metrología se refiere, pues la comprobación de dichas normas exige el empleo de sólo una parte especializada de equipos. Ocurre que algunos órganos o partes de máquinas deben ser sometidas a controles de precisión separados ya que ésta es la única manera de conocer ciertas realidades constructivas que pueden llevar a dilucidar las causas de un comportamiento defectuoso del producto. Se trata de metrología aplicada al detalle como una complementación y corroboración del diagnóstico estático según las normas citadas.

A continuación se indican algunos casos a título ilustrativo: precisión del paso, del diámetro primitivo y otros de las roscas de movimiento; precisión repetitiva de los topes longitudinales y transversales; precisión de divisores de todos los tipos; precisión de posición de las mesas o partes móviles; precisión de graduaciones lineares y circulares; medición completa de la geometría de los engranajes de todos los tipos y su repercusión como fuente de vibraciones (véase más adelante el diagnóstico dinámico); análisis de la temperatura de partes de las máquinas susceptibles de alteración en el curso del trabajo y que modifican su precisión de funcionamiento respecto a la máquina en frío; análisis de la precisión de partes y piezas adquiridos de terceros sean nacionales o importados, etc. Los equipos relativos a este

/punto son

punto son complejos y costosos pero implican una inversión que no es posible postergar por más tiempo dentro de las enormes necesidades del sector y del país.

Conviene recordar que un equipo completo de metrología podrá también ser utilizado con frecuencia a pedido de muchos otros sectores de la industria mecánica, extendiéndose así su empleo más allá del sector de las máquinas-herramientas. Este hecho debe admitirse desde el comienzo como real y provechoso porque es bien sabido que varias industrias mecánicas del país carecen todavía de una sección de metrología adecuada a los compromisos dentro de los cuales actúa y que son numerosos los casos en que se requieren comprobaciones de elevada categoría técnica.

2. Diagnóstico dinámico de las máquinas y de sus elementos

Una vez constatada la utilidad como la limitación de las comprobaciones estáticas, resta fijar los tipos de pruebas que interesa llevar a cabo en adición a éstas. Se trata desde luego de analizar el comportamiento dinámico de las máquinas en condiciones de trabajo y cuando son nuevas. En vista de que esta materia es realmente muy extensa se han seleccionado sólo aquellos rubros representativos de los problemas de mayor interés para los fabricantes, teniendo en vista también, lógicamente, las exigencias de los utilizadores. Pero cuando la oferta de tipos y modelos de máquinas en el mercado supera el centenar, como es el caso del Brasil al presente, es natural que las pruebas dinámicas se tornen bastante complejas y diversificadas.

El conocimiento acerca del comportamiento de la máquina en condiciones dinámicas, con ciclo de trabajo repetitivo o no, complementa el anterior diagnóstico estático y permite apreciar las performances reales de ésta, como asimismo, descubrir en muchos casos el valor del proyecto en su aspecto más profundo. De los resultados de estos análisis puede deducirse, siempre dentro de ciertas limitaciones, el comportamiento de la máquina en el tiempo, factor de suma importancia para el utilizador.

La experiencia que puede adquirir el constructor al disponer de un diagnóstico dinámico bastante completo, constituye un patrimonio muy valioso que le permitirá introducir modificaciones a sus productos y diseñar prototipos de máquinas cada vez más eficientes.

/Aquí convendría

Aquí convendría anotar el hecho que las pruebas dinámicas obligan a disponer de un equipo muy especializado y oneroso que no estaría al alcance de un constructor aún cuando fuera bastante importante. A esto habría que agregar la necesidad de contar con un personal altamente calificado, también dispendioso que no se encuentra fácilmente disponible y que a la vez es difícil de formar. En este terreno la creación del Instituto está más que justificada por ser prácticamente insustituible en estas funciones.

En atención a estas consideraciones se han escogido los tipos y categorías de ensayos que se detallan a continuación, estimándose que se encuadran dentro de la realidad actual y que se consideran válidos a mediano y largo plazo.

a) Ensayos de usinado práctico para estudiar la precisión geométrica y la calidad de las superficies que pueden obtenerse en determinadas condiciones de trabajo. Tanto las normas Salmon como Schlesinger proporcionan algunas recomendaciones sobre estos asuntos pero en forma muy incompleta. En realidad, se requiere una investigación más minuciosa que cubra todas las condiciones características de trabajo que la máquina pueda brindar, incluyendo los máximos tolerables y, según los casos, llegar a indicarlos.

b) Uno de los análisis importantes que pueden hacerse sobre una máquina se refiere al aspecto vibracional para conocer su comportamiento bajo diversos regímenes operativos de rotación y esfuerzos. Esto es esencial para juzgar la calidad de ciertas máquinas, sean estas destinadas a operaciones de terminación, de desgaste o ambas a la vez. Es un hecho conocido como el aspecto vibracional, a paridad de producto, tiende a modificarse con el uso. Disponer entonces de un diagnóstico completo sobre una máquina nueva puede resultar en muchas ocasiones altamente indicativo acerca de su futura conducta en este sentido. El juicio sobre el equilibrio entre potencia instalada, masa de la máquina y su distribución, diseño de conjunto y de detalle en función del empleo al cual se destina el producto, encuentra a través del comportamiento vibracional un diagnóstico bastante severo, seguramente entre los más importantes.

c) Existe un marcado interés en someter partes de máquinas a pruebas de funcionamiento continuo a fin de conocer, a través de un proceso acelerado, la medida en que resisten al desgaste. Este es un aspecto que afecta

muy de cerca a los usuarios y no puede ser ignorado por los constructores, al menos por aquellos que se dedican a la fabricación de máquinas de elevada responsabilidad y precio.

En el caso presente, la referencia recae con mayor énfasis evidentemente sobre aquellas partes de las máquinas que al desgastarse llegan a afectar más directamente la precisión geométrica del trabajo, tales como guías de las bancadas y de los carros, ejes, mandriles, divisores, etc. Las indicaciones y sugerencias que pueda formular el Instituto en este campo resultarían de sumo valor para orientar acerca de las modificaciones de diseño y materiales que convendría introducir.

d) Las instalaciones eléctricas son partes de máquinas que también deben ser sometidas a pruebas de eficiencia bajo diversos ángulos. En primer lugar, se debe analizar si todos los componentes están protegidos contra acciones secundarias que pueden originarse durante el ciclo de trabajo de la máquina (vapores, aceite de corte, virutas, etc.). Esto equivale a examinar si la ubicación de los componentes del circuito eléctrico respeta las normas de seguridad y la facilidad de acceso en caso de mantenimiento. En segundo término, cabría averiguar si los componentes seleccionados para el circuito corresponden a las características técnicas más apropiadas para las funciones que deben cumplir y si dentro de este criterio están en condiciones de resistir un número elevado de ciclos repetitivos. En este terreno no cabe duda que la tendencia actual de la construcción de máquinas-herramientas es la de aumentar su complejidad debido a la introducción creciente de semi automatismos, automatismos, dispositivos combinatorios y de seguridad de tipo eléctrico. Es bastante frecuente constatar, incluso entre fabricantes de renombre mundial, fallas de proyecto o utilización de material no totalmente apropiado. Resulta entonces de utilidad práctica que el Instituto disponga de un mínimo de equipos en este rubro que le permitiera efectuar un diagnóstico de todo el sistema eléctrico, ya que la individualización de los eventuales desperfectos contribuiría a ayudar también a los fabricantes de componentes a mejorar su producción. Esta industria está aún en su fase incipiente en el país.

/Bajo este

Bajo este punto debería contemplarse asimismo el control del equilibrio dinámico de los motores (rotores) a fin de comprobar si se encuentran dentro de las tolerancias para su aplicación a máquinas-herramientas y que difieren sustancialmente de las exigidas para otros usos.

e) Al igual que los circuitos eléctricos, los hidráulicos, neumáticos y mixtos requieren, por la complejidad que alcanzan normalmente, de la colaboración de un instituto de categoría que pueda opinar sobre su eficiencia y calidad de funcionamiento y a la vez, orientar a los usuarios hacia las soluciones más adecuadas a la luz de los últimos adelantos. Este tema se está tornando cada vez de mayor actualidad en la técnica constructiva de las máquinas-herramientas, las cuales han abandonado ya las soluciones típicamente cinemáticas tanto en las transmisiones de potencia como en las de comando.

Cuando la industria constructora es todavía joven, como sería por ejemplo el caso del Brasil, se nota con frecuencia el deseo de aplicar dichos adelantos sin acompañarlos, no obstante, de la necesaria experiencia técnica, ofreciendo en consecuencia a los utilizadores soluciones híbridas, técnicamente primitivas e inadecuadas al uso para el cual se destina. De este modo, el diagnóstico que podría proporcionar el Instituto sobre este aspecto sería extremadamente valioso y constituiría un incentivo para el avance de estas disciplinas de ingeniería consideradas entre las más atrasadas dentro de la oferta actual de los fabricantes.

A título de información general, cabe señalar que si bien la cinemática admite ser abordada en cierta manera con conocimientos técnicos incompletos y obtener a pesar de ellos, algunos resultados más o menos satisfactorios, la fluidodinámica combinada con elementos eléctricos, electrónicos y electromagnéticos ya no soporta improvisaciones. En razón de esta peculiaridad el Instituto sería el único medio capaz de criticar, sugerir y mejorar la posición que puede calificarse al presente como netamente deficitaria.

3. Asistencia técnica a los fabricantes

Las funciones indicadas en los párrafos 1 y 2 no deberían restringirse a la elaboración del diagnóstico, sino más bien ser llevadas a cabo con el objeto de subsanar en sus distintas formas las deficiencias generales o parciales

/que surjan

que surjan del diagnóstico de las máquinas. Determinadas las causas de un comportamiento deficiente de ciertos productos, el Instituto debería estar en condiciones de extender sus funciones en el sentido de indicar las modificaciones que sería recomendable introducir a fin de que las máquinas cumplan en mejor forma las tareas para las cuales fueron diseñadas. Este importante cometido puede efectuarse en realidad en diversas formas, todas ellas probablemente válidas y útiles en igual medida, pero lo esencial es que al diagnóstico siga una acción de asesoría.

Una de las formas posibles de asesoramiento podría consistir en que los técnicos proyectistas de la empresa interesada puedan seguir todas las fases de análisis del producto señaladas previamente, anotar las anomalías que se presenten y discutir con el personal técnico del Instituto las medidas más adecuadas para subsanarlas. Otra solución podría residir en que el Instituto entregue directamente a la empresa interesada el informe con los resultados de los ensayos, junto a las recomendaciones del caso. Una manera más de encarar el problema podría ser también que a consecuencia del resultado de los análisis sea indispensable que el Instituto haga más demostrativas sus recomendaciones, debiendo para ello desplazarse a la fábrica del constructor para que la asesoría sea más efectiva. Las asesorías que requieren en mayor medida la presencia en el terreno de los técnicos del Instituto serían las relativas al problema de cómo se están usinando ciertas partes del producto, la forma cómo son tratadas y manipuladas durante el proceso de fabricación como en la fase de ensamblaje, etc. Evidentemente la lista de las recomendaciones variará según el producto de que se trate y el nivel técnico de ellas deberá estar de acuerdo con la capacidad de la empresa. A este respecto conviene recordar que en el Brasil solo una minoría de empresarios constructores de máquinas-herramientas han superado la centena de personas ocupadas, en tanto que los restantes se encuentran por debajo y, en muchos casos, son firmas de nivel casi artesanal con las cuales no es posible sostener un diálogo altamente técnico, hecho que constituirá sin duda una dificultad importante.

/De todos

De todos modos no debe olvidarse que uno de los objetivos básicos del Instituto será la difusión sistemática de conocimientos técnicos en un ambiente en que la capacidad receptiva de los fabricantes no es uniforme. Así, para los casos de constructores medianos y pequeños el Instituto deberá prestar especial atención en esta función a fin de que estas empresas incrementen paulatinamente su potencial tanto en volumen como en calidad. Desde luego, no están ajenos a este tipo de asesoría los constructores que trabajan bajo licencia, puesto que según se ha visto en la práctica, es siempre posible encontrar numerosos argumentos y problemas peculiares del país de origen, que justificarán recurrir a algunos de los servicios especializados del Instituto.

Al reconocer cuan importante es la intervención del Instituto en las circunstancias citadas que podrían definirse como casos "a posteriori", es decir, a productos ya fabricados, conviene recordar también que existe otro tipo de intervención de naturaleza preventiva y que se refiere precisamente a los proyectos, campo en el cual la asesoría que podría proporcionar el Instituto puede resultar sumamente importante. Si el Instituto se valiera, como se recomienda, de un grupo muy especializado de técnicos en la materia, no cabe duda que la intervención oportuna de éstos, junto a un proyecto en fase de gestación, podrá evitar errores de consideración o refinar de antemano ciertas soluciones, evitándose así atrasos en la puesta a punto del producto. Más aún, este asesoramiento debería extenderse también a la fase de selección del proyecto orientado a los constructores respecto a los tipos y modelos de máquinas que serían más convenientes fabricar tanto desde el punto de vista de las tendencias del mercado futuro y de las condiciones actuales de la oferta como de las capacidades técnicas disponibles. Esta labor redundaría positivamente en la eliminación de duplicaciones, en el logro de una situación más equilibrada de la oferta y en un mejor aprovechamiento de las inversiones y de los medios productivos, y que constituyen hechos bien notorios en la etapa actual de desarrollo del sector. Estos argumentos están en relación directa con la crítica operacional y técnica de algunas máquinas lanzadas actualmente al mercado brasileño. Como se sabe, ello se debe a la frágil estructura de la ingeniería del producto en la mayoría de las empresas, afirmación que ha sido objeto de amplios comentarios en el

estudio de la CEPAL ya citado sobre las máquinas-herramientas en el Brasil. Restaría sólo atribuirle la importancia que merece a fin de que desde el comienzo los nuevos productos se encuadren dentro de un elevado patrón de ingeniería y por consiguiente, de calidad. De esta manera la acción preventiva que pudiera cumplir el Instituto bien podría calificarse como de vital importancia para el desarrollo de la fabricación de máquinas-herramientas.

4. Investigación tecnológica

En adición a los grupos de actividades precedentes debieran asignarse al Instituto ciertas funciones ligadas con la investigación tecnológica. Para una mejor comprensión de lo que se entiende aquí por investigación tecnológica en este sector es necesario adelantar algunas explicaciones puesto que las interpretaciones pueden diferir entre sí.

En las condiciones actuales se estima conveniente que un instituto de la naturaleza del que se está considerando, deba cumplir con dos objetivos básicos. El primero es el de compensar los recursos limitados de los constructores para el diagnóstico de sus productos, ofreciéndoles más y mayor variedad de equipos y evitando así incurrir en inversiones que no serían amortizables a nivel de empresa. El segundo tiene más bien el carácter de investigación, tendiente a contribuir al progreso tecnológico de estos bienes de capital mediante trabajos originales que no deben abarcar necesariamente todas las disciplinas. El primer objetivo se cumple fundamentalmente dentro de las ideas expuestas en los párrafos 1, 2 y 3, siendo el diagnóstico la expresión aplicada de los conocimientos teóricos o abstractos de la investigación. El otro objetivo se manifiesta bajo aspectos muy diferentes que es interesante esclarecer.

Es difícil imaginarse que un instituto esté desde sus comienzos en condiciones de crear algo novedoso en la materia. Por esta razón se requiere, como paso inicial, estructurarlo a fin de que pueda conocer, asimilar y aplicar la mayoría de los conocimientos que se han alcanzado en este terreno hasta el presente en instituciones similares en otros países. Percatarse entonces de lo que existe para aplicarlo convenientemente a los problemas que puedan surgir localmente y estar, además en condiciones de repetir, si fuera necesario, las experiencias relativas a los casos que en la práctica se revelan un tanto distintos de un planteamiento teórico dado,

/serían las

serían las tareas con que el Instituto podría iniciarse en el campo de la investigación. A primera vista podría pensarse que esta situación va en desmedro de la categoría del Instituto, pero en realidad no es así. Muchos trabajos de investigación tecnológica se han llevado a cabo partiendo de supuestos muy simplificados y las conclusiones que de ellos han derivado son válidas, por consiguiente, dentro de límites restringidos. Reformar estos antecedentes para continuar la investigación con sentido más práctico, refiriéndola a casos y dimensiones bien definidas, constituye un hecho lógico y positivo digno de ser considerado. Las tareas que realizaría un grupo de técnicos de renombre en este sentido no dejarían por ello de tener destaque y significación y a la vez representarían una base importante e indispensable para abrir con mayor facilidad el campo de la investigación tecnológica original y creativa. Los ejemplos siguientes sirven para aclarar estas ideas.

La investigación sobre apoyos hidrostáticos para ejes en elevada rotación, si bien relativamente reciente, dispone ya de abundante literatura proveniente de diversos centros de investigación. Si el personal del Instituto tomara en cuenta este material y se basara en él para realizar, por ejemplo a solicitud de un constructor interesado de aplicarlo a su producción, un cabezal de rectificadora con características de funcionamiento muy exigentes, los problemas que habría que enfrentar constituirían de hecho temas interesantes de investigación y comportarían en todo caso un esfuerzo de por sí valioso para su construcción.

Otro ejemplo podría ser el de un dispositivo hidráulico copiator para una aplicación especial. Los antecedentes teóricos y de laboratorio ya existen, pero la puesta a punto de un aparato dentro de ciertas características de esfuerzo, fidelidad y respuesta puede constituir una tarea larga y delicada, propia del laboratorio de un instituto.

Un caso ilustrativo más podría constituirlo la lubricación de determinadas guías de máquinas sometidas a condiciones muy singulares de trabajo. Las investigaciones y la documentación existente sobre la materia son realmente abundantes; sin embargo, las variantes que pueden presentarse en la práctica son también numerosas, lo que en muchos casos implica volver sobre la experiencia acumulada, adaptándola a condiciones algo diferentes.

/ Como puede

Como puede verse el Instituto tendría un vastísimo campo para aplicar, proseguir, verificar y complementar los trabajos de investigación tecnológica ya conocidos en sus términos generales teóricos o para casos prácticos limitados. Esta labor sólo puede llevarse a cabo con un equipo de técnicos cuya formación y actuación se confunda en cierta forma con las del investigador de inclinaciones más abstractas. En otras palabras, puede afirmarse que si bien resulta posible distinguir la investigación tecnológica en tanto generalizada y teórica de aquella relativa a casos concretos para un diseño dado, en la práctica esta separación resulta improcedente al querer aplicarla al personal técnico especializado encargado de su ejecución. De hecho la mayoría de este personal está en condiciones, por su formación profesional, de investigar y actuar entre los dos extremos indiferentemente.

De todo esto, puede admitirse "a priori" que como resultado de los trabajos efectuados siguiendo las pautas delineadas en los párrafos 1,2 y 3 precedentes, se formarán en el seno del Instituto corrientes de investigación capaces de contribuir en una segunda etapa, al desarrollo de la extensa rama de las máquinas-herramientas mediante trabajos originales. En este dominio parece improcedente manifestarse sobre los temas que deberían o que convendría frecuentar de preferencia puesto que no es sólo la naturaleza de los trabajos que puedan presentarse al Instituto el único incentivo en este terreno, sino también lo es y de manera importante, la aptitud, la cultura y las inclinaciones del profesional y sobre las cuales es difícil pronunciarse en forma anticipada.

5. Colaboración y asesoramiento a las entidades públicas y privadas en materias que se relacionan con la industria de máquinas-herramientas

Bajo este punto se han reunido una serie de actividades varias que el Instituto debería desempeñar siguiendo los planteamientos generales destacados en el párrafo introductorio. Ellas se refieren principalmente a aspectos no directamente vinculados a la técnica de fabricación misma de las máquinas sino más bien, a aquéllos que dicen relación con la promoción y desarrollo del sector y que el Instituto, tanto en su carácter de organismo especializado como en beneficio de las propias funciones técnicas que son de su responsabilidad, tendría que llevar a cabo para que su acción sea más trascendente y eficaz y cumpla con las finalidades que se persiguen.

/Estas actividades

Estas actividades tendrían un carácter secundario dentro de la estructuración del Instituto en el sentido de que ellas se realizarían fundamentalmente en conjunto con una o varias de las entidades públicas y privadas que directa o indirectamente ejercen alguna acción en el sector y que sólo absorberían una parte pequeña del tiempo útil disponible.

En primer término se puede mencionar, sin que ello implique un orden de prioridades, el asesoramiento a los órganos oficiales de crédito en relación con la adquisición de maquinarias, ampliaciones de las instalaciones actuales, financiamiento de nuevos proyectos y construcción de prototipos y otros rubros que requieran de una gestión financiera o crediticia. El Instituto sería evidentemente la entidad capacitada para emitir un informe técnico de alto nivel para determinar si las empresas que recurren a estos servicios están o no en condiciones de aprovechar los créditos solicitados. Esta asesoría podría contemplar también aparte de esta función técnica, una apreciación sobre los productos involucrados y así servir no sólo como un instrumento selectivo del crédito sino también orientativo de la producción.

Otra función a la cual el Instituto debería estar ligado es la de difundir conocimientos técnicos específicos junto a los medios estudiantiles superiores y a los ingenieros ya formados que deseen adquirir nociones adicionales de perfeccionamiento en este campo. Para ambos casos podrían preverse cursos sobre la materia de tipo teórico y práctico en complementación de los suministrados normalmente en las universidades.

La divulgación mediante cursos internos de conocimientos técnicos más elevados que los que existen en promedio en el país, tanto en el ámbito universitario como dentro de las firmas consultoras, es una actividad altamente recomendable que cabría desempeñar al Instituto como centro de perfeccionamiento, sin confundirse desde luego, o sobreponerse a las responsabilidades básicas que son de competencia de la enseñanza universitaria. Para ello contaría con personal técnico capacitado y el equipo y las instalaciones para impartir los conocimientos prácticos, aunque a este respecto conviene señalar cuan importante es que ciertas secciones del Instituto no sean accesibles a personas ajenas a él, en razón de trabajos que debe desarrollar cuyos resultados se consideran confidenciales para la industria.

/En adición

En adición a estas funciones habría una serie de otras en las que se considera importante la participación del Instituto. Una de ellas sería la de colaborar junto al Instituto Brasileño de Normas Técnicas en la preparación y adaptación de normas y especificaciones relativas a las máquinas, sus accesorios y sus herramientas. Otra podría ser la de realizar peritajes a petición de las partes interesadas respecto a la calidad y características de construcción de las máquinas, su eficiencia y valor económico como asimismo, servir de árbitro en la resolución de controversias sobre deficiencias eventuales de las máquinas-herramientas. También cabría destacar en esta categoría de funciones la colaboración del Instituto a los organismos pertinentes en materias relacionadas con la programación y promoción del desarrollo del sector y en la preparación de estudios a este respecto como igualmente de otros trabajos sobre la industria de máquinas-herramientas como podría ser, por ejemplo, la realización periódica del inventario del parque de máquinas-herramientas. En este orden de ideas sería quizás interesante la posibilidad de incorporar al Instituto una actividad de estudios económicos en relación con estas materias y otras relativas a las performances de las máquinas y problemas afines.

6. Publicación y divulgación

La publicación de un boletín sobre las actividades del Instituto y sus investigaciones, junto a trabajos teóricos y prácticos acerca de la materia, así como artículos de difusión técnica de interés tanto para los constructores como para los utilizadores, redundaría en grandes beneficios para los intereses del país. Actualmente se carece por completo de una literatura en este campo que sea de utilidad frente a los múltiples problemas relativos a las máquinas-herramientas.

Otra tarea de suma importancia que debería desarrollarse sería la de formar una biblioteca especializada para uso propio que con el tiempo sería también apreciada por la industria del ramo y a la cual se le debería facilitar el acceso.

Este rubro no podrá realizarse integralmente desde el comienzo. Lo esencial será, sin embargo, destinarle un presupuesto adecuado para que se vaya estructurando con cierta rapidez en el curso de los primeros cuatro años,

/para lo

para lo cual deberá recurrirse obviamente a las sugerencias de selección que puedan formular los investigadores y los asistentes que participarán directamente en el trabajo del Instituto.

Por la naturaleza misma de esta sección que obliga a mantenerse al día de varias publicaciones, se favorecerá la continuidad de los contactos con instituciones similares y se tomará conocimiento de la literatura técnica de numerosos constructores mundiales acerca de las últimas aplicaciones prácticas de ideas en investigaciones a sus propios productos. Se tiene la impresión de que la literatura específica de tipo más bien práctico en el campo de las máquinas-herramientas es bastante escasa en el Brasil al presente, a la vez que se encuentra diseminada entre los pocos que se interesan por ella. Dentro de este tipo de información cabría incluir aquella parte de la documentación proporcionada por algunas de las normas nacionales e internacionales (como por ejemplo DIN, ISO, etc.) que tienen relación con las disciplinas utilizadas en la construcción de las máquinas-herramientas. Tampoco parece ser tan abundante, como debiera serlo, la literatura sobre los conocimientos teóricos básicos que se necesita dominar para investigar, estudiar y diseñar estos bienes de capital o partes de ellos. Estas apreciaciones dejan en claro la importancia que reviste para las actividades del Instituto y de la industria la formación de una biblioteca sin la cual sería difícil que se pudiera cumplir plenamente con el papel que debe desempeñar.

III. DE LOS RECURSOS PARA LA CREACION Y FUNCIONAMIENTO DEL INSTITUTO

No es el propósito de este capítulo analizar exhaustivamente todos los elementos que intervienen en la definición de las actividades del Instituto y el monto de las inversiones previstas para su creación y funcionamiento, sino más bien examinar algunos entre los principales a fin de canalizar en forma ordenada las discusiones que puedan surgir sobre el tema. No está demás recalcar que estas notas toman como referencia el funcionamiento y los objetivos de institutos similares de diversos países europeos, sin perder de vista desde luego, las peculiaridades y los intereses de una iniciativa de esta naturaleza en el Brasil. Los puntos considerados se refieren al personal, a los equipos, a las inversiones y a los gastos de operación.

1. Necesidades de personal

Para que las dimensiones del Instituto no sobrepasen límites razonables en atención a la magnitud de los problemas técnicos del sector y a consideraciones de carácter presupuestario, convendría orientar la formación de los cuadros técnicos superiores dentro de las especialidades siguientes:

i) Metrología aplicada a las máquinas-herramientas y general. Debido a que esta especialidad recién se iniciaría en el país se piensa que el profesional debería ser contratado en el extranjero.

ii) Problemas de vibración y de dinámica en general. Dentro de lo posible también debería contratarse del exterior.

iii) Corte de materiales y herramientas. Especialista que igualmente sería contratado desde algún instituto extranjero.

iv) Trabajos por deformación en frío y caliente. Es posible que en la industria local se encuentre profesional con buena preparación teórica que tome a su cargo esta parte del programa.

v) Ensayos eléctricos y electrónicos. Este profesional podría ser contratado desde el extranjero por un tiempo relativamente corto con la finalidad, entre otras cosas de instruir y familiarizar al personal local en estas técnicas y el instrumental correspondiente.

/vi) Proyectos

vi) Proyectos y composición de máquinas-herramientas con arranque de viruta. Este especialista, que debería tener una vasta experiencia práctica y académica, sólo podría contratarse en un país con una industria de máquinas-herramientas en avanzado desarrollo.

vii) Oleodinámica para las aplicaciones más frecuentes en máquinas-herramientas en los circuitos de fuerza y comando, incluyendo también la parte concerniente a los circuitos de lubricación.

En estas especialidades, los expertos extranjeros deberían tener su contrapartida nacional y asistentes de formación profesional local. Además, deberá consultarse la contratación de dibujantes, bibliotecario y otros empleados para secretaría y servicios auxiliares como asimismo, de obreros altamente calificados que sepan trabajar en diversas máquinas-herramientas, con capacidad de ajustadores mecánicos y eventualmente, en electrotécnica.

En resumen, el cuadro del personal del Instituto sería el siguiente excluyendo el directorio y el personal administrativo:

Director Técnico y Director Técnico Adjunto	2
Expertos extranjeros contratados por un período superior a dos años	4
Expertos extranjeros contratados por un período no mayor de dos años	2
Expertos y asistentes de formación local	10
Empleados (dibujantes, biblioteca, secretarías)	8
Obreros (calificados, porteros, aseo, etc.)	<u>8</u>
T O T A L	34

Bajo la denominación de asistentes con formación local debe entenderse en realidad profesionales de elevada preparación y calidad, quienes deberán colaborar con los especialistas extranjeros, asimilar conocimientos específicos y prepararse para sustituirlos oportunamente. Es pues sobre los elementos nacionales que recaerá la entera responsabilidad de absorber, reparar y multiplicar el "know-how" que se concentra en el ámbito del Instituto.

La selección de las especialidades de los expertos se ajusta, dentro de lo posible, con la mayoría de los puntos citados en el capítulo II relativo a las funciones del Instituto. Obviamente, no sería difícil ampliar el número de participantes y cubrir un campo mayor, pero no parecería

/conveniente en

conveniente en la fase inicial. De todos modos siempre subsiste la posibilidad de contratar especialistas por plazos más cortos, de 3 a 6 meses por ejemplo, para atender casos específicos. Este recurso, sin embargo, pertenece ya a la etapa operativa del Instituto y no es el objeto de estas notas fijar tan anticipadamente detalles de su funcionamiento.

2. Necesidades de equipos

Este ítem puede ser objeto de controversia en vista de la variedad de soluciones admisibles aun estando el programa definido ya en sus detalles. Las observaciones que siguen tienen entonces por finalidad dar por lo menos una orientación a las discusiones que se generarán sobre la selección de equipos. Las diferentes secciones especializadas del Instituto deberían contar desde su implantación, con los elementos que se enumeran a continuación, los cuales podrán complementarse posteriormente de acuerdo con el enfoque y la profundidad con que se desarrollen los trabajos.

i) Para efectuar el control geométrico de las máquinas según las normas ya citadas se requieren instrumentos de calidad en una variedad que se capta fácilmente al conocer las modalidades de las mismas normas Schlesinger y Salmon,^{5/} que deben incluir los que permiten la verificación óptica de bancadas de gran tamaño.

Los instrumentos anteriores no abarcan toda la variedad necesaria para realizar mediciones de otras partes de máquinas, de modo que debe complementárselos. Partiendo de esta base y tomando en cuenta que el Instituto deberá estar en condiciones de diagnosticar sobre gran diversidad de problemas de tipo geométrico, incluso para otros sectores industriales, la sección de metrología deberá ser equipada en forma adecuada de acuerdo con la lista siguiente:

- Un juego de instrumentos de uso manual de diversos tipos para mediciones rectilíneas con lecturas de 1/100 y 1/1000 de milímetro.
- Idem, con apoyos, para piezas mayores y/o de forma poco usual.
- Instrumentos para mediciones angulares, serie de goniómetros mecánicos y ópticos.

5/ Normas de comprobación de máquinas-herramientas, del Dr. G. Schlesinger, primera edición en castellano, 1955, Buenos Aires. Machines-outils: Réception Vérification, Pierre Salmon. Editions Henri François et Fils, 1954.

- Juego de calibres angulares patrones, Johansson.
- Juego de bloques patrones Johansson.
- Juego patrón para verificación de conos.
- Inclínómetros.
- Aparatos para medición de planos, mármoles, planos de hierro fundido. con sus correspondientes apoyos especiales y otros.
- Juego de escuadras.
- Juego de instrumentos para medir roscas internas y externas de varios tipos.
- Juego de calibres para la verificación de roscas internas y externas de varios tipos.
- Instrumentos para la medición y la verificación de todas las características geométricas de los tipos de engranajes más corrientes.
- Proyector amplificador de perfiles.
- Aparato tipo Talyrond.
- Equipos para la verificación de los aparatos de medición.
- Durómetros.
- Rugosímetros.
- Otros equipos y aparatos especiales.

Estos instrumentos constituirían las necesidades más inmediatas. En cuanto a su desglose y a la definición de los límites inferiores y superiores de los juegos destinados a la medición de diferentes tipos, es decir, la capacidad dimensional de los instrumentos, como asimismo la elección de las marcas, se sugiere la formación de un comité especializado para su selección. Por lo demás este procedimiento debería ser adoptado para escoger los instrumentos de las demás secciones especializadas.

ii) La sección de ensayos dinámicos sobre máquinas o partes de ellas debería contar inicialmente con los equipos que se detallan a continuación:

- Una serie de herramientas y porta-herramientas para los ensayos de corte de todos los tipos.
- Una serie de dispositivos para la medición de los esfuerzos de corte según las tres componentes ortogonales.

- Aparatos medidores y registradores de vibraciones.
- Aparatos para producir vibraciones.
- Aparatos para el ensayo de ruidos de engranajes.
- Aparatos detectores de deformaciones elásticas.
- Un aparato de equilibramiento dinámico.
- Otros aparatos e instrumentos.

iii) La sección que se ocupa de los ensayos y de la investigación de los circuitos fluidodinámicos aplicados a las máquinas-herramientas, incluso la parte relativa a la lubricación y la refrigeración, puede equiparse en forma bastante diferente según la orientación y preferencia de los técnicos. Además, es notorio en este dominio el hecho de que los propios institutos conciben y fabrican una parte del equipo que emplean. Por esta razón sería conveniente consultar al respecto a los futuros utilizadores. De todos modos se requerirán indicadores y registradores de mediana y alta presión, de caudal, bombas, motores hidráulicos y eléctricos, distribuidores, filtros y aparatos intermedios que componen los circuitos, viscosímetros, termómetros, etc. (para determinar las características principales de los aceites y otros fluidos), cañerías de todos los tipos, conexiones, bancos de prueba para los elementos componentes de los circuitos y numerosos aparatos especializados.

iv) La sección eléctrica también puede ser dimensionada y aparejada con criterios bastante diferentes.

A esta sección le corresponderá desde luego colaborar en la puesta a punto y en la utilización de todos los aparatos eléctricos y electrónicos requeridos para los ensayos de otras secciones. Sin embargo, su papel principal será el de comprobar la eficacia de las instalaciones eléctricas de las máquinas-herramientas, sugiriendo mejores o nuevas soluciones para la utilización de los productos nacionales o importados. Le cabe también proyectar aparatos y dispositivos para ensayos especiales partiendo de componentes standard. Es claro que con estos antecedentes es difícil establecer de antemano una lista de los equipos que serán requeridos sin la intervención directa del grupo de investigadores interesados, como se ha sugerido anteriormente.

Lo que conviene subrayar aquí es que en esta sección deberá disponerse de bancos de ensayo específicos para las pruebas de resistencia de embragues, frenos, llaves de comando, interruptores, y numerosos otros aparatos de funcionamiento eléctrico, los cuales en la práctica son sometidos a un trabajo alternativo constante. Los bancos de prueba para estas finalidades podrán concebirse y ejecutarse en el mismo Instituto en el curso de los primeros dos o tres años de actividad de la sección, en vista de que no es frecuente encontrarlos en el comercio.

En contraposición, no es difícil seleccionar el instrumental básico que emplearía esta sección para las diversas mediciones eléctricas por la abundancia de tipos y marcas disponibles en el mercado mundial.

v) Es recomendable que el Instituto disponga de un pequeño taller de usinado ajuste y mantenimiento. La razón fundamental para esto reside en el hecho de que se necesitará realizar pequeños montajes y adaptaciones e incluso la construcción de dispositivos y piezas proyectadas allí mismo cuando se trata de elementos que no se encuentran en el comercio y así los técnicos pueden seguir personalmente la manufactura de ellos.

Consecuentemente, conviene que el Instituto posea unas cuantas máquinas-herramientas de buena calidad. Su existencia permitiría realizar también ensayos de corte de materiales tanto del lado de las herramientas como de los materiales, y otros.

En una primera tentativa, la lista de las máquinas y de los equipos que podría constituir esta sección sería la siguiente:

- Torno paralelo de precisión, específico para mantenimiento, de 1 000 milímetros entre puntas.
- Torno paralelo de elevada categoría, 2 000 milímetros entre puntas, 10 - 12 cv.
- Fresadora universal, cono Morse N° 6, de buena calidad, completamente equipada.
- Fresadora universal con características de semipunteadora, cono Morse N° 4 o 5.
- Taladro de pedestal, con capacidad para brocas de 50 milímetros de diámetro en acero, con mesa de tres movimientos ortogonales.

/-- Dos taladros

- Dos taladros de banco, uno de precisión con elevada rotación, el otro más corriente para brocas hasta 12 milímetros.
- Rectificadora universal, de elevada calidad, hasta 1 000 milímetros entre puntas, con cabezal para diámetros interiores.
- Rectificadora de superficies planas tipo tangencial, mesa hasta 800 milímetros, de buena calidad.
- Máquinas para honing, capacidad hasta 3 pulgadas de diámetro interno.
- Máquina para lapping, externo hasta 3 pulgadas de diámetro.
- Cepilladora-limadora hasta 800 milímetros de recorrido, con mesa universal.
- Sierra alternativa para corte de metales.
- Sierra de cinta vertical para recortar perfiles en chapas.
- Aparato de soldadura eléctrica.
- Aparato de soldadura oxiacetilénica.
- Dos bancos para ajustadores con sus respectivos complementos.
- Material normal de operación como herramientas, soportes, limas, etc.

3. Edificios e instalaciones

Este ítem admite prácticamente dos soluciones: puede pensarse por un lado en utilizar locales e instalaciones ya existentes, y por otro, en una construcción nueva. Evidentemente, esta última solución sería la más acertada a fin de que el Instituto operase en instalaciones absolutamente apropiadas. En este último caso sería también más fácil encontrarle una ubicación favorable. Un favor decisivo en la selección de las alternativas lo constituirá la determinación que se tome sobre la posibilidad de agregar el Instituto a una Escuela Técnica superior o darle vida autónoma. En un primer análisis, las condiciones de aprovechamiento de las instituciones actuales de enseñanza no parecerían muy favorables ni desde el punto de vista de lograr una reducción sensible de la inversión inicial como del de gozar de ciertos beneficios adicionales.

Haciendo abstracción de este aspecto que deberá ser considerado por el Grupo de Trabajo, correspondería agregar algunas indicaciones acerca de las dimensiones y características de los edificios y las instalaciones. Las cifras siguientes constituyen una orientación de las áreas que requerirían las diversas secciones:

/a) Directorio

	<u>Metros cuadrados</u>
a) Directorio y secretaría	80
b) Oficinas y salas de estudio para técnicos y asistentes ^{6/}	200
c) Sala de metrología (máquinas y partes)	300
d) Sala de ensayos dinámicos y corte de materiales	200
e) Sala de pruebas fluidodinámicas	150
f) Sala de ensayos eléctricos	150
g) Sala para cursos de perfeccionamiento	80
h) Biblioteca	150
i) Taller mecánico	300
j) Servicios y otros	<u>250</u>
<u>Total edificado</u>	1 860

Conviene señalar que la sala de metrología deberá contar con un equipo acondicionador de aire para mantenerla en las condiciones standard requeridas (20° Celsius, \pm 3°, con un grado de humedad de 50 a 60 por ciento \pm 2 por ciento). Las salas c y d deberán estar equipadas con puentes-grúas de 10 toneladas de capacidad para posibilitar la manipulación de las máquinas-herramientas que se pretende probar. Por su parte, las salas c, d, e, f, e i deberán disponer de una instalación de aire comprimido y proveerse de circuitos eléctricos de uso industrial.

Por último cabe mencionar la conveniencia de considerar una cierta área descubierta en previsión de futuras ampliaciones.

4. Inversiones

Dado el carácter general de estas notas no se tiene el propósito de llegar a un presupuesto detallado de las inversiones para el cual evidentemente será necesario definir, entre otros, todos los equipos con sus características de utilización, marcas y procedencia. Sin embargo, una iniciativa de la categoría y del tamaño esbozado aquí demandaría fácilmente una inversión entre 1.5 y 2.2 millones de dólares. Dentro de un margen burdo de aproximación esta inversión podría subdividirse en la forma siguiente:

^{6/} 8 salas de 25 m² (2 para cada uno de los items, c, d, e y f).

i) Construcción e instalaciones	US\$ 100 000 - 200 000
ii) Equipos de ensayo e investigación	1 200 000 - 1 700 000
iii) Muebles, máquinas de cálculo, etc.	50 000 - 100 000
iv) Biblioteca	150 000 - 200 000
<u>Totales</u>	<u>1 500 000 - 2 200 000</u>

Tanto las cifras parciales como el monto total caerían dentro de órdenes de magnitud verificados ya en la práctica, siendo superados sólo en casos especiales.

En cuanto a la selección de los instrumentos y de los equipos de comprobación e investigación, convendría constituir como ya se ha mencionado, un comité restringido de especialistas, formado por ejemplo, de tres personas, el cual se encargaría de preparar una lista pormenorizada que sirviera de base para encomendarlos. Este comité podría estar integrado por dos directores de centros europeos o investigadores extranjeros especialmente convidados y un elemento local. El grupo trabajaría obviamente partiendo de un programa de actividades del Instituto igualmente detallado, que sería elaborado de antemano y en el cual también participarían. Esta manera de proceder parecería ser la más conveniente para dotar al Instituto de equipos bien seleccionados y al mismo tiempo, para que surja dentro de un marco de alto nivel tecnológico de acuerdo con las urgentes necesidades del sector.

5. Gastos de operación

Sobre este punto es también difícil entrar en detalle sin conocer de antemano todos los factores que lo componen, como asimismo las previsiones de gastos de cada grupo de investigación, derivadas a su vez de programas ya asentados. Esta premisa no excluye, sin embargo, la posibilidad de adelantar algunas observaciones de interés al respecto. A contar desde la disponibilidad real de todos los locales, podría admitirse en una primera aproximación que los gastos del Instituto se ubicarían en una cifra cercana a los 400 000 dólares anuales como promedio de los primeros cuatro años de operación.

La manera de cómo financiar un presupuesto de tal magnitud, que podría definirse como bastante modesto en el campo internacional, será una de las tareas a que deberá abocarse el Grupo de Trabajo. En líneas generales puede

/agregarse que

agregarse que su monto, que aproximadamente representa el 1.5 por ciento de las ventas de la industria de máquinas-herramientas, parecería un tanto elevado para que fuese financiado únicamente por los constructores, tanto más que con toda seguridad una parte de ellos, particularmente los pequeños, no manifestarán interés en participar al principio en estos gastos. De ser así habrá que buscar otras fórmulas para cubrir estos gastos incluyendo no sólo los fabricantes de máquinas-herramientas, sino también las asociaciones de la industria mecánica (como utilizadores de las máquinas) y algún organismo gubernamental o ministerio que contemple en su presupuesto un rubro destinado a la investigación científica y aplicada.

Aparte de esto y en lo que respecta a las inversiones y puesta en marcha podría este proyecto contar con la colaboración del Fondo Especial de las Naciones Unidas para lo cual habría que encaminar a ese Organismo un proyecto detallado al respecto. Esta opción debería ser cuidadosamente estudiada por el Grupo de Trabajo e incluso, de optarse por ella, elaborar el proyecto dentro de los términos exigidos por el Fondo.

La magnitud de los gastos de operación del Instituto se menciona aquí sólo a título indicativo, como un elemento de orientación para las reuniones preliminares del Grupo de Trabajo. Conviene tener presente al respecto que este presupuesto tenderá a aumentar con el tiempo y precisamente en la medida que el Instituto vaya consolidándose, esto es, creciendo su dinamismo y diversificando los problemas técnicos del sector constructor. Por esta razón, es indispensable plantearlo desde el comienzo con vistas a un eventual incremento a fin de que el Instituto pueda cumplir plenamente las importantes funciones que se le han asignado.

ANEXO DESCRIPTIVO DE ALGUNOS CENTROS E INSTITUTOS EUROPEOS
DE INVESTIGACION DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS

Dado que el presente documento tiene por objeto orientar las discusiones del Grupo de Trabajo sobre la creación de un Instituto de máquinas-herramientas se ha considerado de utilidad agregar en este anexo unas cuantas informaciones acerca de instituciones europeas similares. Los antecedentes disponibles no son uniformes en cuanto a extensión y contenido, sin embargo, el material recolectado es suficiente para dar una idea de las actividades y de los principales problemas que deben enfrentar instituciones de este tipo.

1. Instituto VUOSO- Research Institute of Machine-Tools and Machining
Praga (Checoslovaquia). Fundado en 1953

Las atribuciones del Instituto abarcaron al comienzo la planificación general del sector fabricante de máquinas-herramientas, así como el estudio y la elaboración de prototipos de máquinas con producción de viruta, a las cuales se ha limitado el interés del Instituto. Esta última tarea, sin embargo, se ha venido restringiendo con el tiempo, especialmente en los últimos años, debido a varias causas. Entre ellas, según informaciones obtenidas del personal local, se destaca la imposibilidad práctica de que los técnicos de un instituto conozcan todos los problemas inherentes a la fabricación de estos bienes, cuando los proyectistas no acompañan de cerca su realización. Este hecho ha provocado discrepancias entre los fabricantes y el instituto, ya que los primeros han tenido dificultades para fabricar las cantidades fijadas por la central de planificación debido a errores de proyecto que debían corregirse en el curso de la producción. También por razones de exceso de trabajo, no le fue posible al Instituto actualizar varios tipos y modelos de máquinas que datan todavía de la época del último conflicto, lo que ha causado, de un modo general, un atraso técnico y un desmejoramiento en el mercado mundial de las máquinas checoslovacas con producción de viruta y muy especialmente de las automáticas y semiautomáticas. Conscientes de estas deficiencias, las autoridades han retransferido paulatinamente la autoridad y la responsabilidad de los proyectos a las mismas empresas constructoras, las cuales han debido preocuparse nuevamente de sus "bureaux d'études". El Instituto funciona en

este caso, directa o indirectamente, como supervisor de los proyectos, los aprueba y dicta las normas para autorizar el estudio de nuevos tipos destinados al mercado interno y externo.

Se dedica actualmente a las investigaciones de interés común a varias máquinas y a los estudios de problemas específicos que puedan someterle los constructores. Existe también una sección consagrada a los problemas del corte de los metales. Trabajan en el Instituto 270 personas que son en su gran mayoría técnicos. En los departamentos especializados se desarrollan las siguientes actividades.

- a) Investigaciones estáticas y dinámicas
- b) Precisión de las máquinas-herramientas
- c) Servomecanismos
- d) Comandos numéricos y aplicaciones
- e) Construcción de las máquinas
- f) Ensayos de prototipos
- g) Usinabilidad y capacidad de corte
- h) Herramientas
- i) Metrología
- j) Análisis tecnológicos de las máquinas
- k) Standardización y normalización
- l) Cuestiones económicas

Como información general cabe destacar que Checoslovaquia produce cerca de 140 000 toneladas de máquinas-herramientas por año, entre las de viruta y de deformación.

La literatura publicada por el personal especializado, desde su fundación hasta 1965 se refiere a los siguientes temas, ligados a estudios e investigaciones efectuadas en el Instituto.

- Electrotécnica especial para máquinas-herramientas.
- Vibraciones auto-excitadas en las máquinas-herramientas.
- Trabajos de copia sobre máquinas-herramientas.
- Rigidez estática de las máquinas-herramientas.
- Pérdidas de energía en la transmisión de comando de los tornos.
- Empleo de amortiguadores de vibraciones en las máquinas-herramientas.
- Ruido de los engranajes.

- Bombas de engranajes para máquinas-herramientas.
- Contadores de ciclo y dispositivos programadores para las máquinas-herramientas.
- Aparatos de medición eléctrica para las investigaciones en máquinas-herramientas.
- Experiencias en la medición de la calidad de las superficies usinadas.
- Calibres de tensión para la medición de fuerzas y deformaciones
- Empleo del calentamiento a alta frecuencia para el tratamiento térmico de partes de máquinas-herramientas.
- Estabilidad del movimiento deslizante.
- Los aparatos de medición magnéticos.
- Análisis del sistema de topes automáticos para las máquinas-herramientas.
- Cálculos de circuitos hidráulicos.
- Torneado de piezas de formas no simétricas por medio de copia hidráulica.
- Sistemas de comando de los tornos semiautomáticos.
- Elemento electrónico diferencial.
- Ensayos de los prototipos y estudio de las máquinas-herramientas.
- Cálculo de la estructura de una máquina-herramienta.
- Precisión de los sistemas hidráulicos de copia.
- Estabilidad de los sistemas hidráulicos de copia.
- Principios generales de la evolución de las máquinas-herramientas checoslovacas.
- El control de la precisión de los engranajes con dientes helicoidales por medio de escalas magnéticas.
- Sistema de copia utilizado por las máquinas checoslovacas.
- El estado actual de la solución del problema de las vibraciones autoexcitadas.
- Brochas que giran a gran velocidad.
- Las máquinas de rectificación para superficies internas.
- Ensayos de las máquinas-herramientas.
- Visión general de la automatización de máquinas-herramientas universales.

- Teoría de la formación de las vibraciones no excitadas durante el usinado. Cálculo de la estabilidad de las máquinas-herramientas.
- Mecanización y automatización en las construcciones mecánicas.
- Cálculo de los apoyos de los mandriles de máquinas-herramientas.
- Visión general de los esfuerzos estáticos y dinámicos de las máquinas-herramientas.
- Aparato de medición magnética para aumentar la precisión de las máquinas cortadoras de engranajes.
- La estabilidad de las máquinas-herramientas.
- Torneado mediante herramientas de carburo.
- Fresado mediante herramientas de carburo.
- Usinado con herramientas de cerámica.
- Las herramientas para tornear con forma.
- Economía y productividad del usinado.
- Calculadores de régimen de corte.
- Nuevo aparato de desimantación.
- Aumento de la productividad del torno automático multihusillo y la reducción de los tiempos de puesta a punto del ciclo.
- El desgaste de las piedras rectificadoras.

2. Laboratoire Central et Ecole de l'Armement - Section de Mécanique Industrielle et d'Essais de Machines-Outils Arcueil (Francia)

Hasta hace dos años fue el único Centro al cual podían recurrir los industriales franceses para investigaciones especiales sobre máquinas-herramientas, cuyos problemas sobrepasaban las posibilidades de los laboratorios de las propias empresas.

Las actividades del centro se refieren principalmente a los puntos siguientes:

- a) Control y ensayos de las máquinas-herramientas con producción de viruta: precisión estática y dinámica, rendimiento mecánico y vibraciones y ruidos.
- b) Estudios teóricos y prácticos de los procesos de usinado: estudio general del corte de los materiales, estudios de la rectificación y estudios de los procesos de usinado físico

/c) Estudio

- c) Estudio de las herramientas, los materiales y los lubricantes para el corte: capacidad de corte de las herramientas y de las piedras recitificadoras, usinabilidad de los materiales industriales y eficacia de los lubricantes para el corte de metales.

Este Centro dispone, aparte de técnicos muy especializados, de servicios generales que aseguran una ejecución rápida y racional de los trabajos, esto es: una oficina de dibujo para el estudio de los aparatos especiales necesarios para las investigaciones, un conjunto de máquinas-herramientas para construir dichos aparatos y una sección para preparar y afilar las herramientas.

En la actualidad tiene este Centro mucho interés en desarrollar estudios, literatura y prototipos de las máquinas que usan por proceso físico, y muy especialmente los siguientes:

- usinado por arco eléctrico,
- usinado por chispas eléctricas, frecuentemente conocido bajo la denominación de electro-erosión,
- usinado anodo-mecánico, el cual hace intervenir fenómenos electrolíticos conjuntamente a una acción mecánica,
- usinado eléctrico por contacto o electro-mecánico, durante el cual la acción mecánica de la herramienta está reforzada por la acción de un arco,
- usinado por ultra-sonido, que hace intervenir la acción de un polvo abrasivo introducido entre la pieza y la herramienta, la cual vibra con frecuencia ultra-sonora,
- finalmente, el usinado químico en el cual no hay otras intervenciones auxiliares que no sean químicas.

El personal ocupado en el Centro no pasaba de 70 empleados en 1961.

3. CNR - SVIMU - Centro Sperimentale per le Macchine Utensili
Milano (Italia)

Este Centro experimental para la investigación y el perfeccionamiento de la construcción de máquinas-herramientas es de fundación reciente. Uno de los motivos de su creación fue el atraso de Italia frente a otros países, en el campo de la investigación, cuando su industria de máquinas-herramientas ya se aproximaba a las 100 000 toneladas anuales de producción. Los promotores de

/esta iniciativa

esta iniciativa fueron los socios de UCIMU (Uniones Costruttori Italiani di Macchine Utensili), quienes contaron, desde el principio, con el respaldo del C.N.R. (Consiglio Nazionale delle Ricerche), de presupuesto gubernamental. El acuerdo entre las partes se firmó el 28 de marzo de 1962.

El presupuesto de 1963 alcanzó los 60 millones de liras (97 000 dólares) y hay un compromiso para llevarlo paulatinamente a 100 millones de liras (160 000 dólares). En este presupuesto participan en partes iguales el CNR y los fabricantes de máquinas. Las instalaciones construídas para este objeto están ubicadas a la periferia de Milán y actualmente trabajan allí cerca de 15 profesionales.

Las condiciones para ser socio de SVIDMU se reducen al pago de una cuota 100.000 liras y al compromiso de contribuir a mantener el Centro con base en las tarifas siguientes:

<u>Personal ocupado</u>	<u>Cuota anual en liras</u>
1 - 50	120 000
51 - 100	270 000
101 - 200	500 000
201 - 300	900 000
301 - 500	1 500 000
más de 500	2 000 000

Las actividades que se propone desarrollar el Centro se pclarizan principalmente sobre los temas que se indican:

- a) Estudio de los fenómenos de frotamiento de las superficies, lubricación y lubricantes;
- b) Medición y estudio de las vibraciones, sin carga y bajo carga. Medición de la amplitud y la frecuencia de las vibraciones de los elementos de una máquina; influencia de las vibraciones sobre la calidad de las superficies y sobre la forma de las piezas trabajadas.
- c) Medición y estudio de los ruidos.
- d) Medición de las deformaciones térmicas y elásticas y de las tolerancias.
- d) Automación, servocomandos y otros servomecanismos. Programadores de posición y programadores de funciones continuas. Dispositivos

/automáticos a

automáticos a tarjeta perforada y de cinta magnética. Adaptación de la máquina-herramienta tradicional al empleo de comando electrónicos. Los proyectos de máquinas-herramientas previstos para el empleo de comandos electrónicos.

Los resultados de las investigaciones son de dominio público cuando se refieren a casos generales o especiales que forman parte del programa propio del Centro. Los resultados no publicados se relacionan con investigaciones específicas para un cliente determinado que contrata directamente con el Centro el tema de investigación de su interés. En este caso el Centro cobra los gastos correspondientes.

Para realizar sus tareas iniciales el Centro dispone de 825 metros cuadrados cubiertos, de los cuales 165 son para oficinas, 330 para laboratorio y 330 para el taller mecánico.

4. Laboratorium Für Werkzeugmaschinen und Betriebslehre der Rheinisch Westfälischen - Aachen (Alemania Occidental)

Debido a la tradición de este Centro, la calidad de los trabajos que se ejecutan y al personal que en él colabora puede considerarse como el laboratorio de mayor renombre mundial existente en la actualidad.

Trabajan cerca de 180 personas, siendo 130 estudiantes que eligen sus tesis de formación universitaria en el campo de las máquinas-herramientas y 50 profesionales estables para dirigir las investigaciones de los estudiantes además de dedicarse a investigaciones propias.

El local del Centro está incorporado a la Escuela Técnica Superior de Aachen. El presupuesto es financiado por partes iguales entre el Estado, la Asociación de los Constructores de Máquinas-Herramientas y la Asociación de Industriales Metalúrgicos Alemanes.

Todos los trabajos de tesis e investigación son publicados en el boletín "Industrie - Anzeiger", que aparece mensualmente.

Para tener una idea acerca de la extensión del programa de actividades que este laboratorio viene desarrollando, desde hace ya varias décadas, en apoyo a una industria local fabricante de máquinas-herramientas que figura entre las mayores del mundo (más de 300 000 toneladas anuales de producción), se transcriben en seguida los numerosos items de investigación que abarca este importante Centro.

a) Organización de la producción

- i) Organización racional de la fabricación: contabilidad de producción, y planificación de fábrica (lay-out).
- ii) Estadística de piezas.
- iii) Fabricación de familias de piezas (tecnología de los grupos): programación de piezas complicadas, tablas de cálculo e investigación de la secuencia de las operaciones (series de fabricación).
- iv) Planificación y supervisión de la producción (cronogramas de producción): teoría de redes (PERT, CPM, RAMPS) y modelos matemáticos (investigación operacional, programación linear).
- v) Programación numérica.

b) Investigación de los procesos de fabricación

i) Procesos de usinado por arranque de viruta:

Investigaciones básicas: mecánica del proceso de arranque de viruta; temperatura; formación de viruta; datos físicos para el proceso de arranque de viruta; ensayos de verificación rápida; calidad de las superficies; factores de influencia sobre el desgaste (líquidos de lubricación y refrigeración, refrigeración intensiva, materiales, tratamientos térmicos, fundición, geometría de las herramientas); materiales de corte; causas de desgaste, etc.

Investigación de los procesos; torneado, cepillar, fresar, brochado, agujerear, usinado en caliente, etc.

ii) Procesos de usinado por erosión:

Electroerosión: instalaciones y maquinarias; aplicación de los procesos; generadores de impulso; penetración dieléctrica de líquidos.

Erosión electroquímica: usinado electroquímico; combinaciones electroquímica-mecánicas; aplicaciones especiales (pulido, limpieza de rebabas y corte electroquímico).

Rayos de elevada energía: proceso de rayos de electrones; laser; maser; etc.

Procesos químicos: aguafuente de relieve, de bajo relieve, grabado, limpieza de rebabas.

Procesos de ultrasonidos.

/iii) Procesos

iii) Procesos de usinado de terminación:

Usinado con herramienta de corte definido: torneado fino; agujereado fino.

Usinado con herramienta de corte no definido: rectificado; máquinas de rectificación; muelas y materiales para rectificación; proceso de rectificado; resultados de la rectificación, etc.); honing (máquinas, herramientas, resultados del honing, honing de carrera larga; honing de carrera corta).

iv) Procesos de fabricación por deformación:

c) Concepción constructiva de las máquinas-herramientas

i) Ensayos estáticos y dinámicos en máquinas-herramientas.

Tornos, cepilladoras, fresadoras, agujereadoras, máquinas de terminación, etc. (proceso de arranque de viruta y sollicitaciones dinámicas; rigidez; investigación sobre las vibraciones; ensayos de máquinas; ensayos de recepción; investigación con modelos; deformaciones térmicas; calentamiento de las máquinas, etc.).

Máquinas para engranajes: precisión de los movimientos (de rotación y avance); rigidez estática y dinámica.

Máquinas-herramientas pesadas: proceso de arranque de viruta y sollicitación dinámica; rigidez (aislamiento de las vibraciones, instalación, diseño de las máquinas, materiales); investigación sobre las vibraciones (problemas generales de vibración, vibraciones de gran amplitud); ensayos de máquinas; ensayos de recepción; investigaciones con modelos; deformaciones térmicas, calentamiento, etc.

ii) Ensayos estáticos y dinámicos de elementos de máquinas-herramientas.

Soportes, marcos, fundaciones y uniones: aislamiento y amortiguación de las vibraciones; instalación; diseño y rigidez de la forma; investigaciones con modelos; problemas de vibraciones de gran amplitud (Rattern).

Gufas de deslizamiento: gufas hidrodinámicas, gufas hidroestáticas; coeficientes de frotamiento; rigidez, lubricantes y lubricación.

Ejes.

/Cojinetes:

Cojinetes: de rodamientos; hidroestáticos e hidrodinámicos.
Engranajes: fabricación de engranajes (cilíndricos, cónicos, lapping de engranajes frontales y cónicos; tratamiento térmico); medición de engranajes (medición individual de errores; medición conjunta de errores; medición de errores de montaje; medición de las sollicitaciones de corte); cálculo de engranajes (factores de geometría, capacidad de carga de los flancos laterales, línea de fuerza; resistencia de las bases de los dientes); investigación sobre la duración de vida de los engranajes; investigaciones sobre los ruidos (fundaciones, acústica, procedimientos de medición y evaluación, normalización; influencia de la precisión de fabricación; investigación del ruido en transmisiones ya instaladas).

iii) Fundaciones:

Estática, resistencia de los materiales (deformaciones). Dinámica.
Aplicación de las calculadoras analógicas y digitales.
Medición para investigaciones estáticas y dinámicas.
Estadísticas, cálculos de correlación.
Mecánica de modelos.
Transmisión del calor
Expansión térmica y tensiones térmicas.

d) Metrología, control y regulación de las máquinas-herramientas

i) Metrología:

Técnica de medición de taller.
Técnica de medición experimental; medición mecánica (calibres, indicadores, etc.); medición acústica, medición óptica; medición neumática; medición eléctrica y electrónica; medición teórica; medición de longitudes; medición de elongaciones (tensiones propias, óptica de tensiones, rayos X); medición de superficies; medición de velocidades y aceleraciones; medición de fuerzas; medición de presiones; medición de caudales; medición de tiempos; medición digital de longitudes; medición de temperaturas; mediciones eléctricas.

/ii) Control

ii) Control y regulación:

Investigación sobre elementos de sistemas de control y regulación: elementos eléctricos, elementos hidráulicos y electrohidráulicos, elementos neumáticos.

Investigación de circuitos de control y regulación: circuitos eléctricos (regulación de circuitos estables e inestables); circuitos hidráulicos y electrohidráulicos; circuitos neumáticos y neumáticos-digitales; control de medidas.

Investigación sobre el control numérico; programación mecánica.

e) Diseño de máquinas-herramientas

i). Técnica general de diseño.

ii) Máquinas-herramientas y elementos de máquinas

iii) Tolerancias.

iv) Normalizaciones.

v) Desarrollo y concepción de máquinas-herramientas.

f) Campos especiales de investigación

i) Aplicación de calculadores analógicos y digitales.

ii) Estadística (estadística general; métodos estadísticos en la fabricación; control estadístico de calidad; problemas de recuperación).

g) Taller

i) Herramientas.

ii) Construcción de equipo auxiliar de producción.

iii) Técnica de almacenamiento.

iv) Formación profesional.

v) Afilado de herramientas.

vi) Instalaciones eléctrica.

5. Centre d'Etudes et de Recherches de la Machine-Outil (CERMO)
Paris (Francia)

Fue fundado recientemente por iniciativa del Sindicato de Fabricantes de Máquinas-Herramientas franceses quienes han reconocido la necesidad de contar con un centro propio de investigación, puesto que "Le Centre de L'Armement" no se creó con la sola finalidad de atender el sector privado. Este Centro funciona dentro de las instalaciones de una escuela técnica media que ha

/cedido para

cedido para ello una área importante (más de 1 000 metros cuadrados). Por el momento trabajan apenas una decena de personas calificadas. La expansión de este Centro en material y personal, se hará paulatinamente en los próximos años respaldado por un presupuesto más importante. En la actualidad se financia en su mayor parte por los fabricantes y la Federación de la Industria y en menor medida, cerca de 20 por ciento, por el Estado a través del Ministerio de Educación.

Un comité científico aprueba, una vez por año, los programas que sean de interés general para el sector, existiendo, sin embargo, la posibilidad de que el Centro se ponga de acuerdo directamente con la industria privada para investigaciones específicas. En este caso, se cobran los servicios.

6. Investigación sobre máquinas-herramientas y mecánica aplicada en el Reino Unido

Se detallan a continuación los laboratorios que participan en la investigación sobre máquinas-herramientas en el Reino Unido:

Birmingham University,
Department of Mechanical Engineering,
Birmingham, 15, England

Bristol University,
Department of Mechanical Engineering,
Bristol, 8, England.

Cambridge University,
Department of Engineering,
Engineering Laboratory,
Cambridge, England

College of Aeronautics, Cranfield,
Department of Production and Industrial
Administration,
Cranfield,
Bletchley, Buckinghamshire, England

Edinburgh University,
Department of Civil and Mechanical Engineering,
Edinburgh, Scotland

Glasgow University
Department of Mechanical Engineering,
Glasgow, W.2., Scotland

/London University

London University (Imperial College of
Science and Technology),
Department of Mechanical Engineering,
Prince Consort Road, South Kensington,
London, S.W.7., England

London University (Queen Mary College),
Department of Mechanical Engineering,
Mile End Road
London, E.1, England

Machine Tool Industry Research Association,
163, Kingsway,
Manchester, 19, England

Manchester College of Science and Technology,
Department of Mechanical Engineering,
Sackville Street,
Manchester, 1, England

National Engineering Laboratory,
East Kilbride,
Glasgow, Scotland,

Nottingham University
Departments of Mechanical and Production Engineering,
University Park,
Nottingham, England

Production Engineering Research Association
of Great Britain,
Melton Mowbray,
Leicestershire, England

Queen's University of Belfast,
Department of Mechanical Engineering,
Belfast, 7, Northern Ireland

Regent Street Polytechnic,
Department of Civil and Mechanical Engineering,
309, Regent Street,
London, W.1., England

Royal College of Advanced Technology,
Department of Mechanical Engineering,
Salford, 5
Lancashire, England

Sheffield University,
Department of Mechanical Engineering,
Sheffield, 10, England

/Southampton University

Southampton University,
Department of Mechanical Engineering,
Highfield,
Southampton, England

University College of South Wales
Department of Mechanical Engineering,
Cathays Park,
Cardiff, Wales

Los institutos de investigación que se han señalado, ya estén total o parcialmente dedicados a problemas relativos a las máquinas-herramientas, desarrollan en conjunto trabajos sobre diversos temas como los que se describen a continuación a manera ilustrativa.

Dinamómetros: mejoramiento de los dinamómetros para corte de metales; desarrollo de dinamómetros de tres componentes para investigaciones detalladas de las operaciones de usinado; dinamómetros en general.

Dinámica y vibraciones: estabilidad dinámica del corte de metales; fresado; torneado; alesado; perforado; investigación sobre vibraciones en modelos; amortiguación en estructuras de máquinas-herramientas; transmisión y absorción por el terreno de las vibraciones producidas por equipos pesados; pronóstico de las características estáticas y dinámicas de las estructuras de máquinas-herramientas a partir de diseño; amortiguación entre partes estructurales; comportamiento de los sistemas amplificadores de presión de fluidos; estructuras de máquinas-herramientas; fijaciones de columnas; análisis de elementos de máquinas-herramientas; acabado de superficie; estudio de diferentes materiales en contacto; presión superficial y configuración de la terminación superficial; forma de los contactos superficiales; leyes de similitud en el análisis de modelos; funcionamiento de los engranajes bajo diferentes condiciones de manufactura; mecanismos de vibración; dispositivos de estabilidad dinámica; bases para máquinas-herramientas; vibración de los tonos; características estáticas y dinámicas del conjunto mandril y sus efectos sobre la estabilidad y los apoyos durante el proceso de corte; efecto de las características de los sistemas de control dinámico sobre los movimientos de desliz de los cursores y carros; investigación acerca del funcionamiento de un amortiguador de vibración de una masa libre; respuesta de los sistemas hidráulicos de control de liga y desliga (ON/OFF); transmisiones hidráulicas de baja velocidad; efecto de las vibraciones transversales sobre la relación fricción-velocidad.

/Corrección de

Corrección de errores: sistemas para la corrección de errores para máquinas cortadoras de engranajes; sistemas automáticos de corrección de errores para las máquinas-herramientas; máquinas-herramientas controladas numéricamente; estudio del control dimensional en las operaciones de usinado.

Procesos por deformación: deformación de materiales mediante alta presión; desarrollo de máquinas para deformación con alta presión y la consolidación de polvos metálicos; deformación con explosión controlada; el mecanismo de deformación durante la fase explosiva; factores involucrados en la deformación de alta presión; análisis del flujo plástico del material durante las operaciones de punzonamiento y deformación del material en láminas; deformación mediante dilatación; deformación en frío de grandes rebordes de metal; desarrollo de las secuencias de producción para la extrusión en frío; desarrollo de un método para controlar la velocidad de extrusión en caliente; operaciones de extrusión en frío combinadas, directas e invertidas; extrusión simultánea en caliente de tiras bimetálicas; extrusión de lingotes de aluminio congelado; la extrusión de acero en frío; propiedades de los productos extru- dos en frío; la extrusión hidroestática de metales; deformación electrohi- dráulica y electromagnética; fracturas en el usinado con producción de viruta; revestimientos de fosfato para la extrusión en frío; herramientas para la extrusión en frío; extrusión en caliente de aleaciones de acero; propiedades del material deformado por explosión; estampados deformados por explosión; estiramiento y planchado combinado; efectos de fricción en la extrusión de materiales no ferrosos; investigación sobre las tensiones durante el proceso de extrusión en perforaciones y estampado; laminación de metales en caliente. Se están investigando también la forja de bloques rectangulares; forja de herramientas planas; la laminación mediante polígonos regulares multilaterales; los factores de extensión de la laminación; la mecánica del corte; la deformación a alta velocidad.

Procesos de usinado: corte mediante herramientas oscilantes; variación del grosor de la viruta; virutas que varían en sentido lineal; variación del ángulo de corte; constantes dinámicas del proceso de rectificación; análisis del proceso de rectificación; propiedades físicas de las piedras rectifica- doras; segmentación de la formación de la viruta; aplicación de técnicas fotoelásticas a la investigación sobre el corte dinámico de metales; efectos

/de vibración;

de vibración; efecto de la vibración sobre la vida de la herramienta; corte inestable de metales; efecto del ángulo de oblicuidad sobre la eficiencia de las operaciones de corte de metales; desarrollo de la geometría óptica de las herramientas, del material de las herramientas, de la sección de viruta, y de la velocidad de corte para las operaciones de usinado de acabado; medición de la tensión residual introducida durante las operaciones de usinado y el desarrollo de técnicas para su control; usinado electrolítico; similitud dinámica en el proceso de deformación de metales; flujo fluido en el usinado electroquímico; mecánica del corte de metales; la influencia del desgaste de corte sobre el diseño de las fresas; fresado de planchas; deterioro de las herramientas de corte (fresas); mecánica de las rectificadoras sin centro; escariado; usinado eléctrico mediante chispas de alta tensión; endurecimiento a través de chispas; métodos rápidos para estimar el rendimiento de una herramienta de corte; nuevas técnicas de usinado; efecto de las inclusiones no metálicas en el usinado del acero; fuerzas de la herramienta y fricción de la viruta en cortes ortogonales; la tensión y la temperatura en el plano desgastado de una herramienta de corte durante el usinado; la acción lubricante de los fluidos de corte; efecto de la mezcla para esmerilar sobre el desgaste de las muelas; reacción interfacial entre las herramientas de carburo y los materiales en trabajo durante el usinado.

Funcionamiento de las máquinas-herramientas: diseño dinámico de las estructuras de máquinas-herramientas; diseño óptimo de las estructuras de máquinas-herramientas; pruebas de aceptación dinámica para las máquinas-herramientas; vibraciones torsionales en la transmisión de las máquinas-herramientas; pronóstico del comportamiento dinámico de las estructuras de máquinas-herramientas; torneado de alta precisión en tornos paralelos; torneado de alta precisión en tornos revólver; rectificado de alta precisión en rectificadoras cilíndricas, externas e internas; rectificación cilíndrica externa de alta precisión en rectificadoras sin centro; rectificado superficial de alta precisión; "honing"; la importancia de los resultados de las pruebas de usinado en el diseño de las máquinas-herramientas; pruebas de error cíclico en las máquinas "gear-hobbing"; estudios económicos en máquinas-herramientas controladas numéricamente; máquinas-herramientas con programa de secuencia controlada; prensas de potencia; tensiones térmicas en las estructuras de las máquinas-herramientas.

Mecanismos: pulsómetros hidráulicos; rodamiento hidroestático oscilante; transmisión de alta velocidad; transmisión de energía por propagación de ondas en fluidos; balanceo automático de las muelas; exactitud del balanceo de las muelas mediante el empleo de métodos gravitacionales y centrífugos; cursores de lubricación hidroestática, en tornos, fresadoras y rectificadoras; cojinetes hidroestáticos; cojinetes neumostáticos; cojinetes axiales; transmisiones con relación variable de velocidad; cintas transportadoras; servo-transmisiones para movimientos rotatorios y de traslación; dispositivos de control de posición; transmisiones hidráulicas en máquinas-herramientas; sistemas de posicionamiento por coordenadas; inestabilidad de las válvulas de movimiento vertical usadas en sistemas hidráulicos; comportamiento de superficies deslizantes a bajas velocidades relativas.

Metrología: metrología dimensional para grandes medidas; efecto de la medición a presión sobre la exactitud de la medida tomada en componentes fácilmente deformables; inspección automática como parte integrante del proceso de producción; control estadístico de calidad; prueba acústica de los engranajes; medición de los mandriles cortadores de engranajes; rayos laser; medidas de redondez; medición de desgaste; alineamiento de alesados de alta precisión.

Otras investigaciones: desarrollo de dispositivos para aplicaciones de máquinas-herramientas; equilibrio sincronizado de ejes; desarrollo de máquinas-herramientas con control de programación de alta precisión; especificación y utilización de las máquinas-herramientas; funcionamiento estático y dinámico de válvulas para bombas, motores y sistemas de control; características de los sistemas automáticos de montaje; características de los sistemas automáticos de inspección; mecánica de los alimentadores por vibración; manipuleo de partes pequeñas; medición del espesor de la película de aceite entre superficies deslizantes mediante interferómetro;

7. M.T.R.A. Machine Tool Industry Research Association
Manchester (Reino Unido)

Fue fundado en febrero de 1961 por iniciativa de los constructores ingleses de máquinas-herramientas que necesitaban un instituto más estrechamente ligado a su ambiente. El presupuesto se financia mitad por el Estado y mitad por los asociados.

/Un primer

Un primer esbozo del programa de trabajo de la Asociación comprendía los siguientes puntos:

- a) Diseño estructural: diseño de bases para máquinas-herramientas; investigación sobre las estructuras de las bases para máquinas-herramientas; pronóstico de las características estáticas y dinámicas de las estructuras de máquinas-herramientas a partir de dibujos; amortiguación mecánica entre las partes estructurales; cojinetes hidrostáticos axiales; cojinetes en general; diseño de cursores para tornos; deformación térmica de las máquinas-herramientas; medidas de vibración en las máquinas-herramientas.
- b) Mecanismos: cintas transportadoras; prueba acústica de los engranajes; circuitos hidráulicos y sus componentes; prensas; placas; vibraciones torsionales.
- c) Corte: investigación sobre los fenómenos de corte alternativos; influencia del desgaste de corte sobre el diseño de las fresas; "honing"; rectificado pruebas de usinado.
- d) Control automático: comandos de transmisión; transmisiones hidráulicas; control numérico del fresado; el efecto del desalineamiento de la máquina-herramienta sobre la exactitud de los sistemas de medición.
- e) Nuevos métodos de usinado: usinado electroquímico; otros métodos de usinado no convencionales.
- f) Especificación y utilización de máquinas-herramientas: diseño de portaherramientas para herramientas listas para el uso; herramientas precalibradas.

8. N.E.L. National Engineering Laboratory
Glasgow (Reino Unido)

Fundado en 1947, comenzó a funcionar en 1949. Está financiado totalmente por el Estado. Dispone de una superficie de casi 300 000 metros cuadrados, de los cuales 30 000 son cubiertos. El valor de las instalaciones supera los 2.3 millones de dólares. El presupuesto anual es de aproximadamente 1.6 millones de dólares con un personal de más de 500 empleados incluyendo en esta cifra los extranjeros que siguen cursos de instrucción.

La investigación se lleva a cabo en tres divisiones diferentes:

- a) Mecánica y máquinas.
- b) Materiales.
- c) Fluidos.

9. P.E.R.A. Production Engineering Research Association of
Great Britain
Melton Mowbray (Leicestershire)

Deriva de una fundación privada de 1937 que se transformó en instituto en 1947. Es financiado mitad por el gobierno y mitad por la industria privada. Ocupa una superficie de 85 000 metros cuadrados, de los cuales 15 000 son cubiertos. El valor de las instalaciones se calcula en 2.4 millones de dólares. Los gastos anuales ascienden a cerca de 800 000 dólares. Se emplean alrededor de 300 personas, de las cuales 200 son técnicos y operarios.

La actividad de investigación se desarrolla en cuatro campos principales:

- a) Trabajos con producción de viruta.
- b) Construcción de máquinas-herramientas.
- c) Automación.
- d) Trabajos por deformación.

10. Department of Mechanical Engineering, University of Birmingham
Edgbaston, Birmingham 15 (Reino Unido)

Es el primer ejemplo de iniciativa con base universitaria, surgido para el perfeccionamiento de los egresados bajo el patrocinio del "Department of Scientific and Industrial Research" (DSIR). Su primera contribución fue de 480 000 dólares y las contribuciones actuales alcanzan ya la cifra anual de 2.8 millones de dólares.

El Instituto mantiene contactos con la industria para lograr contratos de investigación y recibir asistencia en hombres, materiales y maquinaria. Solicita también a la industria, que le envíe técnicos para su perfeccionamiento. Los trabajos de investigación son publicados por la Universidad a través de los canales normales de las revistas técnicas. En pleno funcionamiento, el Instituto debería ocupar a cerca de 60 técnicos de alto nivel. Las actividades del Instituto están orientadas principalmente hacia los siguientes temas de investigación:

- a) Máquinas-herramientas.
- b) Materiales.
- c) Investigación sobre dirección de empresas.

11. Instituto Experimental de Investigaciones Cientificas
para Máquinas-Herramientas - E.N.I.M.S.
Moscú (Unión Soviética)

El E.N.I.M.S. es un instituto de investigación y control de la producción de máquinas-herramientas con arranque de viruta. Por su tamaño y por el número de personas ocupadas, se le considera como el más grande en su género actualmente en el mundo. Existe otro instituto similar de proporciones algo inferiores, que se dedica a los problemas inherentes a las máquinas de deformación, denominado SNITMATSCH.

El Instituto tiene diversas atribuciones, especificadas más adelante, y depende directamente del Ministerio de Máquinas-Herramientas de la Unión Soviética. Se concibió al comienzo, como central única de investigación y diseño de productos que, una vez desarrollados los prototipos, los enviaba a las diferentes fábricas del país para que los construyeran. Debido a que este sistema no rindió los resultados esperados, el Instituto ha venido reduciendo su papel de elaborador único de todos los prototipos de máquinas para el país y simultáneamente se ha estimulado el funcionamiento de "bureaux d'études" junto a las varias empresas constructoras.

El campo de acción del E.N.I.M.S. comprende en la actualidad los siguientes puntos principales:

- a) Investigación de valor general para un vasto grupo de máquinas-herramientas, tal como, rigidez, vibración, criterios de cálculo y diseño, duración, etc.
- b) Investigación sobre subgrupos y grupos para ciertas categorías de máquinas como, por ejemplo, reductores y cambio para fresadoras, movimientos rectilíneos en cepillos-puentes, etc.
- c) Investigaciones específicas para un determinado tipo y modelo de máquina.
- d) Estudio de los comandos de las máquinas.
- e) Estudios sobre la tecnología de construcción de máquinas.
- f) Materiales y su respectiva unificación.
- g) Problemas generales de unificación (modelo, tamaño, características operacionales, etc.) y elementos standard en las máquinas (roscas, cinematis-mos y otros); normas para pruebas estáticas y dinámicas.

/h) Estudio,

h) Estudio, investigación y aplicación de los equipos para circuitos eléctricos, electrónicos, hidráulicos, neumáticos y mixtos.

i) Aspectos económicos inherentes a la fabricación y utilización de las máquinas-herramientas.

j) Estudios referentes al automatismo y determinación de los casos de mayor interés para su aplicación.

k) Servicio de documentación internacional y nacional muy completo sobre los problemas de toda índole referentes a las máquinas-herramientas; también a disposición de la industria fabricante.

l) Investigación acerca de problemas futuros en el campo de las máquinas-herramientas buscando nuevas tecnologías o procesos de producción.

m) Investigación, estudio y fabricación de algunos prototipos de máquinas muy especiales y asistencia a las empresas para la realización de productos, particularmente complicados, que ellas no pueden llevar a cabo en forma independiente.

n) Asistencia técnica y control técnico de la producción de los fabricantes de la Unión Soviética. Antes de ser lanzados en producción, los prototipos de estos fabricantes deben ser aprobados por el Instituto. Obviamente, los tipos de máquinas que se estudian para futuras producciones también deben contar con la aprobación del Instituto, que actúa así, como organismo de ligación entre el Ministro y el fabricante.

Existen sucursales del Instituto en diversas partes del país. El personal ocupado total llega a 4 950, subdividido así: 2 500 investigadores, de los cuales 1 700 son ingenieros y técnicos, ubicados en la casa central y en las filiales; 2 000 operarios y ayudantes y 450 técnicos dibujantes.

El presupuesto del E.N.I.M.S. es de aproximadamente 6,5 a 7 millones de rublos (7,2 - 7,7 millones de dólares), suma que no alcanza al 1 por ciento del valor de la producción de máquinas-herramientas con arranque de viruta de la Unión Soviética. El Estado financia el 60 por ciento del presupuesto y la industria de máquinas-herramientas, el 40 por ciento restante en forma de pago de servicios al Instituto.

El E.N.I.M.S. participó en el inventario del parque de máquinas-herramientas realizado en el país en 1962 y mantiene relaciones técnicas con organismos similares de otros países.