



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

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



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

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

FAIR USE POLICY

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

CONTACT

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

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

06689-S

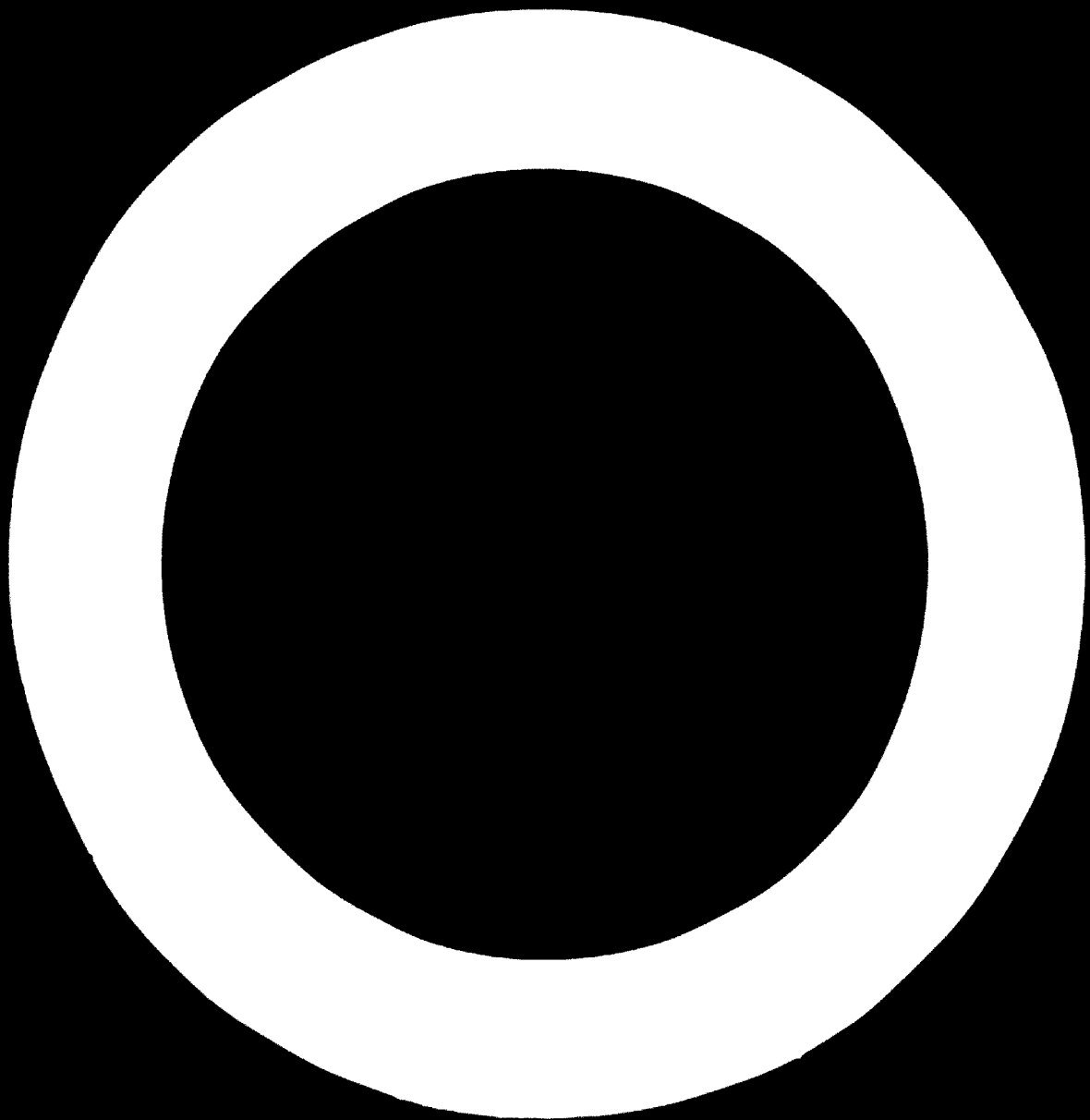
**Noticias sobre
Investigación y
Desarrollo
Industriales**

Vol. VII Núm. 3

NIDI



NACIONES UNIDAS



Los artículos que aparecen en el presente número de Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales solo expresan las opiniones y actitudes de sus autores, y no reflejan necesariamente el punto de vista de la Secretaría de las Naciones Unidas. El material contenido en la presente publicación puede citarse o reproducirse sin restricciones, siempre que se indique el origen y se remita a la Secretaría un ejemplar de la obra en que aparezca.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican de parte de la Secretaría de las Naciones Unidas juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países o territorios citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras.

ID/SER.B/21

PUBLICACION DE LAS NACIONES UNIDAS
PRECIO: \$3,00 (EE.UU)
(o su equivalente en la moneda del país)

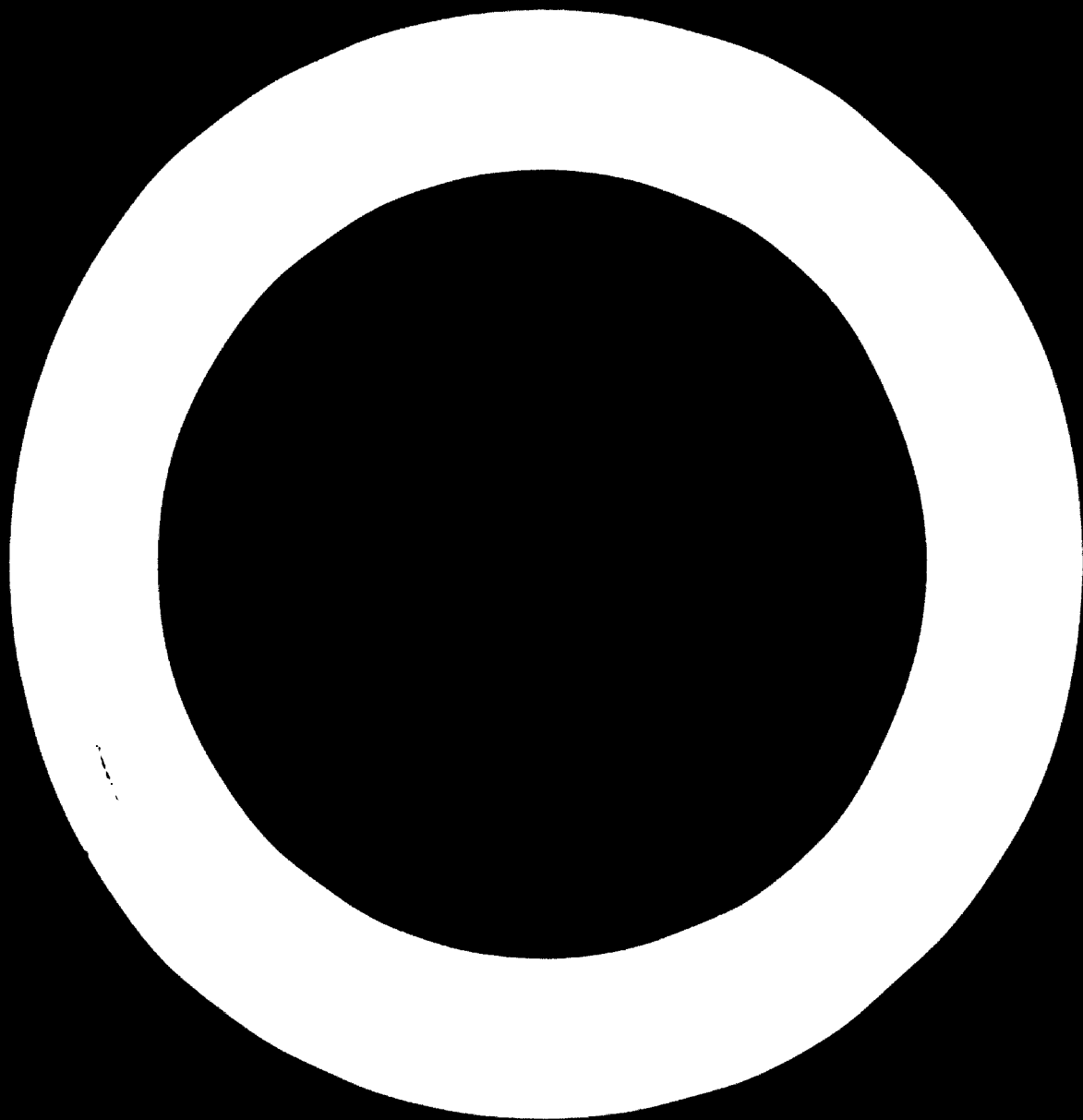
Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales

Vol. VII Núm. 3

INDICE

- 2 **Criterios de planificación y desarrollo para un centro de investigación industrial**
Paul Silver
- 9 **Ubicación de centros de investigación**
J. Nekarda
- 11 **Suministro de equipo para laboratorios de países en desarrollo**
Helmut Maier
- 15 **Mobiliario y accesorios de laboratorio**
E. Geyer
- 25 **Consideraciones técnicas en materia de construcción y proyección**
- 25 **Caso 1: El edificio del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica**
J. E. Breeze
- 33 **Caso 2: El Centro Nacional de Metrología del Brasil**
Fabio Becker y Luiz Eduardo Indio da Costa





Prólogo

Los centros de investigación y desarrollo industriales ofrecen diversos servicios a gobiernos, empresas, compañías nacionales y extranjeras, y otros organismos dedicados al desarrollo industrial. Estos servicios incluyen los siguientes: trabajos de investigación aplicada, ensayos y análisis de materias primas y subproductos industriales con el fin de determinar su aptitud en la industria; ensayo y análisis de productos industriales; defectos de control y certificación de la calidad; calificación de estudios de viabilidad tecnocómica sobre el establecimiento de nuevas industrias o la ampliación de industrias existentes; prestación de asistencia a la industria en la solución rápida de problemas prácticos y en actividades de normalización y control de calidad; selección de procesos industriales, equipo y tecnología apropiada; investigación de mercados; contabilidad de costos; trazado de plantas; mejoramiento del producto y la productividad; y diversificación de la producción. Asimismo, prestamos asistencia técnica y asesoramiento a gobiernos sobre cuestiones tecnológicas y prestación de asistencia relativa a programas nacionales de normalización y control de calidad. Los centros se hallan dotados de tecnólogos especializados en distintas disciplinas, cuyo objetivo principal es incentivar el crecimiento industrial.

Los gobiernos de varios países en desarrollo han reconocido la necesidad de establecer tales centros de investigación y desarrollo industriales, por lo cual los conceden gran importancia. Con pocas excepciones, los

centros se financian a los pocos sectores particulares de un creciente presupuesto. El personal de los centros de desarrollo industrial generalmente comprende un grupo profesional de 10 a 30 personas, según sea el nivel de desarrollo de país y del centro.

Las etapas críticas de los proyectos de centro mayor parte de los fondos, los gastos de personal y el tiempo para definir el programa de instalaciones. Sin embargo, debido al limitado número de expertos de países en desarrollo en desarrollo, el número de centros que se plantearon, se añadieron o se establecieron, creció a un ritmo deudamente creciente durante los años 70. Es evidente, también, que es necesario que los países en desarrollo utilicen la experiencia de sus aliados y presten asistencia en la construcción de centros, instalaciones que serán totalmente adaptables para hacer frente a las tecnologías y exigencias de la economía de la industria que se hallan en constante evolución.

Reconociendo esta necesidad, la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONU-DEI) en cooperación con la *Kongresshaus* de Innsbruck (Austria) organizó una reunión de expertos sobre "Discusión y trazado de edificios e instalaciones para centros de investigación y desarrollo industriales" que se celebró en Innsbruck del 23 al 27 de septiembre de 1974. El presente número del NIDM ofrece versiones revisadas de seis de las memorias de expertos que se presentaron en la reunión.

Criterios de planificación y desarrollo para un centro de investigación industrial

por Paul Silver

Introducción

Uno de los problemas más difíciles de planificación y diseño con que se enfrenta el arquitecto en los momentos actuales es el de diseñar un centro de investigación industrial, esto es, un organismo complejo que se debe prestar a innumerables utilizaciones y que debe responder a los cambios que van ocurriendo en el mundo imprevisible de la ciencia. El centro debe prestarse a las tareas técnicas y servicios fundamentales que son necesarios para su funcionamiento, también responder a las características cambiantes de aquellos a quienes sirve. Por este motivo, es mejor que el arquitecto encargado de la planificación de un centro procure familiarizarse con la interdependencia de las actividades propias de tales centros, más bien que estudiar el funcionamiento de un laboratorio determinado. Por consiguiente, en el presente artículo se examinarán los procesos por los cuales un centro de investigación puede convertirse de una idea en una institución operacional capaz de responder a la amplia gama de trabajos de investigación que le soliciten diversos sectores científicos.

Emplazamiento

La decisión más delicada en la planificación del centro es la de su emplazamiento, ya que éste puede determinar, en gran parte, las posibilidades de éxito que tenga. El centro debe estar situado en un lugar que atraiga a personal de las más altas calificaciones, puesto que un factor decisivo para el éxito es el calibre de su personal.

El papel que el centro está llamado a desempeñar es muchas veces el factor determinante en la elección de su ubicación geográfica. Por ejemplo, si se crea el centro con la finalidad de estudiar la vida o el comportamiento de las especies marinas, evidentemente deberá estar situado a la orilla del mar o en sus cercanías. En cambio, si el carácter del programa de investigación es general, el emplazamiento se convierte en una cuestión más

compleja. La decisión relativa al emplazamiento de un centro de carácter general se basa a menudo en la proximidad de las fuentes de conocimientos técnicos y de servicios — es decir, en una zona en que se hallen situados otros centros industriales o de investigación — más bien que en la proximidad de los materiales de investigación. La proximidad de otras organizaciones también brinda la oportunidad de establecer útiles intercambios y una sana competencia en el personal y de contar con instalaciones auxiliares. La cercanía a los posibles clientes es uno de los criterios menos importantes, ya que el proceso de investigación no implica una relación continua o estrecha entre los clientes y los que participan en la labor de investigación.

El ambiente de trabajo es también un factor importante en la selección del emplazamiento, y no debe reducir la seriedad de las actividades del hombre de ciencia ni coartar su facultad creadora. Las molestias que causan dificultades de transporte, problemas de vivienda, falta de actividades culturales y escasez de centros recreativos pueden reducir considerablemente las posibilidades de encontrar personal competente dispuesto a vivir en zonas en desarrollo. Dicho personal tiende a acudir a los centros en que cree encontrar un ambiente general propicio a la labor creativa, las instalaciones modernas y una actitud progresista de la dirección.

Los servicios públicos constituyen uno de los criterios fundamentales para determinar el emplazamiento. La mayoría de los servicios necesarios para el funcionamiento de laboratorios presentan problemas de escala. La enorme demanda de electricidad, por ejemplo, puede equivaler a la de una pequeña ciudad. En cambio, la demanda de gas es baja. Se requiere un suministro abundante de agua, aunque su calidad no sea buena, si se dispone de suficiente energía puede someterse el agua a tratamiento.

La lucha contra la contaminación del aire es un factor importante para el emplazamiento de un centro. Las corrientes de aire pueden a veces arrastrar los contaminantes eliminados por el centro hacia éste mismo o a edificios o sitios vecinos. Al considerar un emplazamiento, se recomienda firmemente llevar a cabo un ensayo de túnel aerodinámico, utilizando modelos a escala, para analizar el efecto de las corrientes de aire o

El autor es director de las instalaciones de investigación y desarrollo de Gruzen and Partners, como miembro de esta firma de Nueva York. Su artículo apareció originalmente como documento de la ONUDI, con la signatura ID/WG.181/9.

de las variaciones irregulares térmicas de la temperatura que existan en la zona. El tratamiento de las aguas servidas no es tan decisivo como el de los contaminantes emanados de los procesos químicos y físicos de la investigación.

Factores que influyen sobre el diseño

Aspectos sociales

El centro debe brindar amplias oportunidades para que se produzca la interacción del personal en distintos planos. En el campo de la ciencia, el individuo es la medida final del potencial. Su competencia y su deseo de cooperar y de mancomunar esfuerzos son factores esenciales para el mayor rendimiento. Se debe hacer todo lo posible por crear salas adecuadas que puedan utilizarse para los aspectos sociales del programa científico y para reuniones sin protocolo. Estos sitios deben estar provistos de pizarrones y de servicio de colación, y ha de reinar en ellos un ambiente de comodidad, descanso y distracción.

Costos

Es difícil detinar las ventajas de un sistema sobre otro, en diferentes ubicaciones, desde el punto de vista de los costos. La disponibilidad de materias primas, los factores económicos locales y las técnicas propias del país son factores determinantes de consideración. En general, es importante considerar no solo el costo de construcción de un sistema sino el costo de su ciclo de vida; el costo inicial no es el único factor, ni el más importante. Si se han de introducir modificaciones con frecuencia, es importante que el sistema sea capaz de adaptación a un costo razonable.

Clima

El clima no tiene que ser un factor primordial en el diseño de un centro general de investigación, aparte de determinar su carácter arquitectónico exterior. El clima puede considerarse como un factor de gastos adicionales para instalar aire acondicionado en los países cálidos y calefacción en los países fríos. Es necesario ejercer control sobre la luz, temperatura y humedad naturales en toda clase de circunstancias climáticas. El ambiente del laboratorio debe concebirse, en gran parte, como "libre de la influencia del clima", excluyendo el mundo exterior de manera que dentro del laboratorio sea posible mantener condiciones climáticas bastante rígidas.

El concepto modular

Un centro destinado a la investigación científica general requiere cierto grado de adaptabilidad, de modo que sus instalaciones sirvan para los diversos usos previstos (fig. 1). Los sistemas para los que se prevea el menor número de cambios se diseñarán con pocas posibilidades de modificación.

Lo ideal sería que los centros de investigación se modularizaran; es decir, que se construyeran a base de elementos capaces de ser dispuestos de manera que formen espacios de tamaños diversos, según las necesidades.

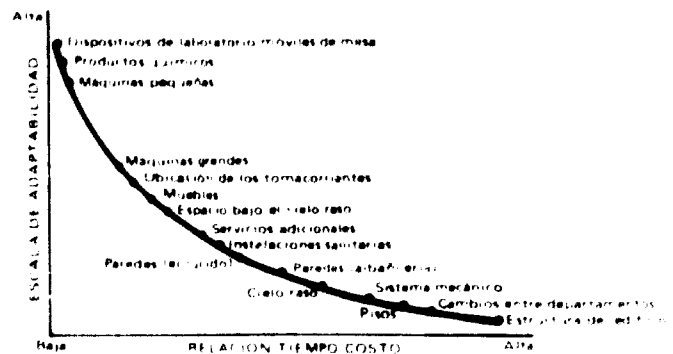


Fig. 1. La escala de adaptabilidad en pendiente muestra gráficamente la relación entre el costo y el grado de adaptabilidad. Los factores que aparecen en la parte superior del diagrama son altamente adaptables a costos comparativamente bajos.

Un laboratorio debidamente diseñado comienza con un módulo de planificación. Determinar el tamaño y la forma de este módulo es probablemente la decisión más difícil con que se enfrenta el planificador. El módulo debe ser lo bastante flexible para satisfacer una amplia gama de necesidades del laboratorio en cuanto a utilización y tamaño. No debe ser tan pequeño que sea necesario agruparlo con otros simplemente para que pueda funcionar, por otro lado, no debe ser tan grande que no pueda ser subdividido en espacios más pequeños cuando así se requiere. Se debe buscar la simplicidad geométrica, ya que de la complicación suelen resultar planos confusos y difíciles de modificar; la geometría rectangular de trazo sencillo facilita los agrupamientos.

Este concepto fue ideado para el edificio de la Escuela de Estudios fisicomatemáticos superiores en Stony Brook (Nueva York) (fig. 2). Este centro está diseñado en tal forma, que es posible aumentar o reducir el tamaño de cualquier laboratorio sin modificar los sistemas básicos. Se pueden agrupar hasta cinco laboratorios para formar una zona de servicio interrumpida (fig. 3).

La relación entre la oficina de un científico y su laboratorio es importante. La proximidad es esencial; a menudo conviene utilizar parte de la oficina como espacio de laboratorio. Esto quiere decir que las oficinas deben hallarse contiguas al laboratorio, de manera que puedan utilizar el mismo sistema de servicio. El sistema debe permitir al científico o investigador movilizarse entre la oficina y el laboratorio sin utilizar corredores públicos. Una oficina de tipo tradicional es más apropiada a las necesidades del científico teórico que no requiere aparatos de laboratorio. Suele ser mejor agrupar las oficinas de esta clase de personal y situarlas en las proximidades del laboratorio, pero no necesariamente dentro de éste.

El sistema de distribución de servicios hace que sea conveniente construir en las primeras fases, un "módulo de transporte" de tamaño mínimo. En Stony Brook, las instalaciones se desarrollaron alrededor de la posibilidad



Fig. 2. Escuela de Estudios fisicomatemáticos superiores, en Stony Brook (Nueva York)

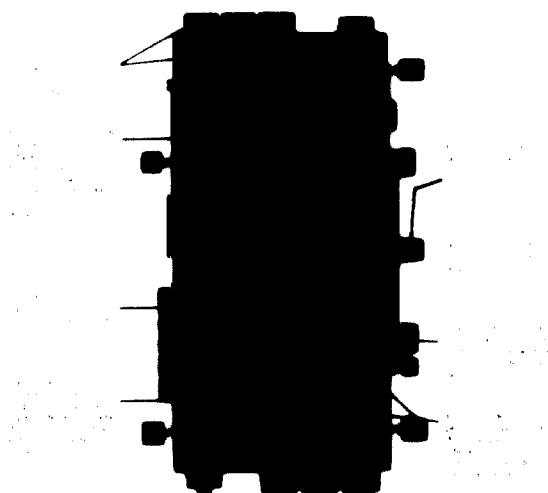


Fig. 3. Plano de organización de un piso y concepto de servicios en Stony Brook

de transportar el "módulo" (un cubo de ocho pies y de cinco toneladas de peso) a cualquier laboratorio del edificio. El tamaño y carácter del "módulo" determinaron la anchura, altura y trazado del corredor, el diseño de la entrada al laboratorio y la ubicación del equipo de transporte vertical.

Tecnología y materiales de construcción

En la construcción de un laboratorio de investigación general, rara vez se decide escoger determinada tecnología en función de los experimentos previstos, sino más bien a base de los sistemas de construcción disponibles. Sin embargo, los laboratorios que requieren sensibilidad electrónica no deben construirse con materiales capaces de producir las deficiencias eléctricas que son características de los edificios de estructura de acero. Ya que actualmente se tiende a la construcción de centros científicos de carácter multidisciplinario, se debe

procurar que los materiales seleccionados no interfieran con el funcionamiento de los delicados aparatos que se utilizan en una variedad de campos científicos. Al seleccionar los materiales se debe tener en cuenta la necesidad de protección contra vibraciones, ruidos, incendios, humo y emanaciones químicas peligrosas. Los materiales blandos con acabado delicado no se prestan para instalaciones de investigación. En cambio, son mucho más adecuados los materiales que pueden repararse, sustituirse o reubicarse sin que esto repercuta considerablemente en el funcionamiento del edificio.

El examen del edificio de Stony Brook muestra la clase de tecnología de construcción que es más apropiada para un sistema de laboratorio (Fig. 4). Como los tabiques interiores de chapa de metal pueden ser desmontados y reubicados, es posible modificar la forma y el tamaño de un laboratorio de manera rápida y sencilla con poca cantidad de ruido o desechos. Las zonas de protección contra incendios en los corredores están formadas por bloques de hormigón. Dentro del laboratorio propiamente dicho, los pisos, las paredes y el cielo raso son de materiales naturales y relativamente libres de adornos, lo que permite al usuario llevar a cabo el acabado de los interiores de acuerdo con los detalles científicos requeridos.

Generalmente, son los aspectos técnicos de la construcción del laboratorio los que demuestran si este será capaz de responder a necesidades cambiantes. Lo esencial del diseño debe hacer resaltar la idea de que el laboratorio está compuesto por una serie de elementos, ya sean módulos de planificación o módulos de mobiliario, capaces de ser adaptados en un periodo de tiempo razonable con un mínimo de ruido, desperdicios y costo.

Los materiales que se empleen en la construcción de un laboratorio se determinan más bien por las operaciones que tendrán lugar dentro del mismo que por la disponibilidad de materiales de construcción en la zona. Los laboratorios que utilizan productos químicos requieren superficies capaces de resistir a las reacciones químicas. La selección de la estructura y de los



Fig. 4. Laboratorio especializada en Stony Brook

materiales estructurales debe basarse en un estudio cuidadoso de los siguientes factores: conductividad de propiedades electrostáticas, resistencia a daños causados por combustibles, resistencia a la fractura, capacidad de carga, y capacidad de transformación y adaptación. Es un problema complejo que no puede describirse en términos simples a base de unos pocos parámetros breves.

El diseño de la estructura (y, por consiguiente, de los muebles y enseres) está estrechamente relacionado con la utilización prevista del centro de investigación. Si un pequeño número de laboratorios presentan problemas difíciles especiales, es mejor aislarlos del edificio principal.

La construcción de laboratorios no está limitada a estructuras de tipo determinado. A veces convienen estructuras de gran vano y otras veces, estructuras de vano pequeño. Algunas estructuras utilizan los espacios intersticiales, otras no requieren la flexibilidad potencial que ese concepto permite. El grado de adaptabilidad de los sistemas y subsistemas es lo que mejor define el tipo y carácter de la estructura.

La decisión relativa a la selección de la estructura depende mucho de los recursos disponibles. Las estructuras que son básicamente de acero pueden requerir atención especial desde los puntos de vista de seguridad contra incendios, conductividad de los materiales e interferencia de las grandes cantidades de acero con las frecuencias de radio y el equipo no protegido. El hormigón, por supuesto, tiene la desventaja del peso, en cambio, las estructuras de hormigón tienden a ser más rígidas y están más libres de vibración que las de acero.

El acabado externo e interno de la estructura debe ser resistente a las propiedades químicas y corrosivas que generalmente acompañan a las emanaciones y desechos generados por los laboratorios.

La selección del tipo de paredes externas es cuestión de preferencia arquitectónica, pero los tabiques internos, que subdividen los laboratorios en agrupaciones de módulos, deben ser sumamente adaptables. Los tabiques

deben ser susceptibles de movimiento y resistir, en un momento de tiempo, con un mínimo de ruido, la interferencia de las operaciones de laboratorio. Las paredes para cualquier agrupaciones de laboratorios no necesitan poseer esta clase de flexibilidad.

La distribución de instalaciones

Seguridad

La planificación de un laboratorio abarca el diseño de medidas de protección contra incendios y contra las emanaciones peligrosas generadas por los experimentos. El volumen de tránsito, el sistema de escape y las proporciones del laboratorio son todos aspectos de factor seguridad. Por cierto, el laboratorio propiamente dicho, en donde existe el mayor grado de peligro, necesita más que otro sitio la planificación de medidas de seguridad. Evidentemente, las investigaciones a base de explosivos, irradiaciones o sustancias peligrosas deben continuarse a instalaciones separadas de construcción especial. Tal aislamiento no sólo es deseable sino esencial para la seguridad de una institución.

Se deben considerar seriamente el número y la ubicación de extinguidores de incendios y de sistemas de tomas de agua, como también la disponibilidad de sistemas de rociamiento, tanto los de tipo convencional a base de agua como los de anhídrido carbónico. Diseñar un laboratorio que ofreciera protección contra toda clase de riesgos sería casi imposible; el objetivo debe ser determinar el nivel de seguridad para las aplicaciones más generales y suministrar sistemas complementarios en zonas de mayor peligro.

Los contaminantes que se generan dentro del laboratorio deben eliminarse de manera segura, rápida y eficiente. En particular, las sustancias tóxicas o nocivas deben ser eliminadas prontamente a través de un sistema de tubería aislante que evite el que se mezclen con contaminantes de otros laboratorios. Se puede agrupar un pequeño número de laboratorios y establecer un sistema básico común para el escape de contaminantes nocivos; sin embargo, se debe cuidar mucho de que estos laboratorios estén contiguos entre sí y que sea posible



Fig. 5. Tipos campana extractora de emanaciones en un laboratorio

dominar cualquier proceso que pueda producir situaciones de explosión o combustión.

Si se construye un centro según el concepto modular, se deben reservar los módulos más pequeños para actividades que entrañen peligros de incendio. En todos los casos, los centros deben tener por lo menos dos posibilidades de salida independientes unas de otras, colocadas de tal manera que su acceso no se vea obstaculizado por la ampliación del laboratorio.

Debe planificarse el edificio teniendo en cuenta el factor seguridad. La restricción del ingreso de personas tiene importancia considerable, dado que el equipo que se utiliza en los trabajos de laboratorio es extremadamente valioso y delicado.

Acondicionamiento de aire y ventilación

El sistema de acondicionamiento de aire para un laboratorio determinado se escogera probablemente a base de la tecnología, las preferencias y las tradiciones locales, más bien que por su mayor o menor idoneidad para ese caso particular. No se suele requerir un sistema separado para cada agrupación de laboratorios, excepto cuando los experimentos que se realicen sean tan delicados, que aun la más leve interrupción del acondicionamiento del aire podría destruir su exactitud. Evidentemente, se deben tomar medidas especiales para computadoras y otra clase de equipo que desprenden calor. Esto se puede lograr complementando el sistema básico con un sistema secundario.

La ventilación natural, que puede proporcionar grandes cantidades de aire no enfriado, no suele ser adecuada para los espacios ocupados por el laboratorio.

La campana de emanaciones (fig. 5) es el foco de operaciones en la mayoría de los laboratorios químicos y de ciencias naturales. Se deben agrupar los escapes de las campanas de emanaciones a fin de evitar que se mezclen las sustancias que pueden ser explosivas. La selección del material y la construcción de la campana y del sistema de escape son cuestiones muy importantes. De conformidad con el criterio de flexibilidad del espacio de laboratorio, la campana de emanaciones debe considerarse como accesorio móvil.

Almacenamiento

A más de las principales zonas de almacenamiento, en donde se conserva el equipo antes de su distribución, es importante contar con instalaciones de almacenamiento de seguridad nivel, dentro de las agrupaciones de laboratorios. Las mercancías que entran en el centro y las que salen deben estar protegidas contra las posibilidades de pérdida y de robo. Los medios de almacenamiento dentro del laboratorio propiamente dicho deben ser limitados; ha de reducirse al mínimo el número de armarios y de estantes situados bajo mostradores. Un sistema de innumerables armarios que no se utilizan plenamente, no solamente resulta caro, sino que termina por transformarse en depósito de material valioso que a la larga se olvida y acarrea la renovación innecesaria de las existencias.

Salas de conferencias y reuniones

Un centro de investigación que sea capaz de celebrar reuniones con miembros de otros departamentos u otras instituciones. Se debe proporcionar una sala de recepción, un crupión y de recepción, una sala de conferencias con instalaciones limitadas de almacenamiento, una sala de reuniones, estas disposiciones, si el edificio no es demasiado grande, se cumplirán con pocas puntas. Las salas pequeñas, de tamaño variable, que pueden utilizarse como salas de conferencias o reuniones pequeñas, dentro de una agrupación de laboratorios.

Servicio telefónico y centro telefónico

La zona de recepción y de crupión debe tener un servicio de puertos de comunicación para el resto del edificio.

La central telefónica puede instalarse en cualquier parte del edificio que permita más privacidad y vista al exterior. En la medida de lo posible, debe ser independiente de la sala de recepción y de la sala de crupión, y el sistema telefónico son primario, para que estos servicios puede resultar más seguros.

Talleres

Los talleres son necesarios para el mantenimiento de aparatos experimentales que se usan en el laboratorio. Los talleres pueden estar destinados al trabajo de soplado de vidrio, transformación de materiales, transformación de la madera, ensayos eléctricos, mantenimiento de equipo. Proporcionan los servicios especiales que requiere el laboratorio. Algunos talleres son especiales, por ejemplo, los talleres de soldadura que necesitan una iluminación natural excelente.

Escaleras y ascensores

Debe hacerse el menor uso posible de los ascensores. Los edificios altos de espacios reducidos dependen mucho del transporte vertical y, por lo tanto, son muy poco satisfactorios para efectos de laboratorio. Las superficies de piso pequeñas reducen el tamaño y la eficacia del sistema modular por el aislamiento de los grupos de investigación en pisos distintos. Se quiere limitar al mínimo el movimiento dentro del edificio mediante pisos de superficies extensa. Las escaleras deben concebirse fundamentalmente como salidas de emergencia en casos de incendio. La utilización de escaleras para la comunicación dentro del edificio requiere una planificación muy refinada.

Un problema delicado en la planificación es la determinación del número necesario de ascensores para pasajeros en un edificio alto. Se debe suponer que el ingreso del personal al edificio durará un tiempo relativamente corto en la mañana y que el movimiento de entrada y de salida del edificio será constantemente intenso durante el día. Los ascensores no deben tener el doble carácter de ascensores de pasajeros y de servicio. Por cierto, el ascensor de servicio ha de estar diseñado de manera que sea capaz de movilizar el "módulo de transporte" que se haya adoptado.

Servicios

El agua que se suministre, tanto fría como caliente, deberá ser pura y de calidad relativamente neutra. No es necesario que haya agua destilada en las mesas del laboratorio, excepto cuando este la emplee mucho y de manera constante.

El servicio de mayores proporciones que es menester suministrar es el de energía eléctrica. Se requieren voltajes en una gama suficientemente amplia e intensidades de corrientes, o amperajes, que permitan que la potencia total, o vatios, sea de unos cuatro vatios por pie cuadrado de superficie de laboratorio. También se debe instalar capacidad de distribución complementaria a fin de que se pueda aumentar considerablemente la potencia eléctrica disponible en un laboratorio cuando sea menester.

Ya no son muy necesarios los sistemas de distribución centralizada de gas, puesto que los sistemas eléctricos los vienen reemplazando cada vez más. El suministro en recipientes es tan bueno como los sistemas centralizados.

Los laboratorios deben contar con sistemas telefónicos que permitan la comunicación tanto con los otros laboratorios y demás dependencias como con el exterior. Es muy útil contar con un sistema de intercomunicaciones, si este está debidamente diseñado y se halla integrado al sistema telefónico.

Muebles y enseres

Los muebles y enseres de laboratorio deben ser sólidos a fin de que puedan resistir la intensa utilización de que son objeto. También deben ser susceptibles de fácil modificación (fig. 6).

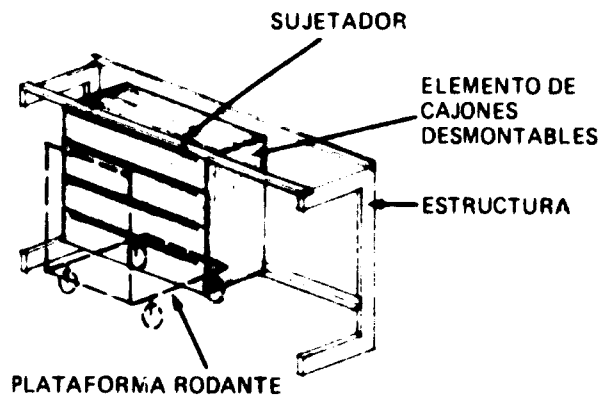


Fig. 6. Sistema típico de mobiliario de laboratorio

Escritorios

Los escritorios deben considerarse como parte del sistema de mesas de laboratorio. Los cajones deben ser totalmente extensibles, y, de preferencia, deben cerrarse en forma automática.

En un laboratorio, no conviene proteger los escritorios con cubiertas u otros dispositivos similares. La superficie del escritorio debe ser en sí misma una

superficie protectora capaz de resistir una utilización muy intensa y las averías que puedan acusar los productos químicos. Es aconsejable que la superficie de los escritorios y del mobiliario del laboratorio sea del mismo material.

Lavaderos

Los lavaderos pueden dividirse en dos categorías básicas, a saber: lavaderos de taza y lavaderos comunes de mostrador. Los lavaderos de taza son sumamente adecuados para laboratorios, pues pueden empotrarse en la pared, dejando libre la colocación del sistema de mobiliario. Este tipo de instalación facilita el movimiento de los muebles y enseres. Los lavaderos de esbeto cemento, acero inoxidable y "Durrone" (material altamente resistente a los productos químicos) son los más adecuados para uso en laboratorios.

Grifos de agua y llaves de gas

Es mejor electuar la instalación de grifos y llaves empotrando los en el sistema de paredes, de manera que no tengan contacto con el mobiliario y los enseres. Esto permite que los sistemas de distribución de agua sigan funcionando mientras se reordena el equipo de laboratorio.

Pisos

La decisión sobre el acabado del piso del laboratorio plantea a menudo un problema sumamente difícil para el arquitecto, puesto que la utilización diaria del laboratorio causa daños considerables a la superficie. La experiencia ha demostrado que la mayoría de los sistemas son inadecuados. Generalmente hablando, no vale la pena invertir en materiales de piso de buena calidad. Un piso que suponga una inversión mínima, como uno de hormigón, dará resultados satisfactorios, si no se da importancia a las consiguientes limitaciones estéticas (el acabado de hormigón se caracteriza por ser irregular, y en el hormigón pintado suelen marcarse senderos). Cuando se desea recubrir las superficies con materiales costosos, como baldosas y epoxiresinas, es preciso estar al tanto de las consecuencias financieras.

Puertas y ventanas

Con frecuencia, los laboratorios funcionan mal cuando se utiliza la iluminación natural. La luz natural no entra en forma fácilmente controlable y no suele ser uniforme en toda la habitación. En un laboratorio, las ventanas no se consideran como ventaja. Sin embargo, para las oficinas o las combinaciones laboratorio-oficina, puede aprovecharse la luz natural.

No es preciso definir rigidamente los materiales para la construcción de puertas; cualquier material que pueda soportar el intenso uso que se asocia a las instalaciones de investigación puede considerarse idóneo. Son características importantes las planchas de metal u otro material protector y las barras paragolpes que se colocan en la parte inferior de las puertas para darles resistencia a los golpes. Los manubrios de palanca son muy prácticos en los laboratorios, porque facilitan la apertura de una puerta con el codo en caso necesario.

UBICACION DE CENTROS DE INVESTIGACION

por J. Nekarda

En el presente artículo, la expresión centro de investigación y desarrollo industriales designa un complejo de oficinas, laboratorios, salas e instalaciones para capacitación, etc. en los cuales se proyectará o ya cabo investigaciones aplicadas y se proyectará en la práctica los resultados de la investigación básica y conocimientos técnicos y tecnológicos. En muchos países en desarrollo los centros de investigación desempeñan una importante función en la capacitación de personal para la labor de investigación y desarrollo.

Ubicación

Al adoptar decisiones concernientes a la ubicación de un nuevo centro, se deben tener en cuenta factores tanto macro como microeconómicos.

Desde el punto de vista macroeconómico, el objetivo debe consistir en determinar una ubicación basándose en las relaciones que se desee establecer entre el centro y sus posibles clientes, y en la conveniencia de llegar a estrechos contactos de trabajo con organizaciones conexas. La experiencia ha demostrado que es preferible ubicar dichos centros en zonas con una gran concentración (existente o planeada) de actividades industriales, sociales y culturales, lo cual significa, de hecho, zonas situadas en la capital o en importantes ciudades portuarias, o próximas a ellas.

Desde el punto de vista microeconómico, el objetivo debe consistir en determinar, dentro de una zona determinada, el emplazamiento más apropiado para la construcción. Al seleccionar un lugar, deben tenerse en consideración los factores siguientes:

Dimensiones. El solar debe ser suficientemente grande para permitir una futura ampliación del centro o la construcción de viviendas para el personal del mismo.

El autor es Director Adjunto de TERPLAN, el Instituto Checoslovaco de Planificación Regional, Praga (Checoslovaquia). Originalmente, el presente artículo se publicó como documento de la ONUDI con signatura ID/WG. 181/6.

Topografía. Los terrenos deben tener una cierta capacidad de carga y el nivel mínimo de las condiciones debe estar en las de los metros de la superficie.

Situación. El emplazamiento debe ser conveniente, teniendo en cuenta las condiciones sociales y físicas que tendrá el centro sobre las casas y demás edificios del vecindario y la accesibilidad de los transportes.

Servicios públicos. Un factor importante para la ubicación es la disponibilidad de agua potable y de otros fluidos, alantarrillado, gas y electricidad. A fin de evitar los considerables desembolsos que entraña la construcción de una instalación independiente, deben rechazarse los servicios públicos ofrecidos por las zonas industriales ya existentes.

Medio ambiente. Al seleccionar un emplazamiento, hay que tener presente la necesidad de disponer de aire limpio y de un ambiente de trabajo tranquilo.

Los factores microeconómicos descritos más arriba no son en modo alguno los únicos que deben tenerse en cuenta para llegar a una decisión respecto de la ubicación, pero no se los debe pasar por alto al seleccionar un terreno.

Un ejemplo

La siguiente descripción de un centro de investigación y desarrollo de Checoslovaquia, que funciona satisfactoriamente, muestra como se aplican en la práctica algunos de los argumentos expuestos anteriormente.

El Instituto de Investigación y Aprovechamiento de Combustibles, controlado por el Ministerio de Combustibles y Energía, está situado en Běchovice, a unos 15 kilómetros de Praga. Tiene una sucursal en Brno, que es la segunda ciudad de Checoslovaquia en población y un importante centro industrial.

El principal objetivo del Instituto es aportar nuevos conocimientos en la esfera de la elaboración y utilización de combustibles sólidos, gaseosos y líquidos, y prestar

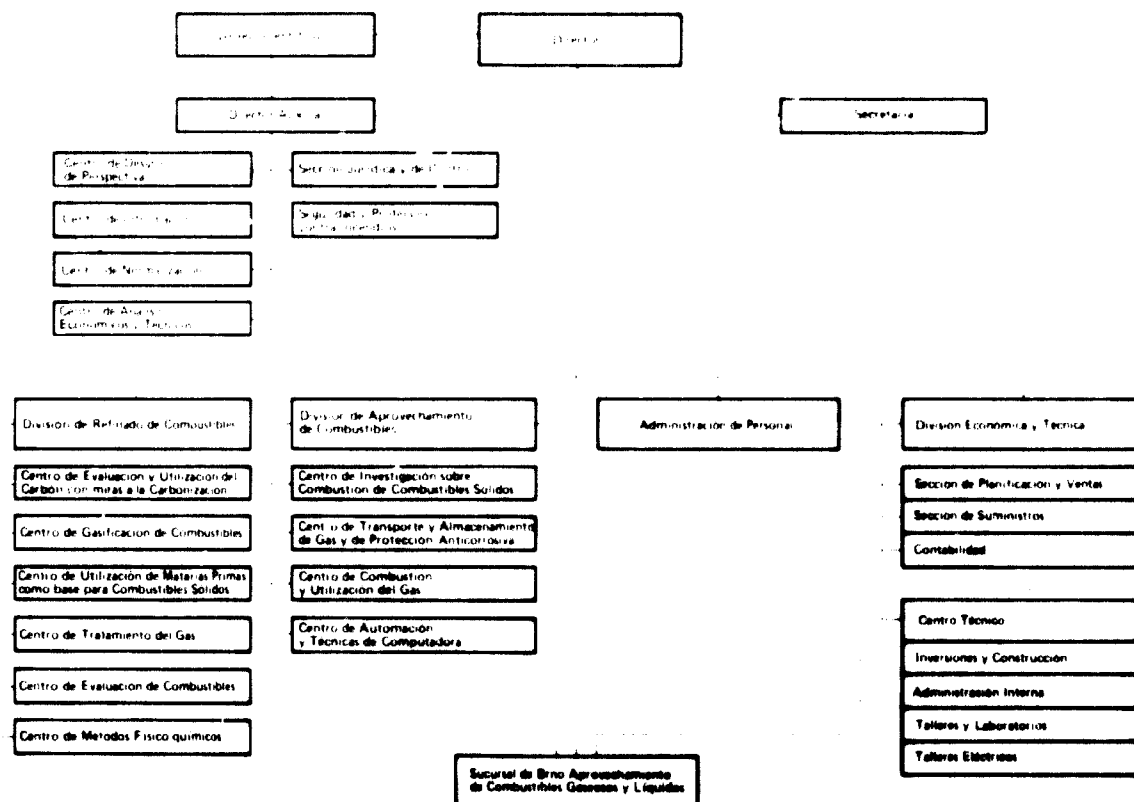
asistencia en la aplicación práctica de dichos conocimientos. Asimismo, lleva a cabo estudios generales, facilita asistencia de expertos a empresas industriales y coopera con institutos de investigación nacionales y extranjeros y organizaciones internacionales que trabajan en esta esfera particular.

El Instituto consta de varias divisiones que, a su vez se subdividen en secciones, según se indica en el organigrama adjunto. Tiene unos 400 empleados.

La superficie total de los terrenos es de 2,5 hectáreas, pero los edificios ocupan menos del 5% de esta extensión. Su consumo aproximado de energía eléctrica es de 420 000 kWh, lo cual representa una acometida con capacidad de unos 0,2 MW. Su consumo de agua, procedente de los servicios públicos, viene a ser de 28 m³ cada 24 horas, y las aguas residuales vertidas en el sistema de alcantarillado público suponen unos 20 m³ cada 24 horas.

El Instituto está situado en una zona reservada para centros de investigación y desarrollo, en los suburbios de la ciudad. El Instituto de Investigación sobre Materiales, el Instituto de Investigación sobre Construcción de Maquinaria, el Instituto de Investigación sobre Automóviles y el Instituto de Investigación sobre Ingeniería Eléctrica figuran entre los otros centros importantes ubicados en esta zona.

La principal ventaja que representa el concentrar varios centros de investigación y desarrollo industriales en una sola zona es que se pueden conseguir muy buenos servicios públicos invirtiendo en servicios de interés común, como son una planta de tratamiento de aguas negras, fuentes de abastecimiento de agua, energía eléctrica y gas. Otra ventaja adicional es la posibilidad de aunar recursos con miras a la creación de un ambiente satisfactorio de vida y de trabajo para el personal del centro, es decir, servicios sociales y de sanidad, jardines, restaurantes, instalaciones y servicios recreativos, y protección contra incendios.



Organigrama del Instituto de Investigación y Aprovechamiento de Combustibles, Gaseosos (IICGAS)

SUMINISTRO DE EQUIPO PARA LABORATORIOS DE PAISES EN DESARROLLO

por Helmut Maier

Selección de equipo

La labor de selección de equipo de laboratorio y de preparación de las correspondientes especificaciones conjuntamente con la planificación del espacio requerido por todos los departamentos (con un margen de flexibilidad para futuras ampliaciones) y secciones auxiliares, como talleres, cámaras oscuras, plantas piloto, salas de conferencia, bibliotecas, oficinas administrativas e instalaciones de servicio para el personal, debe preceder siempre a la labor de diseño del edificio o, por lo menos, efectuarse simultáneamente.

Aparte del equipo básico de que dispone todo laboratorio, es casi imposible determinar qué equipo puede considerarse "estándar" para un centro de ensayo, investigación o desarrollo industriales, puesto que las actividades pueden variar considerablemente de un centro a otro y de un país a otro. Por consiguiente, es preciso seleccionar cuidadosamente el equipo y los accesorios especializados, de modo que satisfagan las necesidades del laboratorio en función de los procedimientos previstos.

Los organismos nacionales e internacionales que prestan ayuda a los países en desarrollo en esta esfera suelen emplear expertos contratados por cortos períodos de tiempo para que brinden asesoramiento sobre la selección de equipo. Este sistema ha demostrado ser satisfactorio en muchos casos; sin embargo, tiene una desventaja: bien puede ser que la breve asociación del

experto con un proyecto determinado y su posible falta de experiencia en relación con las circunstancias locales, no le permitan darse cuenta de los complicados problemas que plantean el funcionamiento y mantenimiento de instrumentos complejos o de las dificultades que pueden presentarse para conseguir el abastecimiento normal del equipo recomendado por el experto.

Los países en desarrollo a menudo carecen de suministros y equipo de laboratorio, de fuentes de asistencia técnica y de servicios de mantenimiento. Por otra parte, debido a las limitadas posibilidades generales de comercialización y a la gran variedad de instrumentos científicos y de laboratorio que ofrecen los fabricantes y abastecedores extranjeros, no les suele resultar económico a los comerciantes de países en desarrollo acumular existencias o contratar a ingenieros calificados para que proporcionen servicios de mantenimiento. En muchos países, el problema se agrava por las restricciones de divisas y de importaciones, restricciones que con frecuencia ni siquiera permiten la importación comercial de repuestos. En consecuencia, los laboratorios científicos de países en desarrollo no pueden encontrar asistencia técnica en el país o encuentran únicamente una asistencia limitada, por lo que deben depender del apoyo y cooperación de proveedores que se hallan quizá a miles de kilómetros de distancia.

Varias conclusiones se pueden sacar de esta situación. Una de ellas es que antes de seleccionar el equipo, se debe llevar a cabo un estudio minucioso para averiguar lo siguiente:

a) ¿Cuáles de los muchos posibles proveedores y fabricantes de equipo tienen representantes locales u oficinas capaces de proporcionar servicios de instalación y mantenimiento?

El autor es Director Gerente de una empresa proveedora de equipo tecnocientífico, de Buchschlag (República Federal de Alemania), que se especializa exclusivamente en el suministro de equipo para laboratorios en países en desarrollo. El presente artículo apareció originalmente como documento de la ONUDI, con la signatura ID/WG.181/13.

b) con qué grado de experiencia cuentan los posibles proveedores para hacer frente a las circunstancias especiales de los países en desarrollo?

Otra conclusión importante es que las especificaciones de equipo deben prepararse de manera sumamente cuidadosa y clara. Se dan innumerables ejemplos de casos en que la falta de detalle de las especificaciones ha conducido a la adquisición de aparatos incompletos o inadecuados. Es preciso comprender que el equipo o los accesorios complementarios, si no están claramente especificados, no serán objeto de cotización en la oferta del proveedor.

La mayoría de los folletos o catálogos publicados por los fabricantes de equipo proporcionan únicamente información de carácter general, y no contienen las especificaciones completas que se requieren para efectuar pedidos. Una selección que se base únicamente en tales publicaciones dará lugar a malentendidos, puesto que en ellas no se suele indicar que accesorios no incluidos en el instrumento básico son esenciales, cuales son opcionales (con explicaciones sobre su especial aplicación), cuales suministros son indispensables para el funcionamiento, o cuales repuestos se recomiendan. Algunas instituciones científicas de países en desarrollo, se han visto en el caso, debido a insuficiencia de especificaciones o a falta de experiencia de los proveedores, de recibir, para citar algunos ejemplos, máquinas de pruebas sin sujetadores de muestras, una cámara de vacuosecado sin bomba de vacío, o por lo menos sin las piezas que sirvan para conectar estos dos elementos entre sí, un manómetro sin mercurio, un espectrofotómetro con compartimento celular termoesensible sin termostato, y un aparato de destilación sin soportes, sujetadores ni tubería. Se podría continuar la lista indefinidamente.

El proveedor puede estar convencido de que su cliente ya dispone del equipo no especificado en el pedido, mientras tanto, en el laboratorio, el científico sufre quizá las graves consecuencias y molestias que acarrearán los retrasos en la puesta en marcha del equipo. En esos casos, hay que hacer nuevos pedidos, y a veces puede pasar hasta un año antes de obtener los suministros adicionales necesarios.

La mayoría de los fabricantes limitan sus operaciones de abastecimiento a las piezas que producen en sus propias plantas. Están acostumbrados a la situación existente en sus propios países, es decir, que dan por sentado que los accesorios pequeños, como soportes, abrazaderas, tuberías, artículos de cristal, y hasta los instrumentos pequeños, como medidores de pH, balanzas y termostatos, propios de un laboratorio, pueden adquirirse en el acto u obtenerse rápidamente a través de un comerciante local. Sin embargo, en las relaciones con países en desarrollo, a menudo resulta erróneo suponer que en esos países existe la misma situación.

Las grandes empresas proveedoras de laboratorios ofrecen una gama más amplia de suministros que los fabricantes considerados individualmente, ya que en sus programas de entrega suelen incluir series completas de instrumentos y de equipo auxiliar.

Otra ventaja que ofrecen las grandes empresas es la posibilidad de lograr las economías que supone el tratar con un solo proveedor y no con varios fabricantes por separado. A una empresa grande le es también mucho más fácil proporcionar servicios de instalación y mantenimiento de equipo y coordinarlos. Si hay que contratar expertos para cada tipo complicado de equipo, los gastos llegarán a ser prohibitivos.

No hay que pasar por alto el hecho de que los aparatos complejos requieren operadores especialmente adiestrados. Los ingenieros que efectúan los trabajos de instalación suelen proporcionar cierto adiestramiento básico. Sin embargo, según sea la experiencia del científico que deba trabajar con el equipo, puede ser necesario llevar a cabo un programa de capacitación de mucho mayor alcance, del que no puede hacerse cargo el ingeniero asignado para los trabajos sobre el terreno. En tales casos, se deben organizar programas de capacitación especiales en el centro, o en una institución científica recomendada, de preferencia antes que llegue el equipo. Por cierto, tales programas de capacitación pueden organizarse a través del proveedor, pero los gastos adicionales de viaje, alojamiento y otros posibles deben ser financiados con cargo a los fondos del proyecto. Este importantísimo aspecto de la asistencia para el desarrollo constituye una etapa de actividad propia de las organizaciones de asistencia internacional.

Mantenimiento del equipo

Un aspecto particularmente importante del suministro de equipo para laboratorios en países en desarrollo es dotarlos de talleres completamente equipados para trabajos de electricidad, electrónica y mecánica de precisión. En los institutos que utilizan instrumentos complejos, cuyo valor es quizá de millones de dólares, es esencial contar con un taller bien equipado. Aun más importancia tiene la contratación de personal altamente calificado para los talleres. Con frecuencia se ha observado que la categoría fijada para los jefes de taller atrae únicamente a técnicos. Considerando que hay que manejar instrumentos costosos y altamente técnicos, no es mucho pedir que se aumenten la categoría y la remuneración correspondientes a esos puestos a fin de atraer a jóvenes ingenieros calificados. La categoría de dicho personal, una vez capacitado y calificado en el mantenimiento de instrumentos, debe ser comparable, si no a la de jefe de departamento en un laboratorio, por lo menos a la de jefe auxiliar de departamento. Se deben organizar cursos de capacitación en mantenimiento de instrumentos en institutos de enseñanza adecuados, sea en el país o en el extranjero con el patrocinio de

organizaciones internacionales. A veces, los proveedores de equipo imparten, en sus propios laboratorios, capacitación relativa a instrumentos determinados.

Evidentemente, vale la pena efectuar una inversión en equipo de taller y en personal bien capacitado si se tiene en cuenta que cualquier servicio de mantenimiento que los ingenieros de los proveedores realicen fuera del periodo de garantía tiene que ser remunerado. El proveedor debe encargarse de la instalación del equipo y de su mantenimiento durante un periodo de garantía de hasta 12 meses. Sin embargo, muy a menudo no se continúa la labor de mantenimiento del equipo después del periodo de garantía, debido a que las instituciones científicas interesadas no cuentan con el presupuesto necesario para gastos de reparación de instrumentos. Para evitar una situación semejante se debe constituir una reserva para servicios de mantenimiento a base de cierto porcentaje del precio original de compra.

Además, un taller bien equipado es capaz de producir muchos instrumentos y artefactos especiales para los distintos departamentos del instituto.

Por último, puede creerse en los países en desarrollo que, por motivos de economía, se puede prescindir de la instalación de sistemas de acondicionamiento de aire en los centros de investigación. Los complicados instrumentos electrónicos o de óptica electrónica y los instrumentos de análisis requieren mucha más protección contra el calor, la humedad y el polvo que el ser humano, que ha aprendido a adaptarse a condiciones climáticas adversas. Tales instrumentos requieren también un generador de emergencia que pueda abastecer de electricidad en caso de avería o de fluctuación de la energía de origen externo.

Criterios para la adquisición de equipo

Las reglas que rigen las adquisiciones exigen, casi en todas partes, que se acepten las ofertas más baratas. La estricta observancia de esas reglas, si se aplica a la compra de equipo científico, puede resaltar una forma sumamente costosa de equipar un laboratorio. Como se ha mencionado anteriormente, un buen sistema para obtener ofertas exactas y dignas de confianza es preparar especificaciones precisas. Sólo las ofertas de ese tipo permiten establecer comparaciones razonables entre los distintos plazos de entrega y los precios cotizados por los diversos licitantes.

Para obtener un conjunto uniforme de datos comparables, se debe invitar a presentar ofertas únicamente a fabricantes y proveedores de experiencia y capacidad, tanto en el campo técnico como en el comercial. Se recomienda adoptar el procedimiento de invitar a presentar propuestas únicamente a un número limitado de empresas capaces de satisfacer todas las condiciones en cuanto a calidad, experiencia en el manejo de toda clase de suministros, confianza en el cumplimiento de los plazos de entrega, asistencia técnica

y servicios de mantenimiento. Este procedimiento puede incluso conducir a que se seleccione a una sola empresa como proveedora de todos los enses de laboratorio, los lotes de equipo o los instrumentos especializados, en régimen de exclusividad o de oferta global única.

Las invitaciones a presentar ofertas deben indicar siempre en forma clara las condiciones y la moneda en que se han de formular (aquellas por tiempos y los precios que se coticen han de ser precios en fábrica, *Ex-Works*, franco a bordo, puerto de embarque, *Ex-Works*, costo y flete o *Ex-Works*, seguro y flete, puerto de destino, si se desea que el embarque se efectúe por vía aérea o marítima, y si se ha de incluir o no el costo de embalaje). Conviene señalar aquí que las empresas norteamericanas interpretan el término *Ex-Works*, franco a bordo de manera diferente que los proveedores europeos. Estos se atienen a la definición internacionalmente aceptada del término, según la cual los precios *Ex-Works* incluyen el costo y todos los gastos de empaque, incluido el embalaje, hasta colocar la mercancía a bordo, en el puerto marítimo o aeropuerto de embarque. Sin embargo, en los Estados Unidos de América, el término *Ex-Works* quiere decir normalmente *Ex-Works* en fábrica y los precios no incluyen los gastos de embalaje, fletes locales, gastos de carga, documentación o despacho para exportación, todos los cuales constituyen costos adicionales y se facturan por separado.

Si un licitante se aparta de las condiciones establecidas en la invitación a presentar licitaciones, su oferta debe ser cuidadosamente examinada, pues puede haber sido modificada tan sólo con el fin de lograr una ventaja superficial con respecto a los demás cuando se efectúe la comparación de precios. Un examen técnico detenido de las especificaciones presentadas en la oferta del licitante y comparación con la literatura ilustrada que se adjunte a la oferta, eliminarán en muchos casos cotizaciones que a primera vista parecen más baratas. Bien puede ser que no se incluyan a propósito ciertos accesorios, para lograr una ventaja con respecto a otros licitantes. A veces, ciertas diferencias pequeñas pero importantes en los datos de rendimiento causan considerables variaciones de precio.

Muchas organizaciones nacionales e internacionales invitan únicamente a fabricantes a que presenten ofertas, pidiéndoles que descuenten del precio el monto de la comisión que suelen pagar a los agentes. La desventaja de este procedimiento es que, con mucha frecuencia, se colocan pedidos a empresas que, aunque carecen de experiencia y no cuentan con agentes en el país comprador, están dispuestas a aceptar estas condiciones con facilidad. Si se adopta este sistema, se priva a los científicos en los países en desarrollo de la ventaja de obtener asistencia técnica. Al comparar las cotizaciones de precios, se observa que a veces la oferta presentada por un proveedor internacional de equipo de laboratorio es considerablemente más elevada que la del fabricante.

En tales casos, sólo se puede recomendar que se considere detenidamente el factor experiencia y los servicios de posventa que se hayan incluido en la oferta.

En la adquisición de equipo, un aspecto que causa problemas es el plazo dado para la presentación de ofertas, plazo que muchas veces es demasiado breve. Es necesario comprender que para cotizar largas listas de especificaciones preparadas para un proyecto durante largo tiempo, normalmente no bastan dos o tres semanas, que es el tiempo que le puede quedar al proveedor después de descontar los retrasos causados por el servicio de correos. La calidad de las ofertas quizá mejoraría considerablemente si se concediera más tiempo para su preparación. Las decisiones de aceptación de ofertas no deben retrasarse más allá del período normal de validez de las mismas, particularmente en el momento actual en que la inflación mundial requiere frecuentes reajustes de precios.

Otro problema grave que se observa a menudo es el de las averías sufridas por las mercaderías en tránsito y los seguros que cubren esas averías. El mal trato de las remesas de mercaderías en puertos que no disponen de medios mecanizados de transporte, como carretillas de horquilla elevadora, pueden causar graves daños e incluso la pérdida total de las mercaderías. Se pueden producir retrasos en el despacho aduanero de las mercaderías, y las instalaciones de almacenamiento que ofrecen protección de la intemperie son a menudo absolutamente insuficientes. Las cajas que contienen equipo costoso pueden estar expuestas a las condiciones climáticas más adversas, tales humedad, fuertes lluvias tropicales, calor extremo y polvo. Ningún método de

embalaje justificable desde el punto de vista económico puede evitar averías del equipo en tales circunstancias.

A veces, debido a los trámites aduaneros y a los retrasos administrativos que supone el desembalaje de las remesas y su inspección, la cobertura del seguro expira antes que el equipo llegue a su destino y antes de poder presentar un reclamo. Luego, se suele consagrar más tiempo y esfuerzo a establecer responsabilidades que a estudiar la forma de evitar una situación semejante en el futuro. Se debe hacer un esfuerzo para resolver este problema en el plano de las organizaciones internacionales. La reducción de los daños o de las pérdidas compensaría en muy poco tiempo los gastos que ello pudiera originar.

En este punto se puede ofrecer una sugerencia final. Se debe facilitar la obtención en un plazo mínimo y con pocas trabas administrativas, de las piezas que sean necesarias para reparar los daños ocasionados por el transporte. En casos de urgencia, los centros de investigación y desarrollo deben estar autorizados a hacer pedidos pequeños directamente a los proveedores.

Sin embargo, tengan o no facultad de efectuar tales pedidos de urgencia, los científicos generalmente entregan su confianza y su cooperación al proveedor experimentado y flexible, que establece un contacto frecuente y no esporádico con su cliente, que presta ayuda sin interponer trabas burocráticas y que, en caso necesario, suministra, incluso gratuitamente, servicios de recambio y de reparación, contribuyendo así al objetivo primordial que se persigue al establecer un instituto científico, a saber, que su labor sea útil y eficaz y que funcione en forma ininterrumpida.

MOBILIARIO Y ACCESORIOS DE LABORATORIO

por F. Geyer

Los principales criterios para la construcción de muebles de laboratorio han sido recogidos en diversas normas, especificaciones y publicaciones, muchas de las cuales figuran al final de este artículo. Cabe mencionar especialmente la British Standard 3202:1959 "Laboratory furniture and fittings" [14] y las publicaciones del Departamento de Sanidad, Educación y Bienestar Social de los Estados Unidos [17]. En la actualidad, la República Federal de Alemania cuenta con varias normas DIN que, junto con las directrices para trabajos de laboratorios publicadas por la Berufsgenossenschaft para la industria química y la Berufsgenossenschaft para la sanidad pública, han influido sobre la construcción de muebles de laboratorio [2, 16].

El mobiliario de laboratorio para trabajos químicos y similares está compuesto de unos pocos tipos de muebles que varían en cuanto a su forma y estilo pero que son uniformes en cuanto a su estructura y diseño básico. Cabe mencionar al respecto: mesas de laboratorio centrales y de pared, y armarios con campanas de humos (fig. 1), piletas (fig. 2), armarios (fig. 3), mesas de balanza (fig. 4), mesas de titulación, y mesas para microscopios (fig. 5). Los elementos de soporte de las

tablas superiores de las mesas pueden ser estructuras de acero o de madera a las que pueden unirse los componentes interiores (figs. 1 y 12) o estructuras más de distintos tipos (fig. 6).

Se recomienda emplear solamente el primer tipo y dejar un espacio libre de 20 centímetros de profundidad en la parte inferior de los muebles, para facilitar la aproximación a los mismos y la limpieza. Todos estos muebles, y en particular las mesas de laboratorio, de tres metros o más de largo y los armarios con campanas de humos de 1,2, 1,5 y 1,8 m de longitud frontal y 2,8 m de altura, son muebles voluminosos que deben transportarse desmontados y deben ser luego montados en el lugar de su emplazamiento definitivo y conectados a la red de servicios del edificio por operarios especializados.

Desde la primera fase de la planificación, debe tenerse en cuenta que el diseño del mobiliario y las dimensiones fundamentales de longitud, altura y profundidad de sus componentes tendrán gran relevancia en la planificación del espacio y en el diseño del edificio y los sistemas de fontanería y de ventilación, así como en la elección de los materiales para revestimiento de suelos y paredes. Durante los últimos 20 años, se han desarrollado nuevos diseños de muebles de laboratorio que se adaptan mejor a los actuales métodos de análisis físico-químico, tales como la central de fontanería

El autor es Secretario del Comité Técnico de Aparatos y Mobiliario de Laboratorio de la DfA (Instrucción Alemana de Normas). Este artículo fue publicado anteriormente como documento de la ONUDI, ID/WG.181.5.



Fig. 1. Mueble de laboratorio central y de pared, con armarios de servicios, piletas de servicios, mesas de apoyo para soporte de las vitas superiores y estructura de soporte formada de piletas. Armarios con campanas de humos y mesa de trabajo a nivel normal y a nivel bajo.

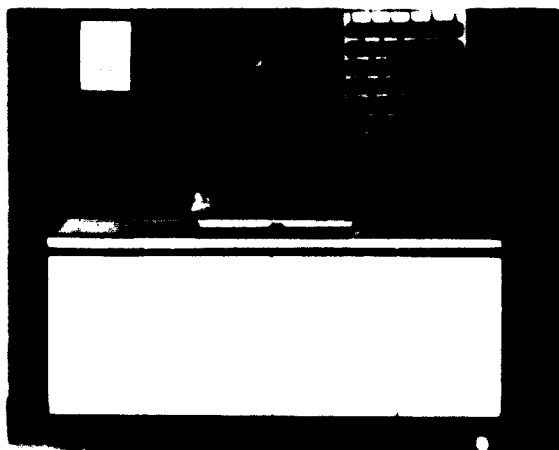


Fig. 2. Písta de laboratorio con escurridores.



Fig. 3. Armarios de laboratorio.

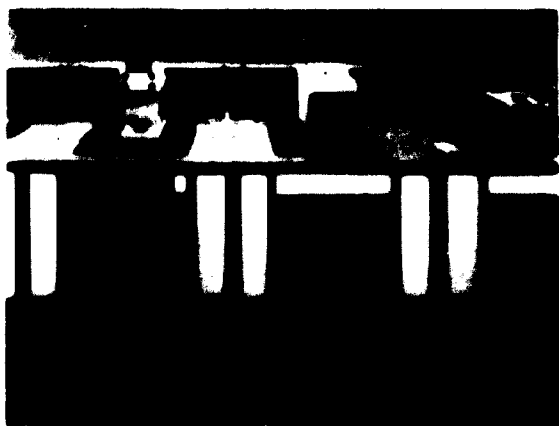


Fig. 4. Mesas de balanzas con dispositivo contra las vibraciones.

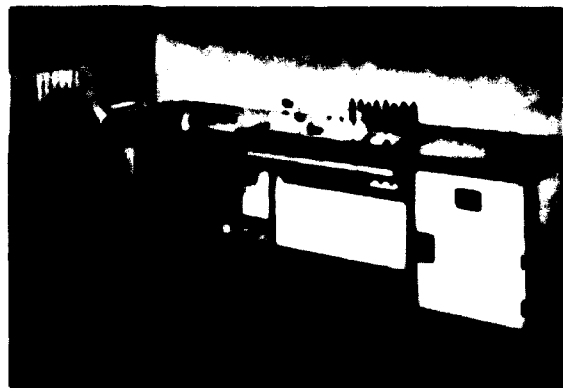


Fig. 5. Mesas para trabajo centrado.

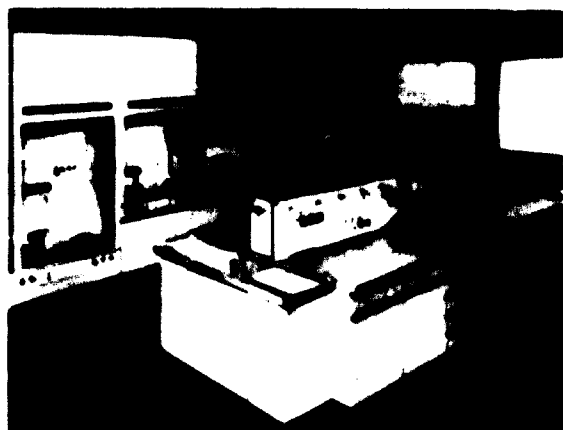


Fig. 6. Mesas de laboratorio centrales y de pared, con controles de servicios y tablas formadas por grandes lajas de gres antídico montadas sobre marcos fijos.

figs. 7, 8 y 11) y las mesas desmontables (figs. 9 y 10). Estas últimas pueden montar en las mesas de tipo tradicional fabricadas para encajar en lugares determinados. La central de fontanería prefabricada, situada en el centro o contra la pared del laboratorio, contiene todas las tuberías de entrada y salida de los servicios y debe estar conectada a la red general de tuberías del edificio. Junto a estas centrales de fontanería se colocan mesas fácilmente desmontables o, en ciertos casos, mesas móviles e independientes. Estas mesas de instrumentos con diferentes tipos de tablas, pueden servir de base para los conjuntos eléctricos especiales que deban conectarse a la central de fontanería. Este tipo de muebles de laboratorio adaptables es el más conveniente cuando en la fase de planificación se desconoce cuál será la finalidad de los laboratorios.

Varias empresas de países industrializados se especializan en la fabricación, el suministro y el montaje de muebles de laboratorio. Estas mismas empresas facilitan planos e indican cuál debe ser la localización y la capacidad de las tuberías, los canales de descarga y las terminales eléctricas del edificio. La creciente demanda y las nuevas técnicas que permiten fabricar muebles de



Fig. 7. Control de fontanería prefabricado, hecho con tuberías de cobre y caños de plástico.

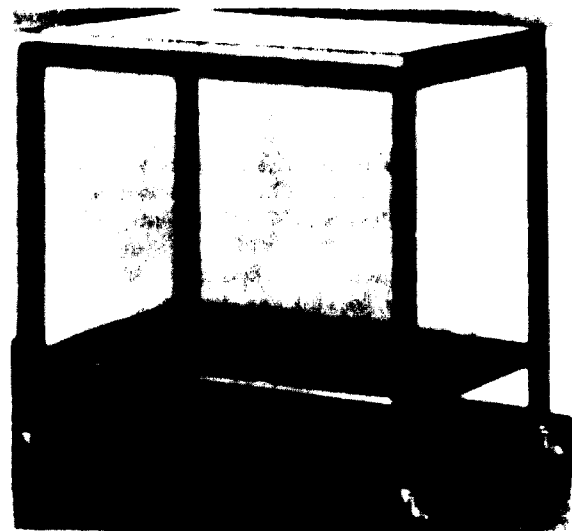


Fig. 10. Mesa de instrumentos sobre ruedas.

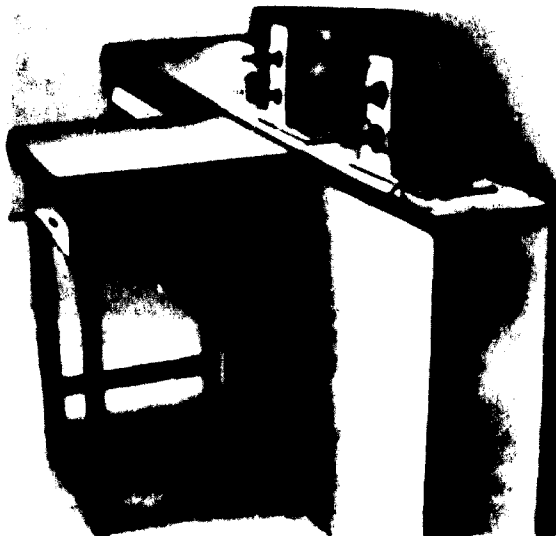


Fig. 8. Instalación de fontanería control con grifos de gas, agua y aire comprimido, enchufes y pilotas de tomafu reducido.



Fig. 9. Mesa de instrumentos.

laboratorio en partes, mediante el comercio, se estimuló la producción en serie de instrumentos de madera de madera laminada, la pasta de madera revestido de resina epoxídica (fig. 12).

Los centros de investigación industrial de los países en desarrollo no deben depender totalmente del equipo importado. El transporte de mobiliario de laboratorio desde el extranjero implica costos adicionales ocasionados por el pago de derechos de aduana, el embarque y el envío de especialistas. Mas aun, cuando se necesita la línea completa de muebles de laboratorio que se producen en los países industrializados. Sin embargo, en muchos países industrializados se siguen montando las mesas de laboratorio en el lugar de su emplazamiento definitivo utilizando para ello los servicios de equipos de trabajo coordinados formados por carpinteros, fontaneros y otros especialistas. Estos trabajos se consideran como labor de construcción secundaria. En estos casos, montadores o carpinteros se ocupan de construir el marco de soporte en el que se ensamblan las mesas sobre una base de cemento utilizando las herramientas necesarias. Un fabricante de muebles suministra luego los elementos estructurales que han de encajarse en el armazón de las mesas (fig. 13 y 14). Este método ha sido utilizado satisfactoriamente durante muchos años y podría emplearse también para amueblar los centros de investigación industrial de los países en desarrollo. El contratista encargado de la construcción y de la instalación de los servicios generales del edificio, pudiera ocuparse asimismo, de encargar por subcontratación los muebles para los laboratorios y de coordinar las tareas, ya que dispondría de los contactos necesarios con el personal especializado local. El constructor podría ocuparse también de preparar los pliegos de condiciones para el suministro y montaje del mobiliario y de supervisar sobre el terreno la marcha de los trabajos.

Dimensiones fundamentales

La profundidad óptima de las mesas de laboratorio para labores efectuadas de pie, ha sido calculada en 60 cm de superficie de trabajo libre con otros 15 cm para la instalación de accesorios tales como estantes para grifos de gas, cajas de enchufes eléctricos y estanterías. En la norma DIN 12 922 1972, "Mobiliario de laboratorio, mesas, dimensiones" [9], se especifica una profundidad total de 75 cm (véase el cuadro 1). Los catálogos de muchas fábricas importantes de mobiliario de laboratorio de los Estados Unidos de América, Francia, el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y la República Federal de Alemania, así como la British Standard 3202 1959 [14], especifican también una profundidad total de 75 cm para la mayoría de los aparatos. En la figura 17 puede verse la influencia que sobre la planificación del espacio tienen las dimensiones especificadas en el cuadro 1.

La observancia de las alturas especificadas en el cuadro 1 siempre ha planteado problemas debido al diverso grosor de las tablas para mesas de laboratorio disponibles. Este grosor varía con los diversos revestimientos y bases de sustentación utilizados: 6 cm para las losas de cerámica, 4 cm para el Pyroceram, 3,7 cm para el gres antiácido y 2,8 cm para los materiales plásticos. Las diferencias de altura entre mesas de laboratorio adyacentes constituyen una molestia para el usuario.

Por ello, se debe especificar claramente en los formularios de licitación que las mesas y los bancos de cubiertas diferentes deben tener una altura uniforme. (Las diferencias de grosor entre las tablas pueden compensarse agregando una capa en la parte posterior de las mismas.)

En el cuadro 1 pueden verse las longitudes modulares de aplicación más generalizada. Se aplica frecuentemente la longitud básica de 1,2 m, la serie de



Fig. 11. Cajas de fontanería controlada para los servicios de laboratorio; estas de distribución eléctrica, y los conductos para descarga de desechos.

CUADRO 1. DIMENSIONES DE MESAS DE LABORATORIO (mm)

	Norteamericanas				Británicas		Francesa		Alemanas		
	Fabricantes				Fabricantes		Fabricantes		Fabricantes		
	DIN 12 922	BS 3202 Fisher	NII	Metal	Madera	Gallen kamp	Grundy	Carlin	Kotter mann	Waldner	
Altura: De pie	900	910	914	940	940	915	914	900	900	900	915
	750	760	760	710 ^a 735 ^b 790 ^c	760	760	760	750	760	775 ^d	745 765
Profundidad libre	600	610	610	610	610	610					600
Profundidad total (incluido espacio para accesorios)	750	785	760	760	760	760	760	750	750	750	750
	1.500	1.395	1.370	1.370	1.370	1.370	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
Longitud de los muebles (véase fig. 12)	600	465	465	465	465		500 ^e				600
	900	620	610	610	610	610		600 ^e	600 ^e	600 ^e	600
	1.200	890	900	900	900	900	1.000 ^e	1.150 ^e	900 ^e	1.200 ^e	900 1.200

^aMesa para microscopio.

^bMesas de químicos.

^cMesas de titulación y de balanza.

^dAltura según la antigua norma alemana = 780.

^eSin incluir el saliente de la tabla de la mesa (véase fig. 12).



ojos contienen también las mesas verticales de la red principal, los tableros y gase conectables a las mesas de instrumentos móviles.

60 90 120 cm y sus múltiplos ha sido derivada de esta longitud en el curso de la fabricación de mobiliario de laboratorio. Este sistema de longitudes escalonadas de 30 en 30 cm (M 300) permite una adaptación satisfactoria a las condiciones locales y la utilización de elementos modulares para la fabricación de los muebles (fig. 12).

Materiales

Los materiales que se utilizan en la construcción de mesas de laboratorio y de armarios con campanas de humos han de poseer ciertas propiedades. Estos requisitos se aplican, sobre todo, a los revestimientos que han de tener las tablas de las mesas de laboratorio. La BS 3202 1959 [14] especifica las diversas posibilidades al respecto. En Francia y en la República Federal de Alemania se utilizan losas de cerámica, acero inoxidable, Pyroceram (vidrio plano, térmico y resistente al choque), grandes placas de gres con las especificaciones de la norma DIN 12 916-1972 [9], y paneles de madera laminados de plástico. En la mayoría de los países se dispone de tablas de madera, piedra natural, teca

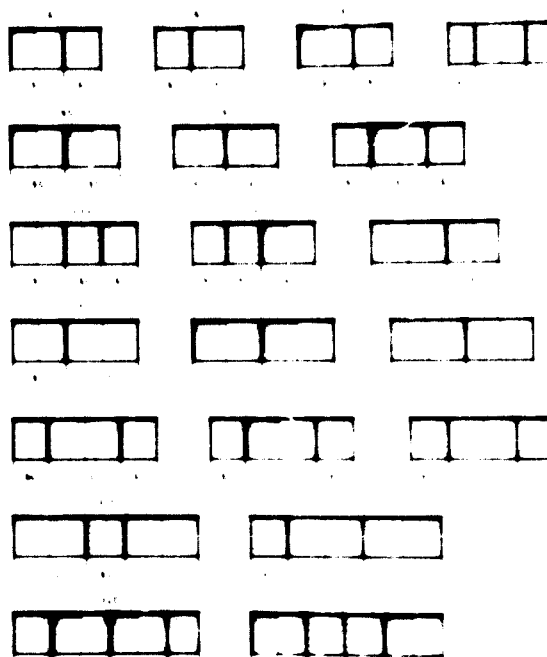


Fig. 12. Conjuntos de mesas de laboratorio con diversos elementos modulares (medidos en centímetros).

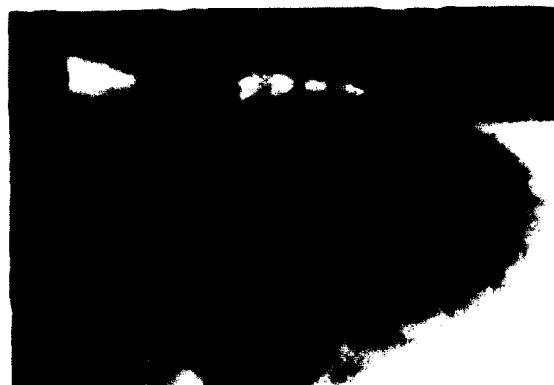


Fig. 13. Montaje de una mesa de laboratorio en el lugar de su emplazamiento.

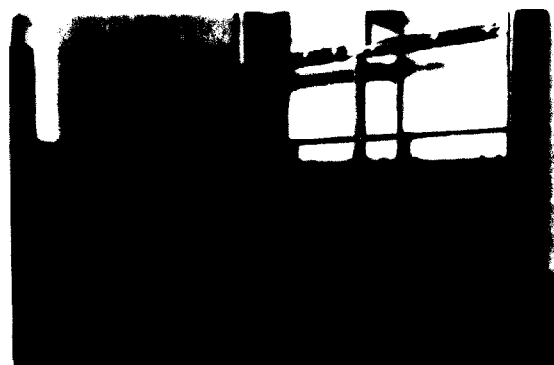


Fig. 14. Montaje de armarios con campanas de humos en el lugar de su emplazamiento.

incrustada o maderas duras similares, y cemento recubierto de losas de cerámica, pero las tablas fabricadas con acero inoxidable, con Pyroceram o con grandes placas de gas anticácido (figs. 1 y 6) por lo general deben importarse. El tiempo que se pierde en transporte, trámites de aduanas y entrega puede ocasionar demoras considerables en la tarea de equipar un laboratorio. Conviene utilizar maderas nacionales para fabricar armarios y ciementos interiores y armazones para mesas de laboratorio.

El acabado de las superficies de las partes de madera debe satisfacer los requisitos especiales del mobiliario de laboratorio. Los revestimientos de pintura de caucho clorada han dado resultados satisfactorios. Los armazones de acero metalizados por chorreo con resina epoxidica pulverizada en un campo electrostático y posteriormente almacenada, han resultado altamente anticorrosivos durante muchos años. Sin embargo, en los países en desarrollo este tipo de armazones por lo general debe importarse.

Red general de tuberías

La planificación de la red de fontanería de un centro de investigación se hace en función de las tomas de agua, gas, aire comprimido, vapor y electricidad que se utilizan en las mesas y en los armarios de laboratorio. Por ello, los servicios y el número de grifos, cierres y válvulas necesarios (cuadro 2), deben especificarse en una fase temprana de planificación.

Los tres tipos estándar de accesorios de mesa de laboratorio, es decir, en estantes, de pared y de control delantero, se fabrican de latón. En las habitaciones con aire acondicionado, las superficies cromadas suelen ser suficientemente resistentes. En los laboratorios alemanes, sin embargo, se utilizan revestimientos antiácidos cuando han de efectuarse trabajos químicos en húmedo.

La codificación con colores de las manivelas y los volantes de mano de grifos y válvulas facilita la identificación de los fluidos que controlan. La BS 3202 recomienda un sistema de identificación alfabético, pero la posición de la manivela dificulta en ocasiones la lectura y, por otra parte, dichos símbolos alfabéticos no son universales.

Sucedecede a menudo que se instalan más tuberías de servicios que las que hacen realmente falta para las actividades de un laboratorio. En mediciones efectuadas en algunos edificios de laboratorios se ha comprobado que la tasa de utilización del servicio de aire comprimido no llegaba ni siquiera al 6%. Si se necesita aire comprimido en las mesas de laboratorio, bastará con válvulas de 3/8 pulgadas para una presión de manómetro de 1 bar y para un suministro máximo de 0,15 m³/m estándar [3].

Un equipo de succión con capacidad para 0,15 m³/m a una presión inferior a 400 Torr¹ sobre cada mesa puede resultar también una instalación cara y

¹ El Torr es una unidad de presión igual a 1/160 de una atmósfera y casi igual a la presión de una columna de mercurio de un milímetro de altura a 0°C y a la gravedad normal.

CUADRO 2. NÚMERO RECOMENDADO DE TOMAS, PILETAS Y CAJAS DE ENCHUFES

Servicios	Longitud (m)	Tablas de 0,6-0,75 m de anchura			
		3	3,6	4,2	4,5
Grifos de gas		2	2	3	3
Grifos de agua		2	2	4	4
Embudos de desagüe		1	1	2	2
Válvulas de aire comprimido		1	1	1	2
Circuitos eléctricos con fusible		2	2	2	3
Tomacorrientes bifásicos		4	4	4(6) ²	6(8) ²
Tomacorrientes trifásicos		1	1	1	2

Servicios	Longitud (m)	Tablas de > 1,5 m de anchura			
		3	3,6	4,2	4,5
Grifos de gas		4	4	6	6
Grifos de agua		4	4	8	8
Embudos de desagüe		2	2	4	4
Grifos de agua		3	3	6	6
Grifos de agua caliente sobre		1	1	2	2
Piletas con rebosadero		1	1	2	2
Válvulas de aire comprimido		2	2	2	4
Circuitos eléctricos con fusible		4	4	4	4
Tomacorrientes bifásicos		8	8	8(12) ²	12
Tomacorrientes trifásicos		2	2	2(4) ²	4

Servicios	Longitud (m)	Campanas de humos		
		1,2	1,5	1,8
Grifos de gas (de control delantero)		2	2	3
Grifos de agua (de control delantero)		2	3	4
Embudos de desagüe		1	2	2
Válvulas de aire comprimido (de control delantero)		1	1	1
Válvulas de aire eléctricas con fusible		1	1	2
Tomacorrientes eléctricos bifásicos		2	3	4
Tomacorrientes eléctricos trifásicos		1	1	1

²Para laboratorios de física o fisicoquímicos

antieconómica. Las bombas eectororas accionadas hidráulicamente, e incluso las pequeñas bombas rotatorias accionadas por un motor, resultan más prácticas y eficaces porque consiguen un vacío inferior a los 20 Torr y su presión no depende de la carga variable de la red de tuberías.

No es clara la necesidad de que las mesas y los armarios de laboratorio dispongan de tomas de vapor, aunque ésta sea una fuente de calor que puede, sin duda, resultar útil para la evaporación de líquidos inflamables. Casi no se fabrican ya aparatos de laboratorio calentados por vapor, ya que se pueden obtener fácilmente calentadores eléctricos regulables, algunos de ellos a prueba de explosiones, cuyo empleo resulta mucho más práctico.

En la fase de planificación debe estudiarse cuidadosamente cuál es la necesidad de montar, en las mesas de laboratorio, una red general de suministro de gases a alta presión (nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, helio y ácido carbónico). Existen, a este respecto, las siguientes posibilidades:

a) Una red de tuberías extendida por todo el edificio, que vaya desde un depósito central de contenedores de gases a alta presión hasta tableros con válvulas de aguja colocados sobre los estantes de reactivos de las mesas de laboratorio;

b) Tubos cortos de enlace en el piso, que vayan desde botellas de gases a alta presión, situadas en cámaras descentralizadas y ventiladas hasta cuadros de válvulas de aguja situados sobre un ramero limitado de masas de laboratorio, por ejemplo en los laboratorios de cromatografía (Fig. 15).



Fig. 15. Terminales de tuberías de servicios para su conexión al sistema de tuberías de una mesa de laboratorio.

c) Prensas de sujeción sobre las mesas y los armarios de laboratorio para sujetar cilindros de gas a alta presión provistos de válvulas reductoras, sin duda esta sería la solución más económica [8].

Debe considerarse, sin embargo, que la adopción de la posibilidad c) aumentaría la carga unitaria de fuego y los riesgos de explosión en caso de incendio. Las directrices alemanas para la prevención de accidentes recomiendan que por las noches se saquen de los laboratorios las botellas de gases a alta presión [2, 12].

En una planta de investigación industrial deben instalarse redes independientes para el suministro a los laboratorios de agua potable (de ciudad) y de agua industrial. Las manivelas de las válvulas de agua potable y no potable deben estar claramente identificadas, por ejemplo, mediante colores o etiquetas muy visibles y duraderas. El suministro de agua no potable a las mesas de laboratorio puede reducir de modo considerable el consumo de agua potable (eyectores hidráulicos de 180-550 l/h). La red de suministro de agua potable deberá estar, también, protegida contra el posible refluo que puede ocasionar la conexión de una manguera de laboratorio a una toma de agua [3, 5a, 7, 14 y 17].

El Instituto Nacional de Sanidad de los Estados Unidos sugiere [17] el empleo de una red de distribución para el suministro de agua industrial a todas las zonas del laboratorio. Esta red sería independiente de la red de agua potable y sólo sería preciso etiquetar o marcar unos pocos grifos de agua potable.

El suministro de agua caliente mediante calentadores eléctricos colocados sobre las piletas del laboratorio resultaría más práctico y económico que suministrar agua caliente a los grifos de las distintas mesas por medio de una red central.

No deben instalarse en todas las mesas grifos de plástico para agua destilada o desmineralizada [14, 17]. Por lo general, suele ser suficiente instalar un grifo, alimentado por una planta central, en cada laboratorio de un cierto tipo o en cada piso, y esto únicamente si las actividades del instituto requieren un suministro

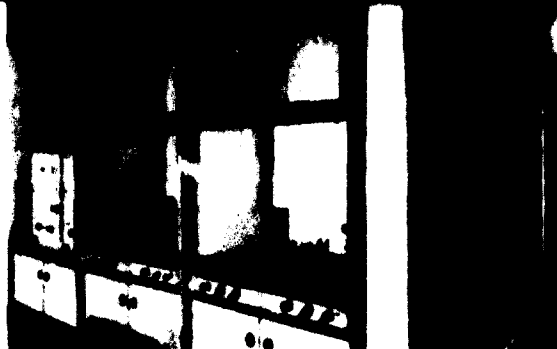


Fig. 16. Cilindro de gas a alta presión situado en cámara ventilada.

permanente de agua destilada o desmineralizada. En todos los demás casos, puede utilizarse agua destilada sacada de botellas colocadas sobre el estante de trabajo de la mesa de laboratorio.

El número de grifos de gas sobre las mesas de laboratorio y en los armarios con campana de humos no puede servir de criterio para evaluar el consumo de gas. Un grifo de gas de 3/8 pulgadas suministra 200 l/h, la presión habitual de 90 mm wc². Un medidor de Bansen consume alrededor de 100 l/h [3, 5b, 8c, 14 y 17].

El factor de diversidad de 0.4 o 0.5, menor aún en la BS 3202, debe basarse únicamente sobre un consumo de gas de 100 l/h y no sobre el suministro máximo posible del grifo. Las mesas y los armarios de laboratorio cuentan con estantes u otras instalaciones para el gas, aunque la utilización del gas como fuente de calor para los trabajos de laboratorio va disminuyendo a medida que se extiende el empleo para estos fines de aparatos eléctricos.

En vez del gas común de ciudad (90 mm wc) las redes de servicios de muchos laboratorios utilizan en la actualidad gas natural (200 mm wc). Esta presión más alta exige quemadores diseñados al efecto y accesorios de mesa con válvulas de empaquetadura sin lubricar. Por razones de seguridad, hará falta disponer de instalaciones fuera del edificio para las botellas de gas a alta presión para el suministro de propano/butano.

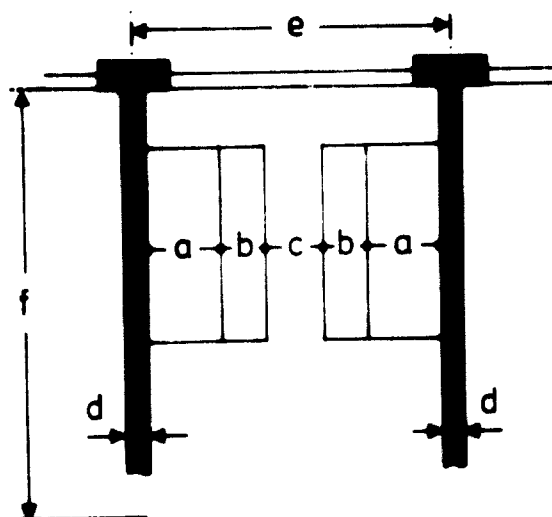
Los terminales de la red de tuberías a los que han de conectarse las mesas de laboratorio, los armarios y las centrales de fontanería prefabricadas (Fig. 16) no deben sobrepasar los siguientes tamaños:

Agua	1 pulgada
Gas (de ciudad)	1/2 pulgada
Gas (propano/butano)	1/2 pulgada
Aire comprimido	1/2 pulgada
Vacío	1/2 pulgada
Desecchos	50 mm NB

En las redes tuberías prefabricadas de las mesas de laboratorio y de las centrales de fontanería se utilizan tuberías de cobre y conexiones soldadas. Las tuberías de gas, vacío y aire comprimido de las mesas de laboratorio, montadas en el lugar de su emplazamiento definitivo, se suelen fabricar de acero sin pulir con flejes de fundición maleable, y las de agua, de acero galvanizado con flejes de hierro galvanizado. Las terminales de las líneas de alimentación deben disponer de válvulas de cierre.

Las piletas con o sin desagüe de rebose se fabrican de gres antiácido, arcilla refractaria, acero inoxidable y plástico. En la República Federal de Alemania se han

² wc = columna de agua.



- a) Anchura de las tablas de las mesas de laboratorio
 b) Anchura de la zona de trabajo
 c) Anchura de la zona de tránsito
 d) Grosor de los tabiques
 e) Distancias óptimas 0,6 m y 0,75 m
 f) Para laboratorios 0,45 m
 Para oficinas 0,55 m
- | Según su estructura | | |
|---------------------|--------|---------|
| 3 m | 3,3 m | 3,6 m |
| 67,0 m | 66,8 m | 72,90 m |
| 34,5 m | 33,5 m | 36,55 m |

Fig. 17. Anchura de las zonas de trabajo y dimensionamiento del espacio.

normalizado sus dimensiones en las normas DIN 12 914-1973 y DIN 12 915-1973 [9c, 9f]. Las piletas de cerámica vidriada de color marrón, blanco y gris y los sifones de cerámica son sumamente anticorrosivos y por ello muy adecuados para su empleo en mobiliario de laboratorio. Las piletas de acero inoxidable son menos resistentes, por ejemplo, contra la acción del aire cuando contiene, como sucede a menudo en los laboratorios de química, cantidades pequeñas de algún halógeno y en particular de cloro. Para los desagües pueden utilizarse tuberías de hierro con juntas de enchufe y cordón fabricadas con fundición de grano fino centrifugada [14], así como tuberías de PVC y PE con juntas soldadas que, como ha podido comprobarse, son suficientemente anticorrosivas y resistentes al choque.

Los desagües de las mesas de laboratorio fabricados de gres y vidrio antiácidos son sumamente anticorrosivos, pero tienen muy poca resistencia al choque.

Para las tuberías principales de los centros de investigación de los países en desarrollo, se recomienda el empleo de tuberías de fundición, que son fáciles de conseguir en cualquier parte. La misma recomendación se aplica a las tuberías principales de las mesas de laboratorio montadas en el lugar de su emplazamiento definitivo.

Consumo de fluidos

Croissant [3, pág. 49] midió el consumo de vapor, agua, gas y aire comprimido (figs. 18 y 19 y cuadro 3) a intervalos de 5 minutos en 12 laboratorios de un centro de investigación industrial (dos analíticos (AN), tres de investigación (I), dos de ingeniería aplicada (CAN), tres de labores rutinarias (R) y uno agrícola (A)) y otro de enseñanza (E). Tras haber registrado los niveles máximos del consumo y los valores medios durante 24 horas —abarcando también los valores máximos multiplicados por 1,5— llegó a la conclusión de que no podían identificarse valores exactos que garantizaran una base sólida para la planificación de cualquier tipo de instituto, pero que los resultados obtenidos daban una visión realista del orden de magnitud que cabía esperar en la mayoría de los casos. Estas mediciones arrojaron los resultados que aparecen en el cuadro 3.

CUADRO 3. CONSUMO POR LONGITUD DE MESA DE LABORATORIO Y POR OPERARIO

Por m. de longitud de mesa	Consumo	
	Gama de dispersion	Por operario
Vapor	0,07-2,2 kg/h	1-3,1
Agua	0,03-0,12 m ³ /h	1-4
Gas de ciudad	0,01-0,04 m ³ /h ^d	1-4
Aire comprimido	0,02-0,1 m ³ /h ^d	1-4

^dm³ estándar.

Conclusiones

Al planificar un centro de investigación industrial, debe considerarse el mobiliario de laboratorio como parte integrante del edificio, especificándose sus detalles en el proyecto.

En el pasado, la planificación, la compra y el suministro del mobiliario de laboratorio y su montaje sobre el lugar comenzaba una vez acabado el edificio, lo que ocasionaba importantes costos adicionales y una gran pérdida de tiempo. Si, por el contrario, pudiera coordinarse el montaje del mobiliario de los laboratorios con la tarea de construcción del edificio se dispondría, en cada fase, de la mano de obra necesaria para efectuar los trabajos adicionales que requiere la instalación de las mesas de laboratorio y los armarios con campanas de humos y su conexión a las redes generales del edificio.

Si en una fase temprana de la planificación se llega a la conclusión de que los ingenieros del contratista no están en condiciones de diseñar el mobiliario de laboratorio y que los subcontratistas locales no pueden realizar este trabajo, debe invitarse a un fabricante experimentado de mobiliario de laboratorio a que facilite información sobre el suministro y montaje sobre el lugar de mobiliario de laboratorio prefabricado. Sin embargo, debido a las dificultades del transporte, el número de empresas especializadas que se interesan por estos trabajos es muy pequeño.

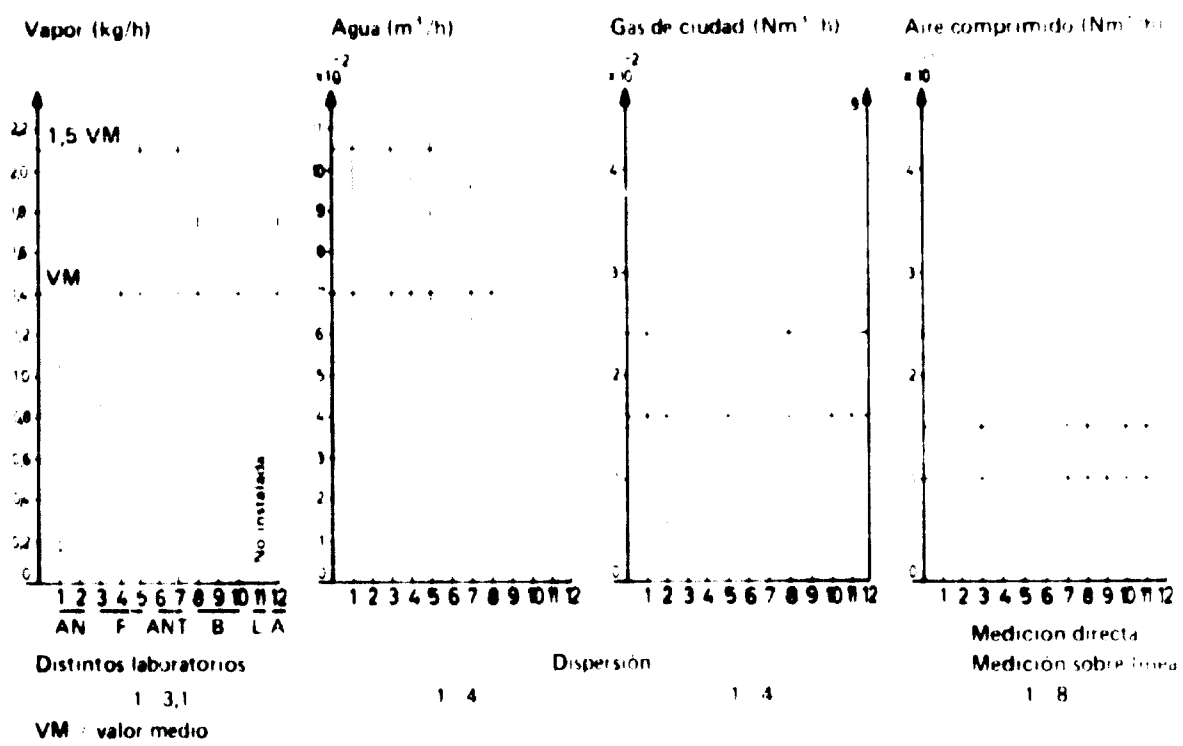


Fig. 18. Consumo por m de longitud de la mesa

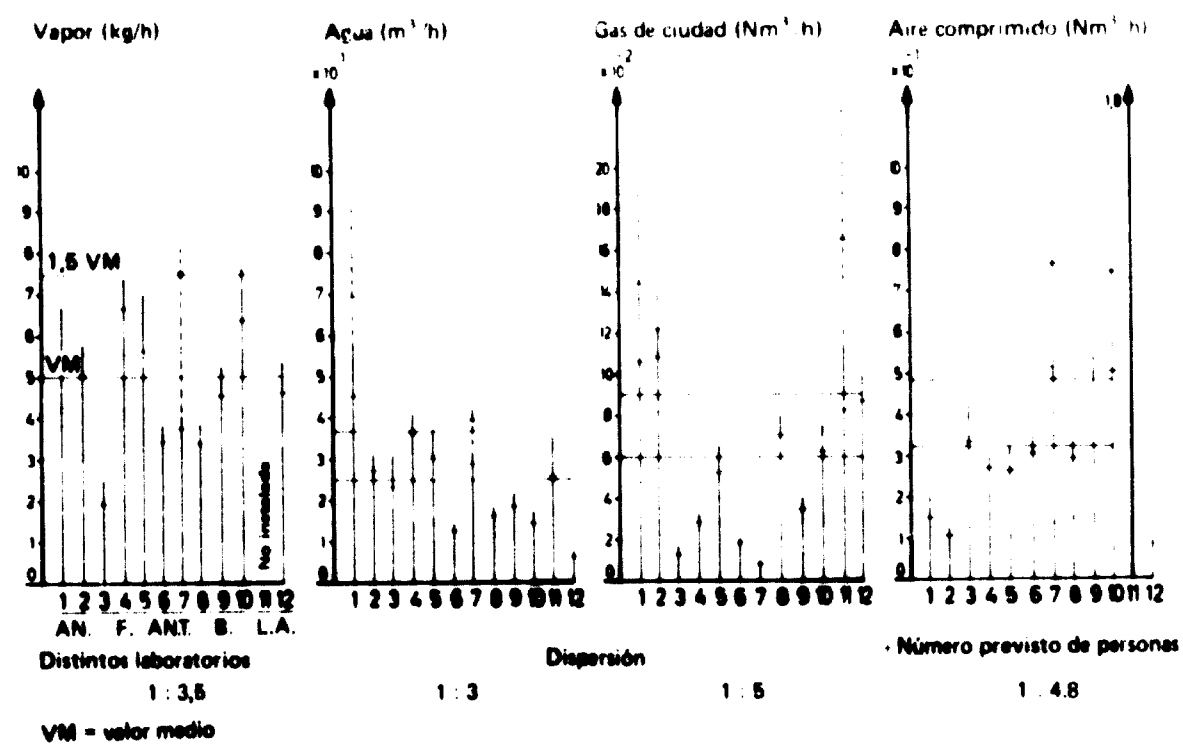


Fig. 19. Consumo en relación al personal

BIBLIOGRAFIA CODIFICADA

1. Beck, H. Luftungseigenschaften von Laborabzügen (Potencia de ventilación de la campana de emanaciones de laboratorio). Weinheim, Chemie Ingenieur Technik, 1964 (No. 36). En alemán.
 2. Berufsgenossenschaft für die chemische Industrie. Richtlinien für chemische Laboratorien No. 12. (Directrices para laboratorios químicos. No. 12). Weinheim, Verlag Chemie, 1972. En alemán.
 3. DECHEMA. Erfahrungsaustausch Laborbau (DECHEMA, Intercambio de experiencia, proyección técnica de laboratorios). Frankfurt, DECHEMA, 1969. En alemán.
 4. Decken, C. B. y J. A. B. Hundert. Untersuchungen über die strömungstechnischen Vorgänge in der Kapelle eines Laborabzugs (Experimentos sobre flujo dentro de la cámara de una campana de humo). Darmstadt, GIT, 1968 (No. 8). En alemán.
 5. Deutscher Verein von Gas- und Wasserfachmännern (DVGW). Normen (Normas de la Federación alemana de especialistas en gas y agua). Eschborn (República Federal de Alemania).
 - 5a. Wasserversorgung Verbrauchsanlagen (Suministro de agua, colocación de cañerías). DVGW W 503 1966. En alemán.
 - 5b. Technische Regeln für Bau und Prüfung von vorgerügten Bauteilen mit Gas- und Wasserinstallation (Especificaciones para la construcción y ensayo de mecanismos prefabricados para instalaciones de gas y agua). DVGW GW 3 (1968). En alemán.
 - 5c. Technische Regeln für die Installation von Gasanlage in Laboratorien (Especificaciones para instalaciones de gas en laboratorios). DVGW G 621 (1971). En alemán.
 6. Druckgasverordnung (Regulación de la presión del gas). Colonia, Carl Heymann's Verlag. En alemán.
 7. Dunkl/Heyer. Rationale Lösungen von Laborbau und Laboreinrichtungsproblemen in Hochschulen, Industrieunternehmen und im Gesundheitswesen der USA (Soluciones racionales de problemas de la proyección técnica de la construcción y la instalación de equipo de laboratorio para universidades, industrias y servicios de sanidad pública en los Estados Unidos). En: Beiträge zur Universitätsplanung (Contribuciones a la planificación de universidades). Frankfurt, DECHEMA, 1970 (Heft 6). En alemán.
 8. Feurich, H. Rohrnerze für Sauerstoff, Druckluft, Vacuum, Kohlensäure in Krankenhäusern und Laboratorien (Colocación de tuberías para oxígeno, aire comprimido, vacío y anhídrido carbónico en hospitales y laboratorios). Darmstadt, GIT, 1964. (Nos. 8, 9 y 10). En alemán.
 9. Deutsche Industrie Norm (DIN) (Norma Industrial Alemana). Berlin, Beuth-Vertrieb GmbH.
 - 9a. Planta de ventilación, principios. DIN 1946 1960, 1ª Parte. En alemán e inglés.
 - 9b. Pirorresistencia de materiales de construcción y elementos estructurales. DIN 4102 1970. En alemán.
 - 9c. Iluminación de locales con luz diurna; principios. DIN 4034-1969. En alemán.
 - 9d. Enseres de laboratorio; baldosas de cerámica para cubiertas superiores de mesas de laboratorio. DIN 12 912-1973. En alemán.
 - 9e. Enseres de laboratorio; vertederos de copa. DIN 12 914 1973. En alemán.
 - 9f. Enseres de laboratorio; vertederos con rebosadero integrado. DIN 12 915 1973. En alemán.
 - 9g. Enseres de laboratorio; baldosas grandes para cubiertas superiores de mesas de laboratorio. DIN 12 916 1973. En alemán.
 - 9h. Código de colores para fluidos en palancas de mano y volantes de mano de grifos de laboratorio. DIN 12 920 1971. En alemán.
 - 9i. Enseres de laboratorio; dimensiones de faucos. DIN 12 922 1972. En alemán.
 - 9j. Enseres de laboratorio; dimensiones de campanas de emanaciones. DIN 12 923 1972. En alemán.
 - 9k. Planta de calefacción chimeneas. DIN 18 160 1968 1ª parte. En alemán e inglés.
 - 9l. Vías de circulación en edificios. DIN 18 225 1958. En alemán.
 - 9m. Ventilación de laboratorios. VDI 2051 1966. En alemán.
10. Geyer, F. Anforderungen an Laborbauten (Exigencias en materia de construcción de laboratorios). Darmstadt, GIT (No. 12, 1967) (No. 1, 1968). En alemán.
11. ———. Richtlinien für die Planung und den Bau von Laboratorien (Principios para la proyección y construcción de laboratorios). Weinheim, Chemie Ingenieur Technik, 1971 (No. 11). En alemán.
12. ———. "Rôle et intérêt de la normalisation dans l'aménagement et l'équipement des laboratoires." Courrier de la Normalisation, No. 228, novembre-décembre de 1972. En francés.
13. ———. The role and significance of standardization of laboratory equipment and furniture. Laboratory Practice (London) No. 4, 1973. En inglés.
14. Laboratory furniture and fittings. BS 3202 1959. Londres, Institución Británica de Normas. 112 pages. Con datos bibliográficos.
15. Strangmann, W. Wasserverbrauch in chemischen und biologischen Laboratorien (Consumo de agua en laboratorios químicos y biológicos). Darmstadt, GIT, 1964 (No. 6). En alemán.
16. Unfallverhütungsvorschrift Medizinische Laboratoriumsarbeiten (Disposición para la prevención de accidentes, trabajo en laboratorios médicos). Frankfurt, HGVVV. En alemán.
17. United States Department of Health, Education and Welfare. Health Research Laboratory design. Bethesda (Maryland), NIH, 1968. (Publicación 1807). Con datos bibliográficos.
18. Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE). Normen. (Normas de la Unión de ingenieros eléctricos alemanes). Offenbach/Main (República Federal de Alemania).
 - 18a. Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000V mit Änderungen: c) 12.65 und e) 12.65 (Reglas para la instalación de plantas de alta tensión hasta voltajes nominales de 1000 voltios. Enmiendas c) 12.65 y e) 12.65). VDE 0100-1965. En alemán.

Consideraciones técnicas en materia de construcción y proyección

Caso 1: El edificio del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica

por J. E. Breeze

En el presente artículo se examinan las consideraciones técnicas involucradas en la construcción y decoración de un centro de investigación y desarrollo industriales. Si bien no se abarcan en él todos los aspectos de la cuestión, los que se examinan tienen particular importancia con respecto a *a)* que el edificio para laboratorio cumpla la función a que se lo ha destinado, y *b)* reducir al mínimo el capital inicial y los costos de mantenimiento subsiguientes.

El autor es Director de Planificación de Sistemas en el Consejo de Investigaciones de Columbia Británica de Vancouver, Columbia Británica, Canadá. Su artículo se publicó originalmente como documento de la ONUDI con la signatura II/WG.181.12.

Las ilustraciones que acompañan al artículo se refieren al complejo de laboratorios del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica, en Vancouver. Esta estructura, terminada en 1969 (fig. 1), se utiliza para ilustrar los puntos que se consideran más importantes, y se presenta como ejemplo de intento de conseguir una selección óptima de materiales y métodos de construcción. No se pretende sugerir que los métodos y/o los materiales de construcción empleados sean los más idóneos en todos los casos; el diseño final de todo edificio supone cierto número de soluciones de transacción debido a las relaciones existentes entre los diversos componentes. Sin embargo, su desarrollo sistemático y racional permite producir mejor los



Fig. 1. Dibujo del edificio del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica. Al nivel del suelo, no hay ningún punto donde el que pueda verse el proyecto completo. Por consiguiente, no es indispensable un panorama global. Las futuras adiciones modificarán los parámetros del edificio, pero todos los elementos de la construcción están organizados de forma que las adiciones no destruyan el diseño original. La combinación de elementos añade variedad e interés a la construcción.

resultados finales y constituye el mejor enfoque para llegar a una solución óptima.

Conceptos modulares

Para algunas personas, la palabra "modular", utilizada en relación con la proyección de edificios, significa un programa dimensional en el cual todas las dimensiones espaciales principales son múltiplos o submúltiplos de una determinada dimensión modular. Para otras, el módulo es un elemento de un edificio que puede utilizarse repetidamente para constituir secciones importantes de toda la estructura. Sin embargo, ambos puntos de vista llevan consigo la noción de normalización del sistema (fig. 2). El enfoque modular da como resultado no solo un diseño eficaz, sino también economías en el costo mediante la utilización de

componentes comunes. En la estructura misma muchos componentes pueden tener dimensiones normalizadas que pueden repetirse muchas veces en todo el edificio. El hecho de que se repitan idénticamente una y otra vez entraña economías en el costo, independientemente de que se construyan *in situ* o en una fábrica. Por ejemplo, en una construcción de hormigón colado, el enfoque modular puede conducir al uso repetido de formas de gran calidad, con ahorros considerables en el costo. En el interior del edificio, las dimensiones modulares repetidas suponen dimensiones y espaciamentos comunes para tabiques, carpintería y accesorios.

Pero uno de los argumentos más convincentes a favor del enfoque modular en la construcción de laboratorios es la flexibilidad que ofrece con miras a posibles adaptaciones y modificaciones futuras. Se pueden añadir tabiques interiores sin desbaratar el módulo fundamental, y los materiales eliminados se pueden utilizar de nuevo más adelante.

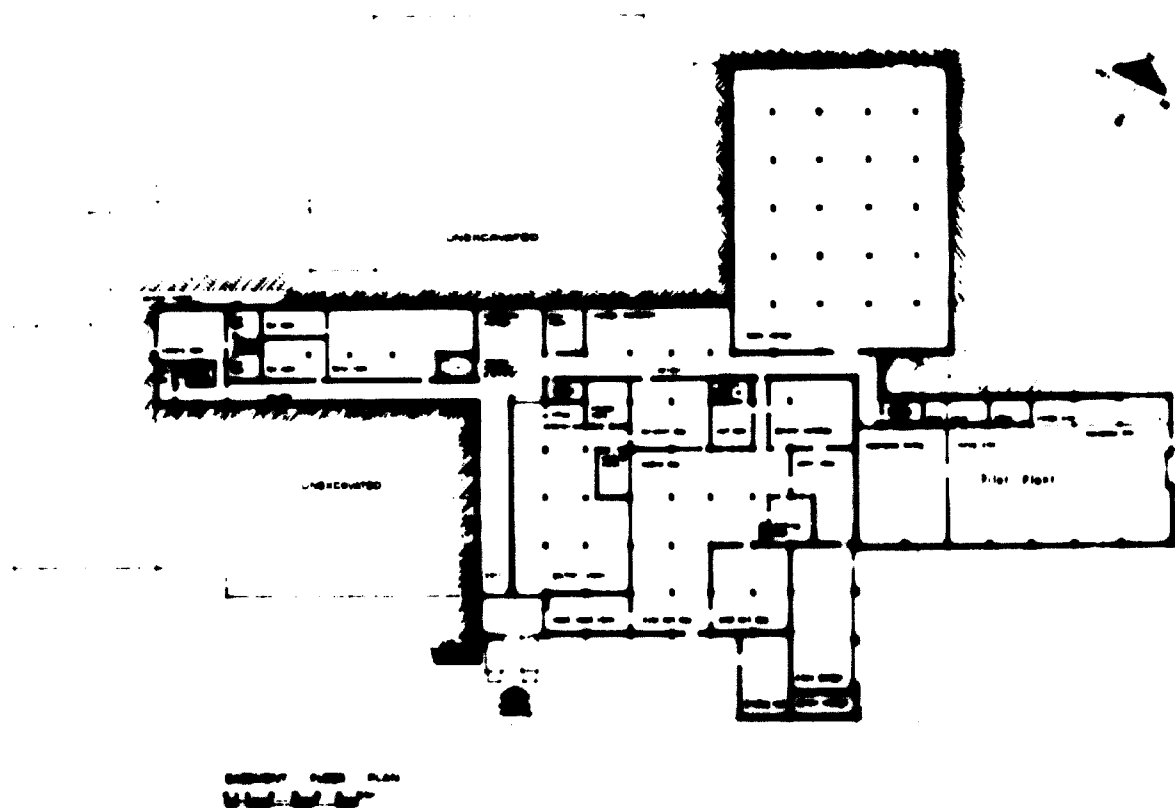


Fig. 2. Diseño modular. Gracias a la inclinación natural de la pendiente, la ubicación de columnas y circuitos en el piso inferior resulta económica y eficiente. Estas zonas son intercambiables y están interconectadas. Los suelos, cielos rasos y paredes son de hormigón reforzado.

Tipos de estructuras

Hay muchos tipos de estructuras que han resultado satisfactorios para centros de investigación. El más sencillo es el edificio rectangular de uno o más pisos. Esta estructura se puede ampliar añadiéndole alas en cada extremo o en el centro. La estructura del edificio del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica se caracteriza por un eje central que sirve para conectar alas que de otra forma serían edificios rectangulares separados (fig. 3). El criterio más importante para decidir qué tipo de estructura se adoptará es probablemente la necesidad de ampliación. El edificio rectangular sencillo se puede ampliar añadiéndole pisos o alas. Si se considera la posibilidad de ampliar independientemente varias secciones del laboratorio es más conveniente una estructura parecida a la del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica. Puede decirse en general que el edificio de uno o dos pisos es el que ofrece la máxima flexibilidad para efectuar modificaciones y ampliaciones del local.

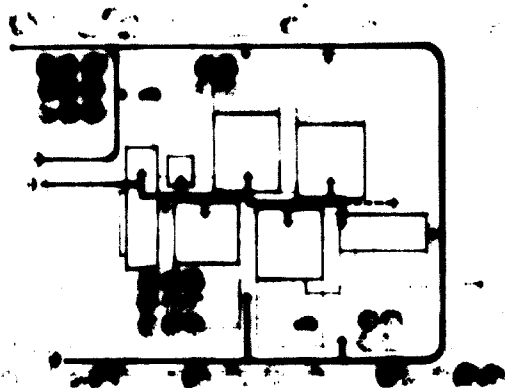


Fig. 3. Eje central y alas del edificio del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica.

El recinto del edificio

El requisito más importante para un edificio es que las paredes, el techo y las ventanas, considerados en conjunto como recinto, no sólo sirvan de barrera eficaz a los elementos sino que proporcionen un ambiente interior que se pueda ajustar y mantener dentro de límites convenientes.

Lo mismo que la planificación de programas y proyectos debe en todo momento ser flexible y reaccionar a un cambio de circunstancias, el espacio de laboratorio debe ser adaptable. En su forma más sencilla, un laboratorio puede ser una sola habitación amplia, en

la cual el espacio se redistribuye y organiza de acuerdo con las necesidades. En los ejemplos que muestra el presente artículo, las estructuras deben estar situadas de forma que no impongan un mínimo de limitaciones que afecten a la utilización del espacio (fig. 4).

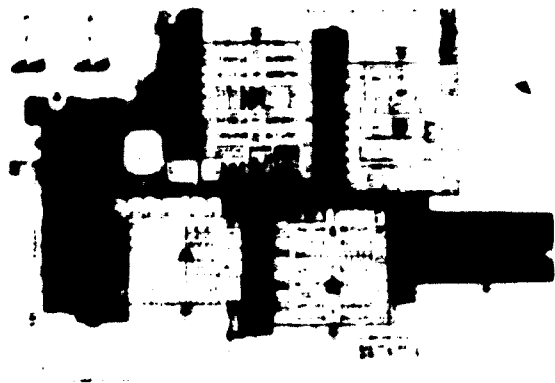


Fig. 4. Cuatro grandes laboratorios abiertos del Consejo de Investigaciones.

Paredes

En su calidad de separación entre los ambientes interior y exterior, que debe al mismo tiempo satisfacer ciertos requisitos de aspecto, durabilidad y costos aceptables de mantenimiento, la pared debe estar compuesta por cuatro elementos principales: una forma estructural contra el aire, una membrana para impedir el flujo de vapor de agua, una capa aislante que limite el flujo térmico y un revestimiento exterior que proteja contra la lluvia (fig. 5). Empleando el conocido principio de la "pantalla antilluvia", una pared de este tipo se puede montar a partir de muchas combinaciones de materiales y, siempre y cuando se aplique el principio básico, dará resultados satisfactorios. Cuanto mayor sea la diferencia existente entre los ambientes interior y exterior, o cuanto mejor haya que controlar el ambiente interior, mayor atención deberá prestarse al diseño y construcción del sistema de pared exterior (fig. 6 y 7).

Los tabiques interiores responden a necesidades distintas. En la mayoría de los edificios destinados a laboratorio, la necesidad principal es que sean adaptables con miras a futuras redistribuciones del espacio. Por consiguiente, deben proyectarse con un mínimo de servicios empotrados. En zonas destinadas a laboratorio, debe recomendarse que todos los servicios de electricidad, agua, etc., estén montados en la superficie del tabique. Actualmente se dispone de una gran variedad de sistemas y materiales para tabiques interiores desde paredes construidas con materiales tradicionales, como

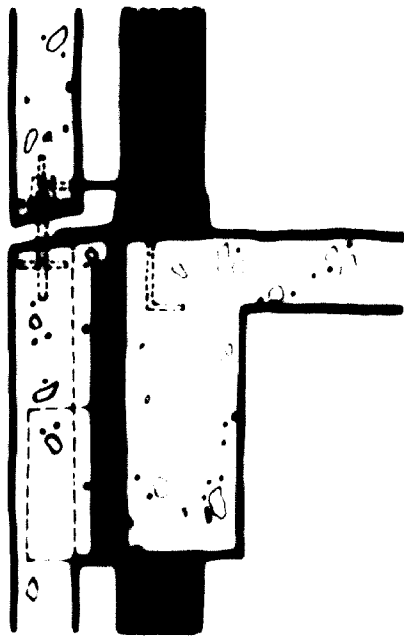


Fig. 5. Parod antilluvia

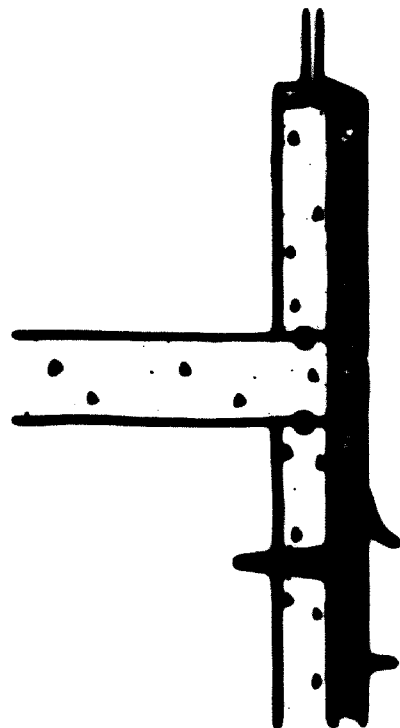


Fig. 7. Parod con capa aislante por la parte exterior

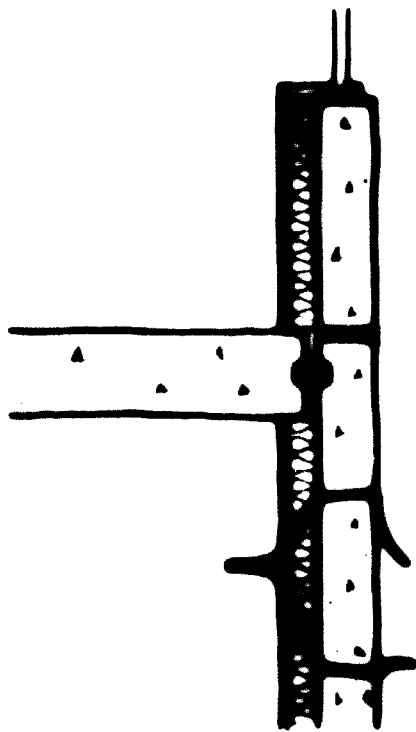


Fig. 6. Parod con capa aislante por la parte interior

madera y cemento, o bloques (Fig. 8), hasta paneles prefabricados que se pueden ensamblar y, posteriormente, desmontar con miras a una redistribucion del espacio. Para el edificio del Consejo de Investigaciones se seleccionaron bloques de hormigon o de piedra pomez de 10 cm de grueso a fin de satisfacer a un tiempo los criterios de costo y flexibilidad. Tales paredes pueden montarse y desmontarse facilmente.

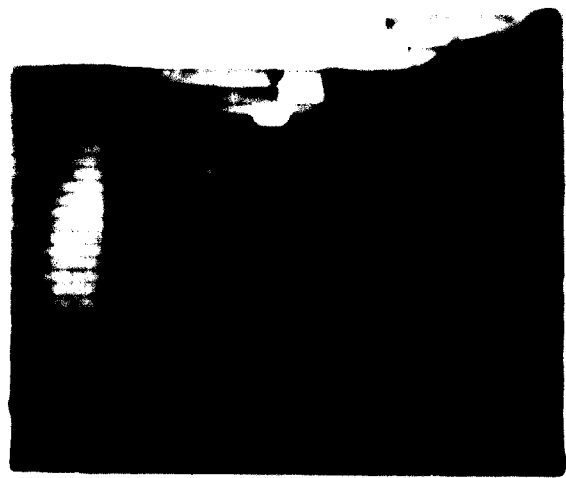


Fig. 8. Tablones interiores, edificio del Consejo de Investigaciones de Colombia Británica

Dentro de un laboratorio, puede conseguirse mucha más flexibilidad si ningún tabique interior soporta carga. Desde luego, este requisito tiene consecuencias importantes para la estructura del propio edificio. Por haberse resuelto este problema desde el primer momento, en el edificio del Consejo de Investigaciones se pudieron utilizar materiales más ligeros y sistemas de calefacción y ventilación simplificados, y se pudo asimismo controlar la futura distribución de espacio en casi todas las formas posibles, que no requieran desplazar el techo ni las vigas del cielo raso.

Techos

El techo de un edificio comparte con las muros exteriores la función de separar los ambientes interior y exterior. Debido a su posición, que suele ser horizontal, el sistema de techado debe satisfacer, por lo que respecta a la impermeabilidad y protección contra la lluvia, requisitos mucho más severos que los de los muros exteriores. Sin embargo, los correspondientes al flujo de vapor de agua y al flujo térmico son similares. Hay una gran variedad de sistemas de techado que resultan satisfactorios en diversos climas, pero si la construcción es defectuosa o si no se comprenden perfectamente los principios involucrados, todos ellos pueden resultar inadecuados.

La mayoría de los edificios destinados a laboratorio tienen techos planos ("ensambledos" tradicionales). Una variación de este sistema, el techo de doble membrana, ha resultado muy práctica en climas fríos como el del Canadá (fig. 9).



Fig. 9. Techo del edificio del Consejo de Investigaciones de Columbia Británica.

Aparte del diseño, probablemente el factor más importante para conseguir un techo adecuado con bajos costos de mantenimiento es la atención y la vigilancia durante la construcción de la membrana y la instalación y el calatazo de las culrepostas. Un techo no debe requerir un mantenimiento constante.

Ventanas y puertas

Si las ventanas y puertas que dan al exterior del edificio son de madera, pueden dar lugar a una gran variedad de problemas de mantenimiento. Los gradientes

de temperatura y de humedad a través de la membrana de madera acentúan la inestabilidad dimensional de los productos de madera y agravan los problemas que plantea el mantenimiento de acabados de superficie en presencia de gradientes variables de vapor de agua. Para conseguir un mejor mantenimiento del acabado y una mayor estabilidad dimensional, son preferibles las puertas y los marcos de ventana metálicos o revestidos de metal. Como en el interior del edificio es muy fácil barnizar, suelen utilizarse puertas de madera. Por lo general, no hay ninguna diferencia entre los ambientes situados en un lado y otro de un tabique interior y, por lo tanto, no se plantean problemas con respecto al mantenimiento de los acabados de superficie ni de la estabilidad dimensional. Debe prestarse especial atención a las puertas de habitaciones destinadas a fines especiales como cámaras climatizadas de baja temperatura o refrigeradas.

Acabados interiores y exteriores

El término "acabado" abarca no solo los materiales utilizados para las superficies expuestas a la intemperie, como empujado, ladrillos, losas de plástico y madera, sino también el tratamiento final de la superficie de dichos materiales, incluidas la pintura y la coloración. Por consiguiente, al seleccionar acabados para un edificio, debe considerarse una gran variedad de requisitos técnicos. Uno de los más importantes es seleccionar materiales y acabados teniendo en cuenta los factores de mantenimiento mínimos compatibles con un aspecto y un costo aceptables.

El mantenimiento de los acabados de superficies puede ser uno de los elementos del mantenimiento general más costosos y que más tiempo requieren. Los acabados exteriores deben seleccionarse por su duración y resistencia a los efectos del agua, el vapor de agua, la luz del sol y los cambios de temperatura. Algunos materiales, como los azulejos, el hormigón y los metales inoxidables, tienen una gran durabilidad, mientras que la madera no protegida y los materiales sintéticos como el plástico tienen muy poca (figs. 10 y 11).

Los materiales para los acabados interiores deben seleccionarse en función de las condiciones de servicio imperantes en cada zona. La calidad del acabado puede ser mejor en una zona pública o de oficinas que en laboratorios o talleres. En la construcción del edificio del Consejo de Investigaciones se utilizaron tres calidades de acabado. La mejor, con servicios empotrados y techos suspendidos, paredes de losas de yeso pintadas y paredes de madera contrachapada, fue la especificada para el ala correspondiente a biblioteca y oficina administrativa. La segunda se utilizó en los laboratorios, con todos los tabiques construidos a base de bloques de piedra pomez, servicios al aire y pintada toda la obra y las paredes de hormigón colado, columnas, vigas y techos. En la mayoría de las zonas administrativas y de laboratorio se utilizaron para el suelo losas de asbesto con revesti-



Fig. 10. Acabados exteriores en la entrada del edificio del Consejo de Investigaciones



Fig. 11. Acabados exteriores sobre la entrada del Consejo de Investigaciones

miento vertical (fig. 12). Al acabado de calidad interior se recurrió en los almacenes, talleres y zonas experimentales, donde se utilizaron bloques de cemento para los tabiques, y suelos de hormigón. Se pintaron todas las paredes y techos pero no el piso. Sin embargo, a fin de limpiar mejor el polvo, se están pintando gradualmente con una pintura epoxídica de suelos los pisos de todos los corredores y zonas de trabajo de los almacenes y talleres (fig. 13).



Fig. 12. Acabado interior, biblioteca



Fig. 13. Acabado interior, zona de despacho de productos y talleres

Los materiales para los acabados interiores deben seleccionarse no solo por su aspecto y facilidad de mantenimiento, sino también en función de factores ambientales tales como la insonorización y la reflexión de la luz. Por ejemplo, en el Consejo de Investigaciones se utilizan losas y alfombras para los pisos, en tanto que los techos y las paredes se pintan de colores vivos a fin de conseguir una buena reflexión de la luz. Con ciertos materiales de acabado, como el yeso y las iosetas para aislamiento acústico, se consigue amortiguar el sonido donde resulta necesario (fig. 14).

No debe dejarse la selección de los materiales de acabado, ya sean interiores o exteriores, para cuando la construcción del edificio esté ya bastante adelantada. Por el contrario, sus propiedades técnicas deben considerarse como elementos integrantes de los sistemas de paredes, techos y suelos en las etapas más tempranas de la proyección. De esta forma se pueden obtener, desde el primer momento y al costo más bajo, los acabados que sean más compatibles con el sistema de construcción elegido, que proporcionen un buen control del ambiente y que requieran un mínimo de mantenimiento y conservación.



Fig. 14. Acabado interior, vestíbulo

Escaleras y ascensores

Las escaleras se colocan para mayor comodidad de acceso y también como medio de salida exigido por las normas de protección contra incendios. En edificios de dos o tres pisos nada más el personal suele utilizar las escaleras para pasar de un piso a otro. Deben estar bien alumbradas y tener huellas no resbaladizas de gran durabilidad. Cuando un laboratorio ocupe más de un piso siempre es necesario disponer de equipo de transporte de un piso a otro, por ejemplo un montacargas sencillo.

Consideraciones de seguridad

Los trabajos de laboratorio relacionados con la investigación y el desarrollo industriales pueden ser peligrosos, cosa que debe tomarse en cuenta en la etapa de la construcción. El peligro más evidente es el de incendio, pero la mayoría de los códigos de la construcción prescriben medidas de protección del personal y de la estructura. Algunas zonas exigen la instalación de sistemas aspersores automáticos, para otras, hasta con tomas de agua para mangueras de tipos diversos (de armario, etc.) o con extintores portátiles. En laboratorios que utilizan productos químicos inflamables, suele haber extintores de incendio colocados a intervalos regulares por todo el local. Las zonas con mayores posibilidades de incendio, como la sala de calderas y la cámara de transformadores, deben separarse del resto del edificio mediante un muro cortafuegos.

En general puede afirmarse que el prever en la proyección de un edificio para laboratorios sistemas de protección contra todos los peligros posibles resultaría excesivamente costoso y no estaría justificado. Cuando se proyectaba el edificio del Consejo de Investigaciones, se decidió que no sería práctico tratar de adelantarse a

todos los riesgos, sino que se debía proyectar un edificio que siempre debería estar preparado para enfrentar los accidentes que pudieran ocurrir, como incendios, explosiones y terremotos. Además, con objeto de permitir que se cumpliera el objetivo de proporcionar protección adecuada a esos peligros, se hizo cumplimiento de los requisitos de los proyectos que exigían los códigos de construcción para una categoría de grado III, pero se agregaron medidas de protección para el caso de que ocurriera un accidente, como el uso de sistemas aspersores automáticos, mangueras para los extintores, etc. Para el caso de incendios, se previó una zona de trabajo específica dentro del edificio, en la cual se podían disponer y hacer los experimentos más peligrosos.

El almacenar cantidades grandes de productos químicos inflamables constituye siempre un problema, el cual se debe hacer frente mediante almacenes externos para disolventes e incombustibles, dentro del laboratorio, que solo permitan sacar de los mismos cantidades limitadas de cada disolvente para ser utilizados en una zona de trabajo determinada.

Decoración

La decoración interior y exterior de un edificio, incluida la ornamentación del terreno o jardín, puede tener gran influencia en el ambiente de trabajo creado. Esto tiene particular importancia en el caso de los laboratorios, en los cuales un ambiente favorable contribuye a fomentar la creatividad de los grupos de investigación y desarrollo (Fig. 15). La apariencia exterior del edificio puede realizarse eligiendo bien los materiales, las texturas y los colores, y estructurándolo e



Fig. 15. Ornamentación de los terrenos del Consejo de Investigaciones

paisaje de forma que la mirada sea atraída por la entrada del edificio y queden ocultos servicios tales como zonas de aparcamiento e instalaciones de despacho y recepción de mercancías. Es probable que el Consejo de Investigaciones de Columbia Británica, por estar ubicado en el "campus" de la Universidad de Columbia Británica, tuviera más oportunidades de lo corriente para adquirir un aspecto atractivo por esos medios. La ornamentación de los terrenos que se ve en las ilustraciones se llevó a cabo hace ya unos cuatro años y su eficacia en cuanto a enmarcar el edificio y ocultar zonas de aparcamiento ya es evidente (figs. 16, 17 y 18).

Fig. 16. Paisaje de la entrada del edificio.



Fig. 16. Panorama de la entrada



Fig. 17. Zona de aparcamiento disimulada

La decoración interior también constituye un factor importante para crear un buen ambiente de trabajo. Las zonas de trabajo deben ser luminosas y alegres. Sin embargo, no es necesario que los vestíbulos, los salones para el personal y las zonas públicas estén tan iluminadas, lo cual supone un cambio de ambiente dentro del edificio. La elección de la decoración interior debe hacerse teniendo en cuenta factores relativos al aspecto, como el color y la textura; factores de mantenimiento del local, como la facilidad de limpieza y la acumulación de polvo, y factores ambientales, como la reflectividad luminosa y las propiedades acústicas.



Fig. 18. Ornamentación entre paredes de edificios

Cuando se emplean materiales naturales, como ladrillos de cerámica, tanto el color como la textura son características permanentes. Para trabajos simples, esos materiales suelen ser muy económicos puesto que una vez levantada la pared, su superficie no requiere ulterior acabado.

En el Consejo de Investigaciones de Columbia Británica, se pintaron todas las superficies de ladrillos, de cerámicos y de hormigón, ante todo para limitar el polvo, pero también para dar color y mejorar la reflectividad luminosa. En las zonas de laboratorio, el color fundamental elegido para todas las paredes y techos rasos fue un tono de blanco mate, con suelo de losas de color similar que contribuiría de manera general a aumentar la luminosidad. Se interrumpió este color blanco general con una franja de color brillante y con pequeñas superficies del mismo color en cada laboratorio. Se dio a toda la carpintería y a las mesas una base verde pálido y una superficie superior de resina epoxida moldeada negra. En cada sala de laboratorio se utilizó un color diferente para las franjas y superficies brillantes a fin de dar cierta variedad al edificio. En la mayor parte del mismo, se recubrieron los pisos con losas de asbesto revestidas de vinilo de un matiz de blanco, elegido también para obtener una buena reflectividad luminosa. Se han alfombrado los suelos del salón del personal, la sala de la junta, el vestíbulo público y la zona destinada a mecanografía, a fin de crear un ambiente más silencioso y discreto.

Con respecto a la proyección de la iluminación, se decidió que la iluminación fuera de unas 50 bujías pie en las zonas de trabajo de los laboratorios, en las cuales se emplearon tubos fluorescentes de un blanco cálido que daban una luz suave y un color "natural". Los niveles de iluminación de los corredores y de las zonas que no eran de trabajo eran muy inferiores y las paredes de ladrillo de esas zonas creaban una atmósfera suave y cálida que contrastaba con la de las zonas de trabajo, más brillantes. También se consideró que este cambio de ambiente en la decoración del edificio era un rasgo importante y deseable para evitar la monotonía.

Caso 2: El Centro Nacional de Metrología del Brasil

por Fabio Becker y Luiz Eduardo Indio da Costa

La metrología es una de las herramientas fundamentales que precisa todo país que esté esforzándose por aprovechar al máximo sus posibilidades de desarrollo. Uno de ellos es el Brasil, que sigue disfrutando de una de las tasas de desarrollo más elevadas del mundo y cuyo producto nacional bruto (PNB) ha experimentado un crecimiento anual del 9.3, 9.5, 11.3, 10.4 y 11.4% respectivamente, para los años de 1968 a 1973.

La actual fase del desarrollo del Brasil se caracteriza por un aumento considerable de la demanda de ciencia y tecnología. Resulta, pues, lógico que en las presentes circunstancias el país considere bastante urgente la creación de una capacidad metroológica adecuada para uniformar las normas y medidas, velar por el cumplimiento de los requisitos legales de calibración, consolidar la base de la investigación científica y ampliar la zona de influencia de la tecnología. Todo esto requiere una acción y una vigilancia continuas y eficaces que permitan aprovechar todas las oportunidades de contribuir al desarrollo de la ciencia, la tecnología, la industria y el comercio.

La metrología está implícita en todas las actividades humanas. No se limita al control de pesos y medidas, sino que se extiende a cuestiones relacionadas con el mercado, con el desarrollo y con la calidad de los productos. La metrología está íntimamente relacionada con la normalización y con el control y la certificación de la calidad, siendo casi imposible determinar donde empieza una cosa y termina otra. Y precisamente en este contexto, el Instituto Nacional de Pesos y Medidas (INPM) del Ministerio de Industria y Comercio, estimando que el ritmo de desarrollo del Brasil había adquirido un dinamismo característico de los países desarrollados, decidió ampliar y modernizar sus instalaciones y laboratorios y adoptar medidas para contratar personal lo suficientemente calificado para poder atender a sus nuevas responsabilidades en la esfera de la normalización y del control de la calidad de los productos industriales.

Los autores son consultores del Departamento Gubernamental Serviços de Planejamento S.A. en Rio de Janeiro (Brasil). Su artículo fue publicado en un principio como documento de la ONUDI con signatura ID/WG.1/11/R.

De conformidad con la legislación brasileña sobre procedimientos de licitación pública, se convocó un contrato a Serviços de Planejamento S.A. para que efectuara los estudios y preparativos necesarios para la creación de un nuevo centro nacional de metrología. Su habilito para este fin un terreno de 1.8 millones de metros cuadrados, situado a 23 kilómetros de Rio de Janeiro.

En cumplimiento de un meso se dio fin a los estudios y a la forma del proyecto y se preparó un proyecto de ley para la creación de una entidad pública, *autarquia*. Esta ley, que dotaba al futuro centro de autonomía financiera y de flexibilidad administrativa, fue posteriormente aprobada por el Congreso.

El establecimiento de un centro de metrología es un problema difícil para el Gobierno de cualquier país en desarrollo. Las dificultades no obedecen sólo a la circunstancia de que el centro tendrá que funcionar a escala nacional, sino también a la magnitud de una empresa que requiere el establecimiento de laboratorios centrales y regionales, bien equipados en lo que respecta a instalaciones técnicas y científicas y dotados de un personal muy calificado, cuya preparación y capacitación exigen un alto nivel de inversión. El capital tanto mucho en rendir beneficios, y los costos operativos y de mantenimiento son elevados, sin que existan excedentes compensatorios en los ingresos que permitan amortizar las inversiones dentro de plazos tradicionales. Una buena parte de los beneficios que reporta el capital invertido son indirectos y de difícil identificación. Otro factor importante que ha de considerarse es que, en los países que se encuentran en una fase de cambio tecnológico acelerado, las actividades industriales se intensifican de día en día y, por consiguiente, el ritmo de crecimiento que ha de imponerse a los laboratorios para que no se queden a la zaga de las innovaciones exige una tasa de expansión constante que resulta incompatible con la orientación lucrativa de las empresas de esta índole en el sector privado. Por último, y este es un rasgo que bien merece señalarse, un centro de metrología como el que se pretende establecer en el Brasil sobrepasa ampliamente la función tradicional de la metrología legal; se concentra en actividades de investigación y desarrollo tecnológico y en la coordinación de la

normalización de unidades industriales. Estas actividades se llevaron a cabo no solo con respecto a productos destinados al mercado interno sino también a productos destinados a mercados internacionales en los que impera una honda competencia.

Planificación

La planificación de un centro nacional de metrología plantea dificultades a los países en desarrollo no solo por la multiplicidad de los aspectos que han de considerarse, algunos de los cuales son totalmente nuevos, sino también por la necesidad de absorber y evaluar todas las facetas del progreso técnico y científico. Se tropieza con los mismos tipos de dificultades cuando se preparan los planos y trazados arquitectónicos para las diversas opciones y enfoques a que da lugar la diversidad de servicios y funciones de los laboratorios, sobre todo cuando se pretende dotar a la totalidad de los edificios de cierta unidad de estilo y de homogeneidad estética, sin menoscabo de la autonomía operacional de las distintas partes.

Toda planificación, por buena que sea, se habrá quedado inevitablemente anticuada antes de que se la haya puesto en práctica, es menester un cambio y una adaptación constantes para no quedarse atrás de las nuevas condiciones que va creando el progreso científico, técnico, económico, social y político. La planificación debe basarse en necesidades presentes, al tiempo que prevé los cambios probables en un futuro próximo, y ha de caracterizarse por una flexibilidad que le permita hacer frente a las necesidades de personal en constante evolución. Por estas razones, tan poco lógico sería crear un centro de metrología copiando a los que ya existen en los países más desarrollados, como darse por satisfechos con un centro de lo más rudimentario.

Para llegar a soluciones compatibles con la situación de la economía y la cultura nacionales, han de tenerse en cuenta durante el proceso de planificación aquellos factores fundamentales que intervienen en el desarrollo del país de que se trate.

Esta muy generalizada la opinión de que basta con observar el funcionamiento de los centros de metrología de los países más adelantados para recoger datos suficientes para la preparación de un proyecto que se pueda adaptar a las circunstancias de otro país. Sin embargo, la experiencia adquirida con el proyecto brasileño no confirma este punto de vista.

No existen criterios uniformes para la planificación y proyección de centros de metrología. En muchos casos, los centros más modernos poseen rasgos que son muy avanzados desde algunos puntos de vista, y tradicionales e incluso anticuados desde otros. Estas instituciones se establecieron, en gran parte, de acuerdo con el nivel de desarrollo industrial alcanzado por el país y en razón de su disponibilidad de personal altamente especializado en ciertos sectores. En aquellos países en

los que los laboratorios no están a la altura de las normas comúnmente aceptadas, la falta de tradiciones arraigadas facilita de hecho la aplicación inmediata de las soluciones más avanzadas a los problemas de expansión y de modernización.

Metodología

Al planificar un centro nacional de metrología para el Brasil, se juzgó conveniente agrupar todos los aspectos que se habían de estudiar en tres sectores bien diferenciados, cada uno de ellos bajo el control de un alto funcionario. Estos altos funcionarios trabajaron bajo la supervisión de un coordinador general, a cuyo cargo corría la realización del proyecto. Los tres sectores fueron:

- A. Jurídico, institucional y económico-financiero
- B. Científico y tecnológico
- C. Ingeniería y arquitectura

Esta estructura permitía la adopción de medidas paralelas y reducía, por consiguiente, a un mínimo la dependencia de cada sector de los insumos de los otros dos. Los insumos se canalizaron por intermedio del coordinador general. En las reuniones organizadas con el contratista para el examen de asuntos sectoriales, el coordinador general estuvo acompañado, si el asunto a tratar lo pedía, por miembros del equipo del sector interesado.

La integración global de los estudios se obtuvo mediante sucesivas aproximaciones y adiciones, hasta que se llegó a la fase final de síntesis y de formulación de propuestas.

Para abreviar los trámites y para facilitar el examen de los resultados por el contratista, se le fueron presentando informes parciales de cada sector a medida que iban siendo completados.

La metodología seguida para la ejecución del proyecto se distinguió inicialmente por los estudios efectuados por cada sector. Cuando los del sector B llegaron a la fase de las conclusiones, el sector C suministró los elementos necesarios para los planes preliminares de ingeniería y arquitectónicos. Se analizaron y criticaron conjuntamente por los tres sectores los planes preliminares de urbanización y los primeros dibujos arquitectónicos, con lo que se consiguió ejecutar los proyectos de acuerdo con las normas y presupuestos de cada sector.

Sector A

El objetivo esencial del sector A fue maximizar la capacidad funcional del centro de metrología para que pudiera satisfacer las exigencias técnicas resultantes del desarrollo del país. Este objetivo obligó a efectuar, en

primer lugar, un análisis de toda la legislación conexas, incluida su base constitucional y las consecuencias jurídicas y reglamentarias que pudieran derivarse de ella. Simultáneamente, la investigación de las necesidades nacionales de servicios de metrología permitió perfilar la posible demanda de los mismos que, considerada conjuntamente con los estudios del sector B, indicó la configuración futura de los laboratorios, siempre y cuando los datos obtenidos no solo se refirieran al tipo de demanda previsible sino que permitiesen también evaluar su volumen.

Hegado el caso de que se juzgara oportuno reestructurar y modernizar el órgano metroológico, o crear uno nuevo, le habría correspondido al sector A la responsabilidad de proponer las directrices necesarias para el establecimiento de una política metroológica nacional. La inclusión en el estudio de cuestiones relativas a normalización, certificación y control de la calidad revistió la máxima importancia.

El sector A concluyó su labor efectuando estudios sobre el establecimiento de centros especiales para la recolección de datos, el aprovechamiento de los recursos humanos y la difusión de la información metroológica, y formulando un programa económico-financiero para el centro.

Los estudios aportaron datos auxiliares que inclinaron al Gobierno a apropiar la creación de un nuevo organismo federal, el Instituto Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial (INMETRO) y la del Consejo Nacional de Metrología, Normalización y Calidad Industrial (CONMETRO) dentro del Ministerio de Industria y Comercio.

Sector B

En la mayoría de los países, los centros de metrología se constituyen añadiendo segmentos sucesivos. Sin embargo, en el Brasil fue imprescindible efectuar en muy poco tiempo la planificación íntegra de un centro nacional de metrología completo.

Uno de los objetivos principales del proyecto fue seleccionar y formular especificaciones para los laboratorios, y clasificarlas en las categorías de a corto, a medio o a largo plazo, de acuerdo con las necesidades impuestas por el ritmo del desarrollo nacional científico, tecnológico e industrial. (Un centro metroológico moderno y eficaz estimulará por su mera existencia una mayor demanda de servicios esenciales para el desarrollo científico y técnico del país.)

Se suponía implícitamente que no sería posible reducir la multiplicidad de opciones o soluciones viables a una sola disyuntiva básica. Este planteamiento contradecía, sin embargo, la idea inicial. El ejemplo de los laboratorios metroológicos en el extranjero era claro e informativo a este respecto. Aunque no pudiera atribuirse el máximo grado de perfección a ninguno de ellos y aunque poseían estructuras diferentes, todos

funcionaban bien. Así, pues, la experiencia de otros países tuvo en cuenta medida un laboratorio por hora de seleccionar los tipos de laboratorio más apropiados para el Brasil.

Por una parte, la selección de los métodos científicos fue definida clara y precisa de una serie de métodos científicos que serían de guía y permitirían la evolución de la demanda aparente y potencial de servicios metroológicos a corto, medio y largo plazo.

Puesto que no era obligatorio adherirse a un esquema rígido en el desarrollo del proyecto, como había decidido proceder, en principio, a una planificación global que satisficiera las necesidades de la diversificación regional del Brasil, fue posible adoptar criterios generales y flexibles para la organización de los laboratorios por sectores, definidos según un criterio de homogeneidad basado en la técnica que debería utilizarse o en el tipo predominantemente de commodities científicos necesarios.

Las relaciones entre los distintos laboratorios, es decir, la determinación de los laboratorios que tenían intereses y necesidades comunes, por ejemplo en materia de equipo, fue otro criterio muy importante. Su aplicación supuso un esfuerzo por inducir a un uso racional de capital y por determinar que laboratorios debían estar separados de los otros por razones técnicas.

El sector B estuvo también encargado de determinar cuáles serían los objetivos, funciones y servicios, los métodos de control de la contaminación, necesidades de personal y demás requisitos previos para el funcionamiento de cada laboratorio, inclusive los métodos de medida y las técnicas y el equipo especializado que se necesitarían.

Sector C

La elección del emplazamiento de los laboratorios, la demarcación de zonas, el estudio de las condiciones geológicas y climáticas y de la disponibilidad de servicios de abastecimiento de agua, drenaje y alcantarillado corrieron a cargo del grupo de ingeniería del sector C.

En el estudio de urbanización se efectuó una identificación preliminar de aquellos grupos de actividades que, por sus características, suponían requisitos específicos de ubicación y espacio, prestandose particular atención a los sectores de acceso, auxiliares y de laboratorio.

Mediante la ornamentación del terreno, se intentó dar al centro el ambiente y la calidad de un "campus" universitario, con lo que se pretendía mejorar el bienestar y por consiguiente el rendimiento del personal del centro.

La aplicación del principio modular al diseño arquitectónico del centro confirió a los laboratorios unas condiciones operacionales óptimas y se tradujo en una

reducción de la inversión total de capital. Se adoptaron dos módulos normalizados uno para laboratorios eléctricos y termicos y otro para los de mecánica y óptica.

El sector C organizó sus trabajos del modo siguiente:

Estudio general de la zona en que había de establecerse el centro.

Reunión de datos para los estudios de ingeniería (topografía, suelos, agua, drenaje, sistema de alcantarillado, energía eléctrica, ruido y vibraciones).

Complementariedad con el entorno existente.

Visita de laboratorios nacionales y extranjeros tanto en funcionamiento como en construcción y formulación de observaciones técnicas al respecto.

Primer análisis de los estudios y conclusiones de los sectores A y B.

Preparación del programa básico de urbanización y construcción.

Preparación del primer proyecto de urbanización.

Preparación de los dibujos iniciales de los proyectos arquitectónicos para los laboratorios.

Preparación de un proyecto revisado de urbanización.

Examen de los informes parciales del sector B.

Consultas con expertos nacionales sobre cuestiones de ingeniería especializada (climatización, comunicaciones, medidas de protección contra incendios, alumbrado).

Preparación de dibujos arquitectónicos de los edificios que habían de albergar actividades auxiliares y laboratorios.

Preparación de planes de urbanización y ornamentación del terreno.

Evaluación de costos.

Preparación de especificaciones y normas técnicas para la ejecución del proyecto.

Realización de los proyectos de ingeniería, arquitectónicos y de urbanización.

Preparación de presupuestos.

La ilustración de la pág. 37 muestra las fases sucesivas en que se condensó el proceso de planificación global del centro nacional de metrología.

Empleo de *know bow* extranjero

El INPM decidió seleccionar a los consultores por medio de un procedimiento de licitación pública en el que podrían participar empresas extranjeras en consorcio con empresas nacionales. Con este enfoque se pretendía

abrir un cauce a la participación de la experiencia extranjera para resolver el problema, habiéndose reconocido la dificultad de llevar a cabo el proyecto sin más elementos que los recursos limitados del INPM y dada la inexperience de las empresas nacionales. Tras un estudio preliminar de sus funciones, Servicios de Planeamiento S.V. formuló una hipótesis de trabajo inicial sobre la que se basaría la estructura de todo el proyecto. El problema giraba en torno a la identificación del procedimiento más adecuado para conseguir *know bow* especializado del extranjero. La hipótesis de establecer un consorcio con empresas extranjeras tenía un gran inconveniente: las circunstancias del Brasil no se prestaban a los métodos y soluciones que acostumbraban a adoptar dichas empresas en sus países de origen. Además, el Brasil poseía ya *know bow* avanzado en cuestiones de ingeniería y de arquitectura y deseaba utilizarlo como base del proyecto.

Se resolvió el problema invitando a que participasen, a título individual, científicos y técnicos extranjeros especializados en actividades metrologías. Estos especialistas extranjeros trabajaron en colaboración con personal homólogo brasileño. De este modo, se evitaron los inconvenientes (tanto tecnológicos como económicos) de una simple incorporación de experiencia extranjera.

La combinación de la experiencia internacional con la competencia indiscutible de los consultores extranjeros, la participación activa de técnicos brasileños y los datos auxiliares derivados del estudio de laboratorios nacionales y extranjeros garantizó la objetividad del enfoque global que le fue dado al proyecto.

Recursos humanos

Entre los factores más importantes del establecimiento de un centro nacional de metrología en un país en desarrollo hay que citar la preparación, contratación y capacitación del personal.

En 1972, debido al pequeño número de expertos de que se disponía por aquel entonces, el INPM puso en marcha un proyecto destinado a formar una reserva eficaz de recursos humanos. La razón principal de la escasez de personal residía en el bajo nivel de los sueldos vigentes en los servicios públicos. El proyecto de capacitación consistió en un curso de metrología, de 12 meses de duración, seguido de un periodo de capacitación práctica en un laboratorio de metrología en el extranjero, de igual duración. El INPM recibió ofertas de becas a este respecto de la ONUDI, de la República Federal de Alemania y de Francia.

Se ofreció capacitación especializada a los siguientes niveles:

Nivel superior (licenciatura y doctorado).

Nivel universitario (con cursos especiales de metrología para estudiantes de ingeniería, ciencias físicas y ciencias químicas).

Nivel medio capacitación en metrología legal y aplicada.

Nivel auxiliar capacitación en metrología y calibración, sobre todo para trabajos en fábrica.

La selección de candidatos para los cursos de niveles superior y universitario se llevó a cabo entre alumnos que acababan de terminar sus estudios universitarios. La selección para los cursos de niveles medio y auxiliar se hizo entre alumnos de enseñanza secundaria y otras personas. También se tuvo en cuenta a candidatos procedentes de empresas interesadas en la capacitación y el perfeccionamiento de su personal técnico.

Una entidad universitaria, la Coordinación de Programas para Postgraduados en Ingeniería de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, se ofreció a expedir un certificado académico legalmente reconocido a los becarios que completasen estos cursos especializados.

Se está llevando actualmente a cabo la capacitación de personal administrativo y de oficina. Esta política de educar y de capacitar personal a diversos niveles y en diversas esferas de la metrología guarda estrecha relación con el esfuerzo nacional en curso en favor del desarrollo científico y tecnológico.

Para promover el intercambio de científicos, se tiene previsto pedir la colaboración de especialistas extranjeros, establecer contactos con instituciones de metrología internacionales, y enviar especialistas brasileños a otros países para que trabajen en régimen de pasantes o colaboren en programas equivalentes a los que se llevan a cabo en el Brasil.

Estudio de mercado de los servicios de metrología aplicada

El elemento más dinámico que se observa en el diagnóstico de los problemas que en materia de metrología tiene planteados el Brasil es la magnitud de la demanda de servicios metroológicos por parte de industrias que utilizan tecnología de alto nivel. En el pasado, podía considerarse la indiferencia, e incluso la oposición, de los hombres de negocios a las innovaciones que implicasen costos y controles como una resistencia a la modernización industrial. Se consideró, por ello, aconsejable identificar la actitud del grupo más representativo de empresarios (empresas bajo control estatal, empresas privadas con una participación preponderante de capital extranjero y empresas privadas nacionales), ante esta nueva fase en la que había entrado el sistema de pesas y medidas.

Se consideró que la firmeza en la aplicación de la metrología fundamental (vinculada a las inversiones de capitales en el centro) debería relacionarse y complementarse, en cierta medida, con la corriente de demanda concreta de calibración de alto nivel, y no sólo con las prácticas de calibración elemental de índole fiscal.

Por consiguiente, se preparó y llevó a cabo una encuesta sobre el terreno destinada a determinar la primera reacción de cientos de empresarios y tecnólogos ante la idea del suministro sistemático de servicios en este sector.

Estos estudios de mercado perseguirán asimismo las siguientes finalidades:

a) Definir las estructuras sectoriales de la demanda industrial y de otras demandas relacionadas.

b) Definir el alcance cualitativo de los servicios que habrán de prestarse, mediante la especificación de los diversos tipos de servicios y de los diversos tipos de equipo susceptible de calibración.

c) Recoger datos técnicos y económicos sobre empresas clientes, con miras a correlacionarlos con la demanda metroológica.

d) Evaluar, en la medida de lo posible, la demanda en cada sector industrial, de servicios que pudieran justificar la selección y el dimensionamiento de los laboratorios técnicos y científicos integrantes del futuro centro nacional de metrología.

Simultáneamente al estudio de mercado, que abarcó unas 600 empresas industriales, se entablaron contactos obisposos con multitud de científicos, profesores y funcionarios públicos activos en la esfera de la tecnología. Todos ellos dieron su parecer y formularon sugerencias respecto a la puesta en práctica de una política de desarrollo tecnológico en las esferas de la metrología, de la calidad industrial y de la normalización. Los resultados de esta labor han confirmado la validez del plan de acción inicial.

Por la índole embrionaria de la iniciativa oficial, y pese a la falta de contacto entre las fuentes de oferta y de demanda, fue posible identificar los principales tipos de servicios requeridos, la frecuencia de calibración (resultante en un gran número de casos de la propia tecnología) y el gran interés de los posibles clientes en la formalización del nuevo mercado. Además, se descubrieron muchos casos de plantas que mantenían instalaciones onerosas de calibración de instrumentos o, peor aún, que se veían obligadas a pagar los servicios de calibración en los propios países productores del equipo que empleaban.

Sin embargo, el resultado principal del estudio de mercado fue la inscripción técnica de los elementos que generaban demanda, es decir, de los propios instrumentos, sujetos a normas de calibración periódica.

Se actualizará de modo continuo este registro mediante contactos directos y sistemáticos con cada una de las empresas industriales seleccionadas.

Costos y proyecciones

En números redondos y con carácter provisional, puede resumirse el proyecto brasileño como sigue:

	Miles de metros cuadrados	Miliones de dólares de los E. U. U.	Personas
Área total	1 000		
Área a urbanizar	700		
Área edificada	62		
Zonas de laboratorios	15		
Inversión prevista			
Trabajos de construcción		16	
Equipo e instrumentos		10	
Varios		1	
Personal previsto para la primera fase			1 000
Técnicos y científicos			150
Otras categorías			850

Las actividades se dividen entre los siguientes sectores: metrología fundamental (o científica), metrología legal, metrología aplicada (o industrial), normalización.

Metrología fundamental. La aprobación de los programas y la evaluación de los fondos necesarias corren a cargo del Gobierno. Los costos se financian con cargo al presupuesto nacional y el Gobierno es el cliente.

Metrología legal. Los clientes son aquellas empresas que han de someter a calibración y control su equipo o sus productos y que han de pagar un precio por estos servicios. Se espera obtener beneficios considerables de este sector.

Metrología aplicada. La demanda, ya sea voluntaria o espontánea, de este tipo de servicios metrologicos recibe estímulo de la aplicación de políticas de incentivos para la promoción del desarrollo tecnológico. Una parte importante de estos servicios la prestan otros laboratorios autorizados.

Normalización. Aunque de escasa importancia en cuanto a su costo, la normalización desempeña un función importante en el que satisface la demanda de una multitud de sectores de la economía industrial, en ausencia del apoyo gubernamental.

Estos sectores corresponden a distintos tipos de actividad y a procedimientos especiales al fin de proporcionar información y satisfacción de la respectiva demanda. La demanda puede considerarse como la meta de la actividad, una necesidad o de un requisito institucional. Por analogía, nos es útil especificar algunos sectores responsables. En estos se los han tomado directos. Las decisiones que implican opciones respecto al empleo de los recursos humanos y materiales de la infraestructura.

Estructura empresarial

Una medida que se considera esencial para la adopción de un modelo económico empresarial para una entidad. La razón de esta decisión fue la necesidad de garantizar unidades directas e indirectas de los recursos invertidos en el sector, junto con la clarificación de la estructura legal y administrativa adoptada.

Dentro del esquema operacional de la institución es preciso registrar y controlar los costos de todas las actividades o proyectos de cada sector y determinar periódicamente los ingresos comerciales y los presupuestos de costos, para que se puedan ver las transferencias internas de saldos con las que se cubren los saldos deficitarios. Siempre se dispondrá de una fuente de fondos en forma de recursos públicos o de excedentes de otras actividades, para cubrir un capítulo de costos determinado, con lo que se desvirtúa la aplicación del criterio de que no debe efectuarse tarea alguna sin el previo pago de los costos que vaya a ocasionar.

Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales se publica en tres idiomas: español, francés e inglés. Los lectores de África y Europa que deseen abonarse deben escribir a:

United Nations Publications
Palais des Nations
CH-1211 Ginebra 10
Suiza

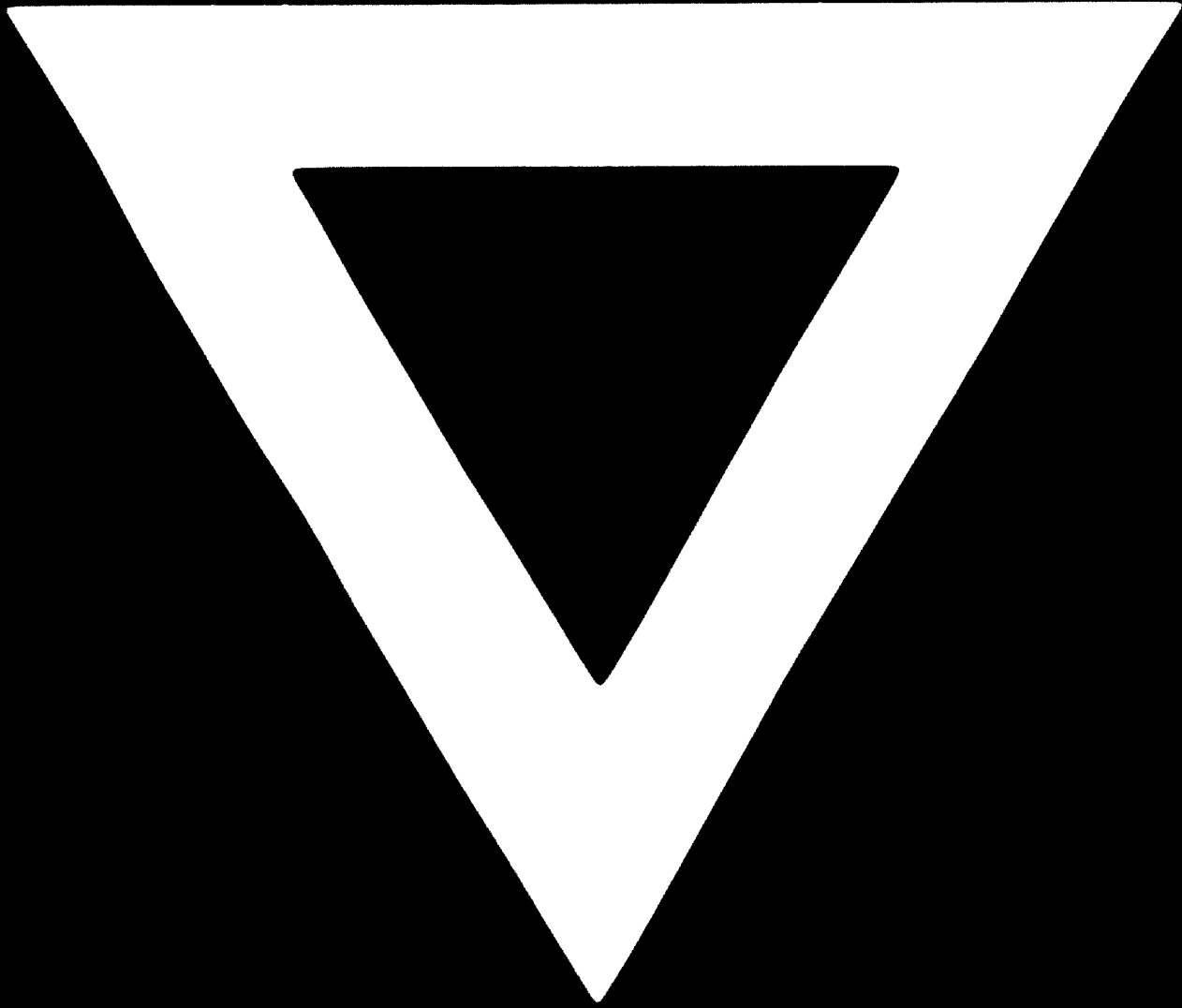
Los lectores de otras partes del mundo deben enviar sus pedidos a:

United Nations Publications
LX 2300
Nueva York 10017, Nueva York
Estados Unidos de América

Los artículos que se presenten con miras a su publicación, las observaciones sobre el material publicado y las sugerencias de futuros temas, deben enviarse a:

**Redactor jefe de
Noticias sobre Investigación y Desarrollo Industriales**

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
Apartado de Correos 707
A-1011 Viena
Austria



76.07.01