

Introducción a la ERGONOMIA

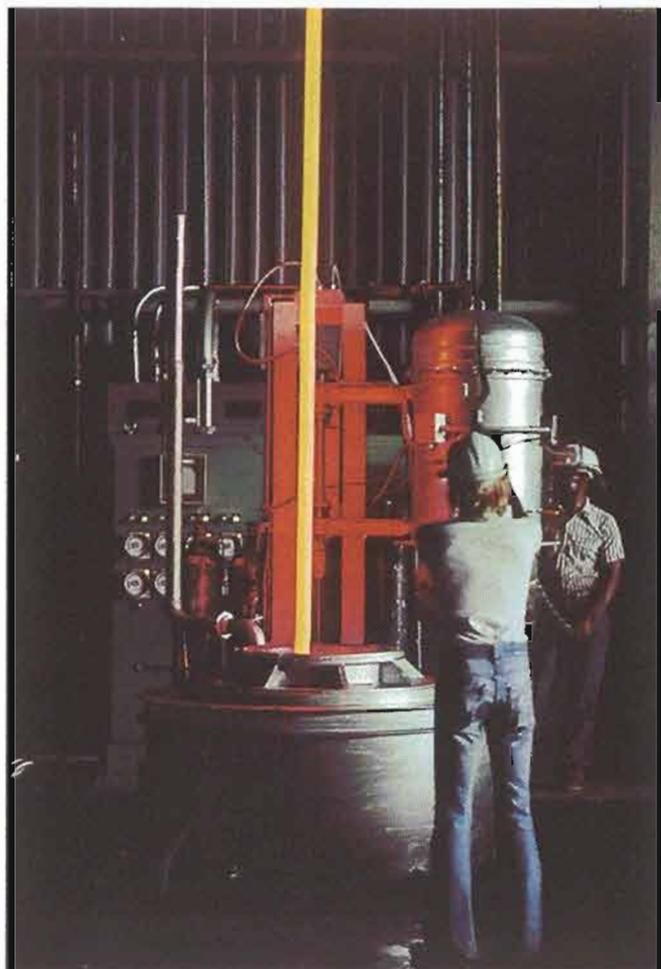
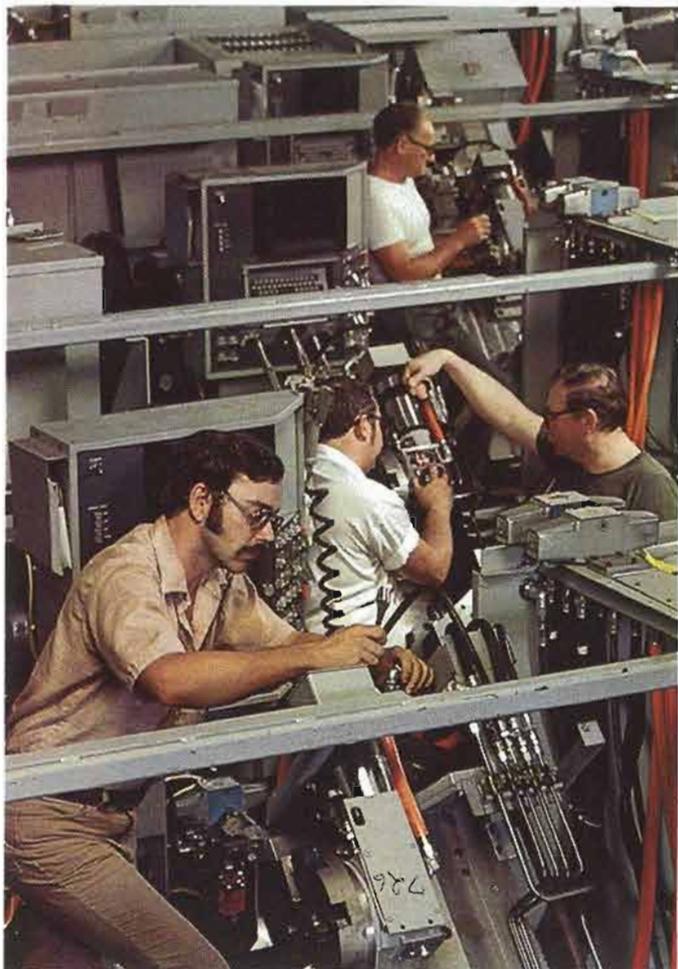
La ergonomía no debe considerarse en sí misma como una disciplina académica abstracta sino como un intento de resolver los problemas prácticos, utilizando de las distintas ramas de la ciencia todo aquello que en cada momento sea necesario, es, pues, un método de estudio o de trabajo, necesariamente multidisciplinario.

Su nacimiento como tal método sistemático ocurrió en los Estados Unidos de Norteamérica a comienzos de la Segunda Guerra Mundial. En efecto, la necesidad de formar pilotos con gran rapidez, demostró que con los diseños vigentes en las cabinas de mando de los aviones, el número de errores que se producía al disminuir el tiempo de entrenamiento era extraordinariamente alto y se debían tanto a los confusos sistemas de lectura de los distintos instrumentos, a la saturación de las vías de percepción de los usua-

rios, que prácticamente no utilizaban nada más que los sentidos de la vista y el oído, al aumento de fatiga muscular por mal diseño de los asientos en relación con los paneles de instrumentos, la no concepción antropométrica standard de los puestos de mando que condicionaba éstos a determinadas estaturas, etcétera. Las soluciones rápidas adoptadas por los equipos de trabajo compuestos por anatómicos, fisiólogos, psicólogos e ingenieros, redujeron los problemas de forma importante y son el origen de esta metodología que en EE. UU. se denomina "Human Engineering" y cuyo desarrollo posterior ha seguido muy

Drs. JOSE TORRES HUERTAS
ALEJANDRO EVLAMPIEV ORTIZ
*Servicios Médicos de la Sociedad
Minero Metalúrgica Peñarroya*

ligado a la industria de armamento y a la tecnología espacial, de tal forma que la mayoría de los trabajos, estudios, tablas, etcétera, provienen de los equipos ergonómicos de los fabricantes de aviones y de la NASA de donde han pasado a las aplicaciones industriales, tanto en el diseño de puestos de trabajo, como de las máquinas o instrumentos de la denominada sociedad de consumo. En Europa, la ergonomía que modestamente empezó a primeros del



La ergonomía es un método de trabajo que estudia el sistema hombre-máquina desde todas las perspectivas posibles y cuyo fin es lograr el óptimo funcionamiento de dicho sistema. El resultado es conseguir que las condiciones de trabajo del hombre sean las más satisfactorias con vistas a prevenir su salud, su integridad física y su fatiga, lo que implica necesariamente la disminución de errores o resultados no deseados del sistema.

siglo XX a partir de los estudios de los fisiólogos del trabajo, nace como tal método de estudio en Inglaterra a finales de los cuarenta cuando se crea la Ergonomic Research Society; tanto su desarrollo como sus aplicaciones han estado siempre más relacionadas con el estudio de los puestos de trabajo y con el diseño industrial, en particular con la industria del automóvil. La ergonomía europea se diferencia conceptualmente de la norteamericana en que la primera se preocupa más de los temas relacionados con la fatiga del hombre ocupante del puesto de trabajo y de todas las causas propias del puesto y del entorno que puedan incre-

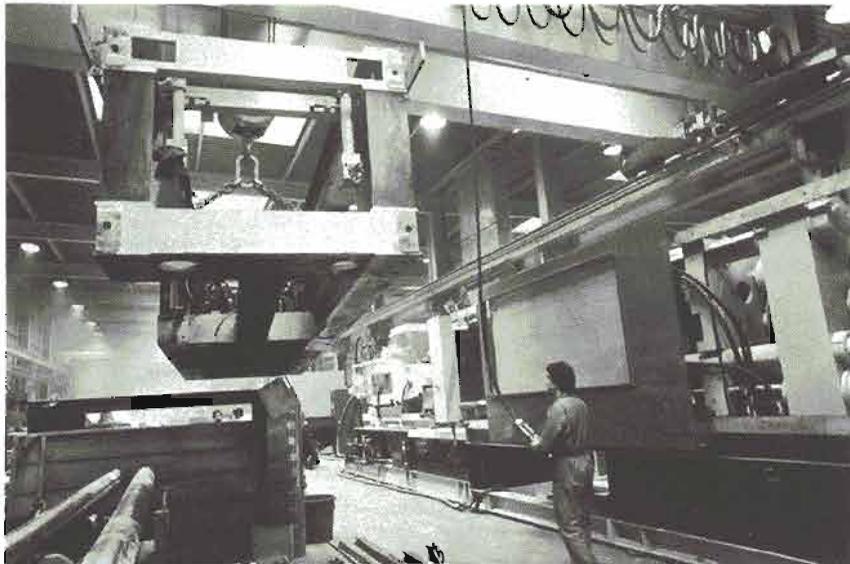
mentar ésta, mientras que la norteamericana busca conceptualmente el óptimo funcionamiento de un sistema y esto le obliga a disminuir la fatiga del hombre como causa de error. Se sobreentiende que estas diferencias son más teóricas que reales y en definitiva es indudable la influencia de la ergonomía norteamericana en todo el mundo occidental puesto que forma la avanzada científica y tecnológica del mismo.

Sistemas hombre-máquina

En la mayor parte de los puestos de trabajo actuales ocupados por el hom-

bre, el papel de éste es el de controlar a una o varias máquinas, el desarrollo de los métodos productivos ha dado la razón al fisiólogo inglés May Smith cuando en los años veinte decía "No use el hombre como un caballo, pues sólo tiene una capacidad de 0,2 C. V. en un trabajo continuo". El hombre es un procesador de información y como tal analiza e integra los estímulos sensoriales que recibe y ejecuta con sus manos y pies una respuesta que multiplicada por el factor de potencia que corresponda, operan sobre el proceso. Todavía es válido el esquema de A. Chapanis (1965) que presentamos en la fig. 1, en donde se muestra el sistema hombre-máquina y el medio ambiente en el que está inmerso.

Para conseguir un óptimo rendimiento del sistema, hemos de controlar el propio sistema y analizar las fuentes de error (estímulos sensoriales adecuados, máxima capacidad de per-



La Ergonomía europea se diferencia de la norteamericana en que la primera se preocupa más de los temas relacionados con la fatiga del hombre y de las causas que puedan incrementarla. La norteamericana busca el óptimo funcionamiento del sistema, lo que obliga a disminuir la fatiga como causa de error.

cepción, naturaleza de los datos a analizar, diseño de los controles, importancia de los errores, etcétera). El estudio de todos estos problemas corresponde a lo que los norteamericanos denominan "human engineering" y a las modernas disciplinas de antropometría, biomecánica, cibernética, diseño industrial, métodos de trabajo, etcétera. El conjunto de los agentes físicos y químicos que rodean al sistema, es objeto de estudios de higienistas industriales y médicos, que actualmente denominamos ergonomía ambiental.

Un tema muy debatido, elemento básico de un diseño industrial, es la clásica pregunta: ¿hombre o máquina?, es decir, qué partes del proceso pueden ser controladas por las máquinas y en cuáles el control corresponde al hombre. La solución a esta pregunta depende del proceso a controlar y se basa en el conocimiento de las ventajas relativas de cada uno. En la tabla I tomada de Woodson, W. E. (1964) resumimos la comparación entre ambas posibilidades.

La adopción de la máquina como controlador del proceso no elimina el estudio previo del diseño, en tanto en cuanto se respeten los criterios de utilización y mantenimiento de estas máquinas.

Carácter multidisciplinario de la ergonomía

La ergonomía utiliza en sus aplicaciones de otras muchas ciencias en una proporción relativa en función de cada caso particular. Las materias más

importantes en las que se basa se encuentran reflejadas en el diagrama de la fig. 2.

El estudio de un puesto de trabajo o el diseño de una máquina requiere un anteproyecto previo, en el que se consideran todas las fases del mismo que a veces incluyen modelos a escala y prototipos. El esquema parece ser muy complicado y en la tabla siguiente

(tabla II) hemos resumido una lista de verificaciones.

Diseño de máquinas

La primera aplicación de la ergonomía es la del diseño de los puestos de trabajo en que el hombre se constituye en el centro del diseño. A este respecto es útil recordar algunas reglas prácticas.

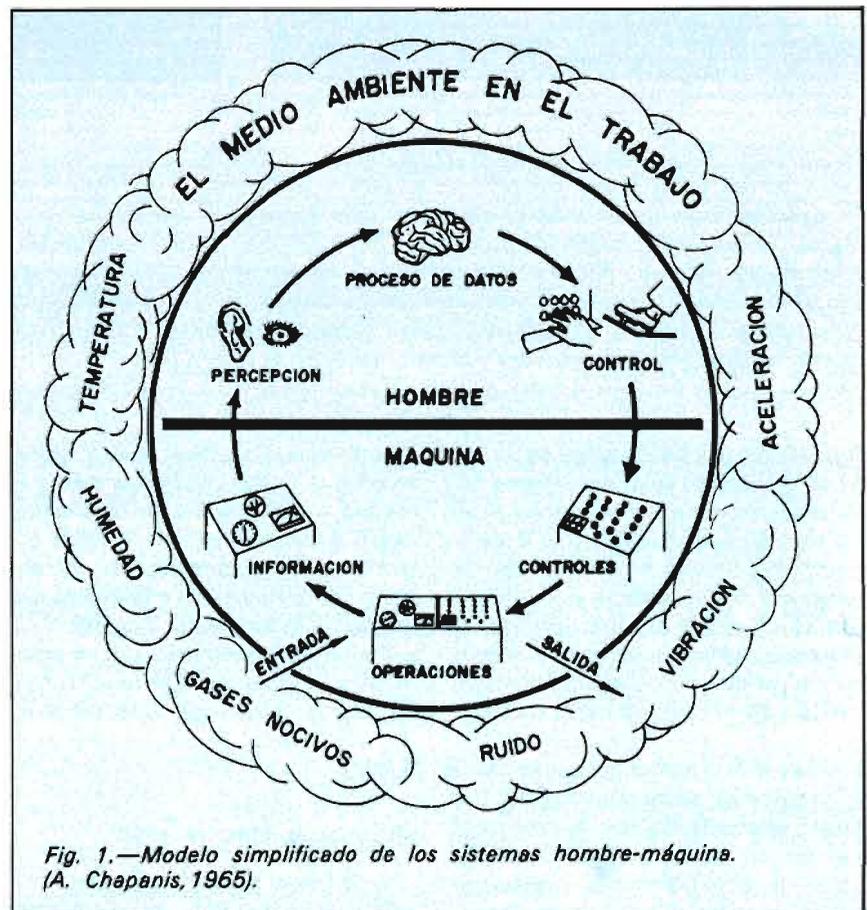
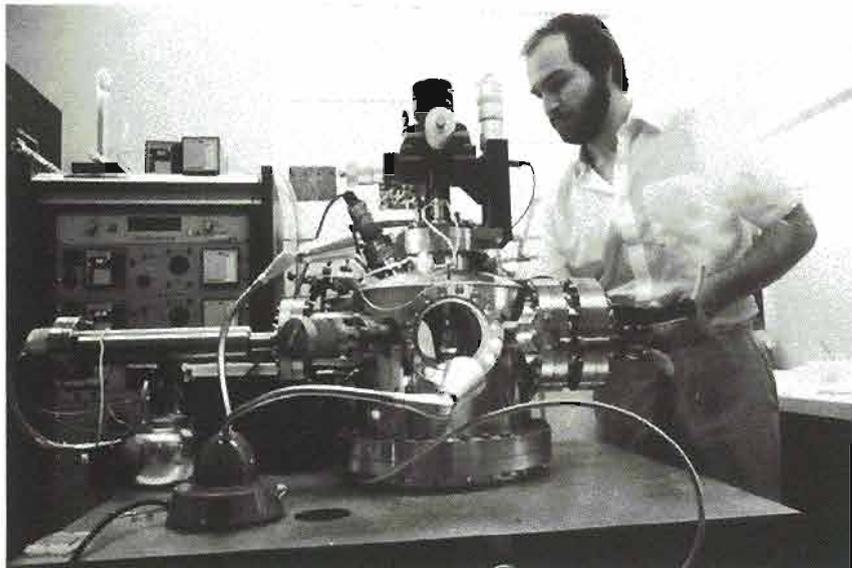


Fig. 1.—Modelo simplificado de los sistemas hombre-máquina. (A. Chapanis, 1965).



En los años veinte el fisiólogo May Smith decía: "No use al hombre como un caballo, pues sólo tiene capacidad de 0,2 CV en un trabajo continuo."

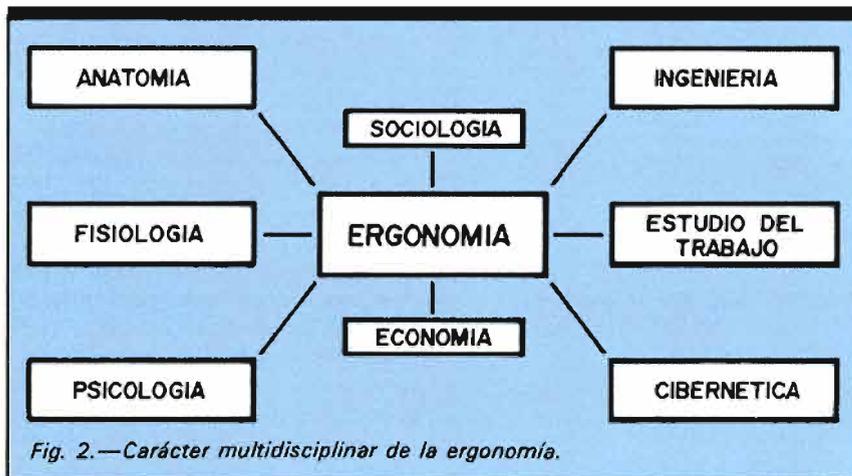


Fig. 2.—Carácter multidisciplinar de la ergonomía.

Estas y otras muchas consideraciones han sido tenidas en cuenta en el diseño comentado que no pretendemos explicitar aquí para no cansar al lector y al que remitimos a la bibliografía especializada.

Problemas antropomórficos y biomecánicos

Con el término de biomecánica se han querido estructurar los conocimientos acerca de la fisiología humana, en tanto el hombre es el que realiza el trabajo. A diferencia de lo revisado en los párrafos anteriores, en la biomecánica estudiamos cómo prevenir la fatiga física del trabajador. Esta fatiga física, como ya sabemos, depende fundamentalmente del esfuerzo muscular requerido y de las condiciones ambientales. Cuando se superan los valores de la máxima capacidad aeróbica del individuo, las transformaciones se realizan por vía anaerobia y aparece el fenómeno de la fatiga.

En la biomecánica estudiamos desde la dieta óptima del trabajador en función de las necesidades energéticas del puesto de trabajo, los condicionantes del trabajo a turnos, la carga física del trabajo analizada a través de la máxima capacidad aeróbica o el registro continuo de frecuencia cardiaca, hasta las dimensiones y peso de los objetos que han de ser elevados y transportados.

Existen tablas y diagramas (1), que fijan los distintos parámetros en función de las distintas variables, a modo de ejemplo en la fig. 5 recogemos, tomado de la NIOSH, el gráfico que

1.º Diseñar algo para las personas que lo han de utilizar, esto incluye no solamente el usuario del puesto sino también al personal encargado de su limpieza y mantenimiento.

2.º Diseñar un sistema que se conforme a las características de las personas en vez de intentar adaptar éstas al sistema.

Este último punto se debe generalizar en el sentido de utilizar medidas válidas para la mayoría de la población. Existen tablas elaboradas fundamentalmente por la NASA en donde se recogen las medidas standard del 95 por ciento de la población y en ellas se encuentran mensuradas todas las características antropométricas que pueden ser necesarias para un puesto de trabajo. En la fig. 3, les mostramos un esquema útil en el que se recogen gran número de estas medidas en función de la talla (H).

En la fig. 4, presentamos un ejemplo en el que se encuentran recogidas las

medidas aconsejadas para el 90 por ciento de la población de los operadores sentados de consola. El análisis de la carga física de trabajo incluye la prevención de la fatiga postural y la fatiga visual, que en la actualidad son los casos más frecuentes. Si observamos la fig. 4, podemos destacar, posición de las articulaciones de la rodilla, tobillo y codo en flexión de 90º aproximadamente, que son posiciones de reposo y que dependen de la altura del asiento, la de la consola y la profundidad de penetración debajo de la consola, altura del asiento y del respaldo regulable en función de la corpulencia del operador, mandos colocados al alcance de las manos sin tener que desplazar el tronco, altura de controles visuales limitados en un giro máximo de la cabeza en sentido antero-posterior y lateral, indicadores de emergencia situados en ángulo máximo de 15º por debajo de la horizontal que pasa por el centro del cristalino, etcétera.

TABLA I
HOMBRE VERSUS MAQUINA

El hombre es superior en:	La máquina es superior en:
La detección de ciertos estímulos de reducido nivel de energía.	La supervisión (de hombres y máquinas).
La percepción de una amplia gama de estímulos.	Las operaciones de rutina que implican repetición de gran precisión.
La percepción de esquemas y la formulación de ciertas generalizaciones acerca de los mismos.	La respuesta inmediata a las señales de control.
La detección de señales emitidas mediante sonidos de elevada frecuencia.	Los trabajos que requieran considerable fuerza y una ejecución uniforme y precisa.
La retención de considerables volúmenes de información durante largos períodos, recordando los hechos necesarios en el momento adecuado.	La capacidad de retener y recordar considerables volúmenes de información durante períodos breves.
El empleo de la capacidad de juicio en aquellos casos en que los hechos no pueden definirse completamente.	La posibilidad de efectuar cálculos rápidos y complejos con un alto grado de eficacia.
La elección de sus propios "inputs".	La sensibilidad a aquellos estímulos que se hallan más allá del límite de la sensibilidad humana (como las ondas infrarrojas).
La improvisación y adopción de procedimientos flexibles.	La capacidad de ejecutar numerosos trabajos simultáneamente.
La reacción ante acontecimientos inesperados y de bajo índice de probabilidad.	El razonamiento deductivo, descendiendo de los principios generales a las conclusiones específicas.
El empleo de soluciones originales a los problemas, como por ej. la formulación de soluciones alternativas.	La insensibilidad a los factores exógenos.
La experiencia que permite alterar la técnica seguida en un momento dado.	La capacidad para operar conforme a un módulo dado de modo rápido, continuado y preciso, durante un largo período.
La posibilidad de efectuar manipulaciones precisas, especialmente en aquellos casos en que aparece inesperadamente una ordenación inadecuada de los elementos.	La capacidad para operar en ambientes hostiles al hombre o que se hallan fuera del límite de tolerancia humana.
La capacidad para continuar desarrollando un trabajo aún en situación de sobrecarga.	
El razonamiento inductivo: capacidad para ir de lo específico a lo general.	

Camús dijo: "El fin que deben tener las máquinas es relajar a los hombres."

nistas industriales han delimitado los valores óptimos de las físicas y químicas del medio ambiente. La iluminación, el brillo, la codificación, la teoría del calor, el ruido, la temperatura, la humedad, etcétera, tal y como vimos en el artículo anterior. Mención especial merecen las sustancias tóxicas por su indudable poder patógeno limitadas en los sucesivos estudios en sus concentraciones máximas permisibles, por la aplicación de los T L V (Threshold limit value) o más modernamente en función de las máximas concentraciones medidas en líquidos biológicos o B L V (Biological limited value). En definitiva, la ergonomía ambiental utiliza e integra nuestros conocimientos de fisiología y patología del trabajo, toxicología e higiene industrial.

Estudio ergonómico de un sistema. Conclusiones

Como ya hemos mencionado en varias ocasiones, la ergonomía no es una ciencia, sino una nueva metodología que utilizando recursos de diferentes áreas tiene como fin mejorar los puestos de trabajo para disminuir la fatiga innecesaria y consecuentemente los errores del sistema hombre-máquina, contemplando tanto las consecuencias de esos errores sobre la salud del operador como sobre la eficacia económica del sistema. Como toda metodología establece unas pautas en el estudio de cualquier problema, tanto si se trata de la creación de un nuevo puesto de trabajo, como en la mejora de un puesto actual. Esta

establece la relación entre dimensión y peso de un objeto que ha de ser levantado del suelo. El área rayada inferior es el área en el que las condiciones de elevación se consideran aceptables y varía desde 30 kg. para una distancia de 15 cm., hasta 8 kg. para una distancia de 80 cm. El área oscura por encima, establece más condiciones que requieren una estricta vigilancia, desde 70 kg. para 15 cm. hasta 20 kg. para 80 cm. El área por encima de ésta se considera área de

peligro y no debe ser nunca alcanzada.

Ergonomía ambiental

Si volvemos al viejo esquema de Chapanis, el sistema hombre-máquina se encuentra inmerso en un medio cuyas características físico-químicas son origen de fatiga especialmente en el hombre e incluso de enfermedad. Los estudios médicos y de los higie-



La Ergonomía no es una ciencia, sino una nueva metodología que utilizando recursos de diferentes áreas tiene como fin mejorar los puestos de trabajo para disminuir la fatiga innecesaria y consecuentemente los errores del sistema hombre-máquina, contemplando tanto las consecuencias de esos errores sobre la salud, como sobre la eficacia económica del sistema.

metodología podemos simplificarla en las siguientes fases:

- a) *Fase de información:* Adquirir una información suficiente para las necesidades operacionales, urgencia, condiciones del medio ambiente y categorías de las personas que utilizarán el equipo, para poder establecer objetivos concisos y positivos para la futura realización.
- b) *Fase de planificación:* Estudiar diferentes aproximaciones para llegar al objetivo fijado, teniendo en cuenta factores tan importantes como la economía, la finalidad de la fabricación, la fiabilidad del producto, y la facilidad del mantenimiento y servicio.
- c) *Fase de selección:* Elegir los proyectos que mejor se adapten a todos los factores referenciados en

los dos apartados siguientes y realizarlo de acuerdo con los principios ergonómicos que corresponden (ver tabla II).

- d) *Fase de simulación:* Construir modelos y maquetas del equipo futuro para ensayarlos según los objetivos previstos. En el caso de parámetros dinámicos puede ser necesario efectuar ensayos simulados (modelos).
- e) *Fase de ensayo práctico:* En algunos casos, antes de la fabricación en serie puede ser conveniente efectuar ensayos reales con prototipos. En cualquier caso prever posibles cambios (no esenciales) en función de la experiencia real.

Para terminar, es útil conocer las características más importantes del operador humano, que ya hemos mostrado de forma esquemática al hablar de la dualidad hombre-máquina (tabla I). El estudio de estos límites y aptitudes es básico para eliminar el error del sistema y disminuir la fatiga del operador.

- a) *Como receptor:* El hombre es un receptor muy fiable en presencia de señales de entrada apropiadas a sus sentidos (vista, oído, tacto, etcétera). Su velocidad de percepción de señales de entrada está limitada a un máximo de 10 estímulos por segundo y por tanto puede ser fácilmente saturada.

- b) *Como emisor:* Todas las respuestas humanas (voz, manos, pies, etcétera) son motrices, relativamente lentas y de pequeña potencia. En condiciones estabilizadas, incluso para personal muy entrenado, la capacidad de respuesta no supera

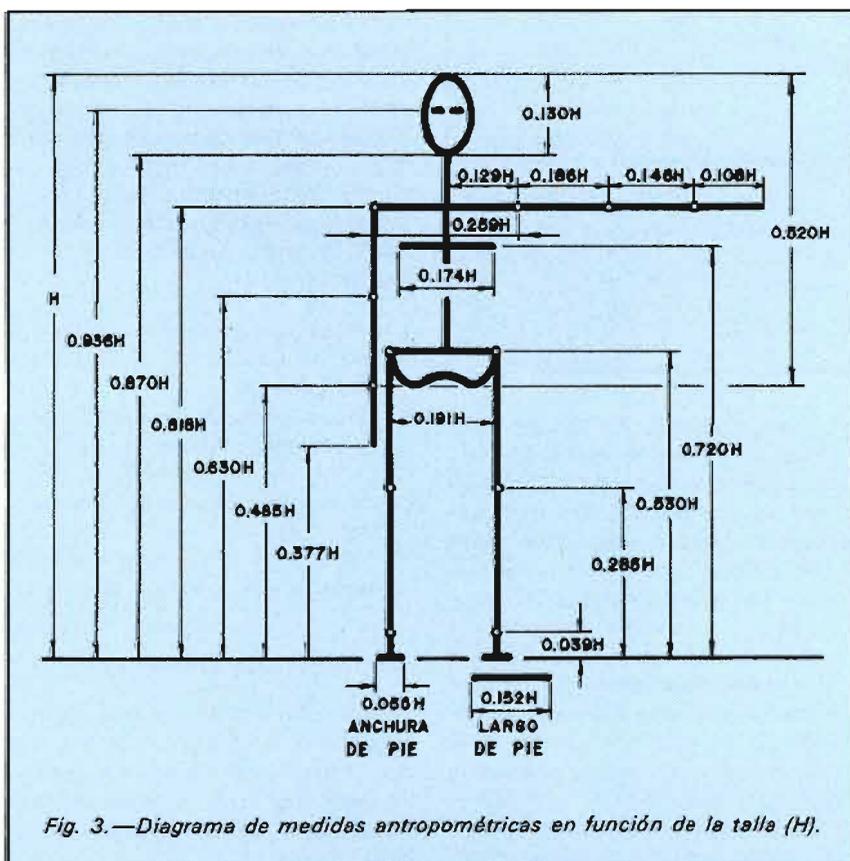


Fig. 3.—Diagrama de medidas antropométricas en función de la talla (H).

La metodología utilizada en un estudio ergonómico se resume en las fases siguientes:
 Información.
 Planificación.
 Selección de proyectos.
 Simulación mediante modelos.
 Ensayo práctico.

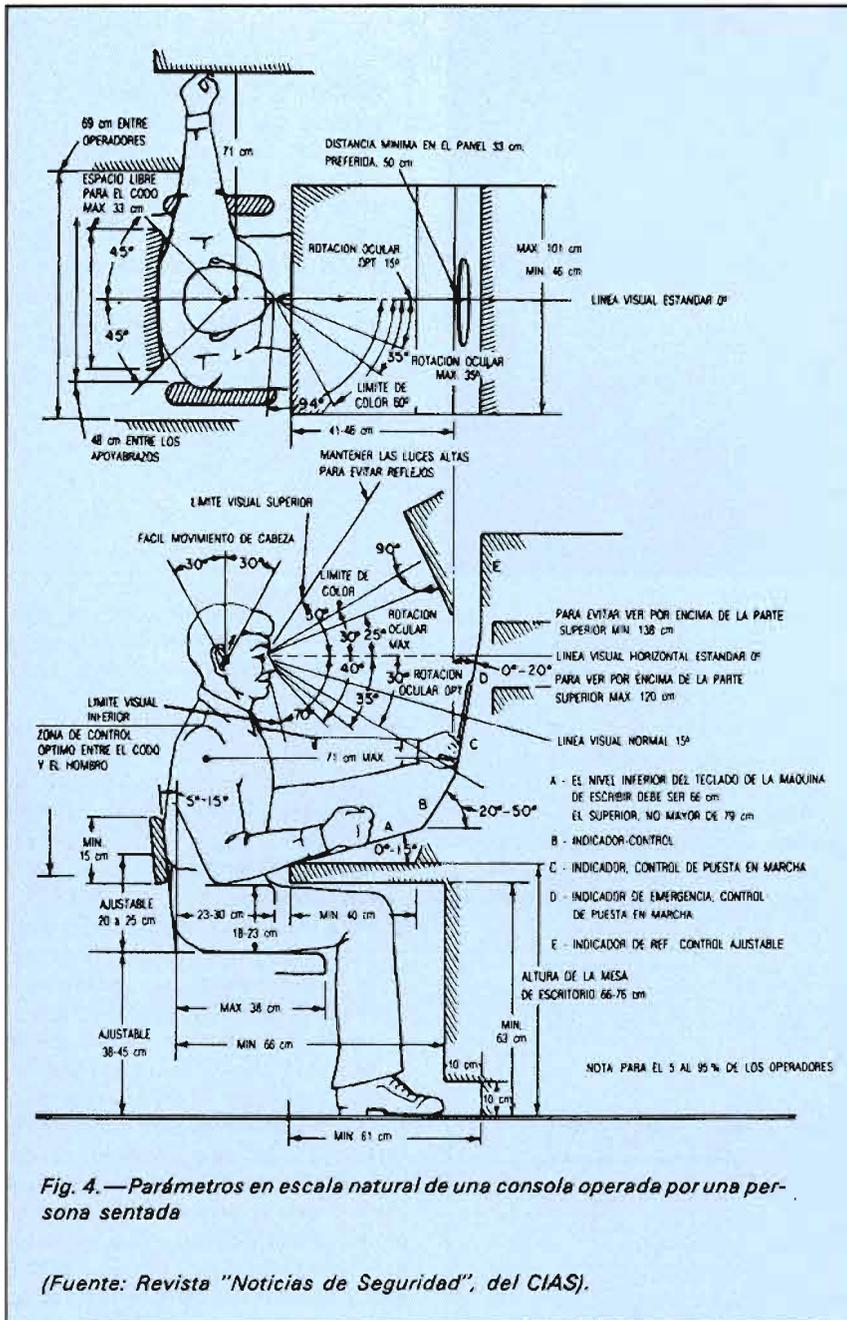
cados, el hombre como calculador ha sido muy superado por las máquinas. Además, la fiabilidad de su cálculo numérico está muy influenciado por el grado de fatiga (test de fatiga psíquica).

A modo de resumen en la actuación del operador humano en el tratamiento de la información, es necesario considerar que el hombre da mejor resultado en las tareas que implican responsabilidad y flexibilidad (adaptabilidad) y en aquellas que no es posible programar por anticipado, y la máquina es superior en aquellas tareas que implican operaciones de rutina que deben ser ejecutadas con rapidez y alta precisión. Por regla general el hombre debe ser excluido en las tareas sujetas a un elevado índice de probabilidad de error. Estas tareas son las que incluyen:

- Necesidades de percepción situadas en los límites de la capacidad humana.
- Necesidades de comportamiento físicamente difíciles.
- Toma de decisiones excesivamente dependientes de la memoria inmediata.
- Sobrecarga de trabajo que ocasiona rápida aparición de fatiga.

Normalización y ergonomía

Es importante la normalización en ergonomía, su utilización racional permite disminuir el riesgo en el manejo de máquinas, lo que se pone de manifiesto con las consideraciones siguientes:



en unidades de información los 25 bits por segundo, con una capacidad máxima de 40 bits. A modo de ejemplo señalamos algunas medidas relativas:

canal de televisión:

3x10⁷ bits por segundo

canal de teléfono:

2x10⁴ bits por segundo

canal de telex:

60 bits por segundo

capacidad humana máxima:

40 bits por segundo

velocidad humana normal:

2 bits por segundo

c) *Como evaluador:* El hombre tiene una capacidad de evaluación excepcional. A partir de informaciones intermitentes sobre una pantalla de rayos catódicos, es capaz de estimar trayectorias, velocidades, tiempos y puntos de intersección con una gran precisión. Es capaz de tomar decisiones basadas en experiencias previas, en función de informaciones visuales y auditivas. Es el único calculador existente capaz de resolver problemas por inducción lógica.

d) *Como calculador:* Aunque puede aprender a realizar cálculos compli-



- La utilización de dispositivos habituales o generalizados, permite disminuir los períodos de aprendizaje.
- Cuando un dispositivo funciona de la misma manera en distintos equipos, los operadores pueden hacer funcionar nuevos equipos disminuyendo la posibilidad de error.
- Una herramienta normalizada

- será más fácil de ser utilizada correctamente, evitando riesgos.
- Los procedimientos normalizados permiten evitar accidentes.

Los apartados anteriores son considerados por los diseñadores al tener en cuenta determinados estereotipos de la población general, es decir, aquellas formas de utilización consagradas por generaciones en nuestro medio.

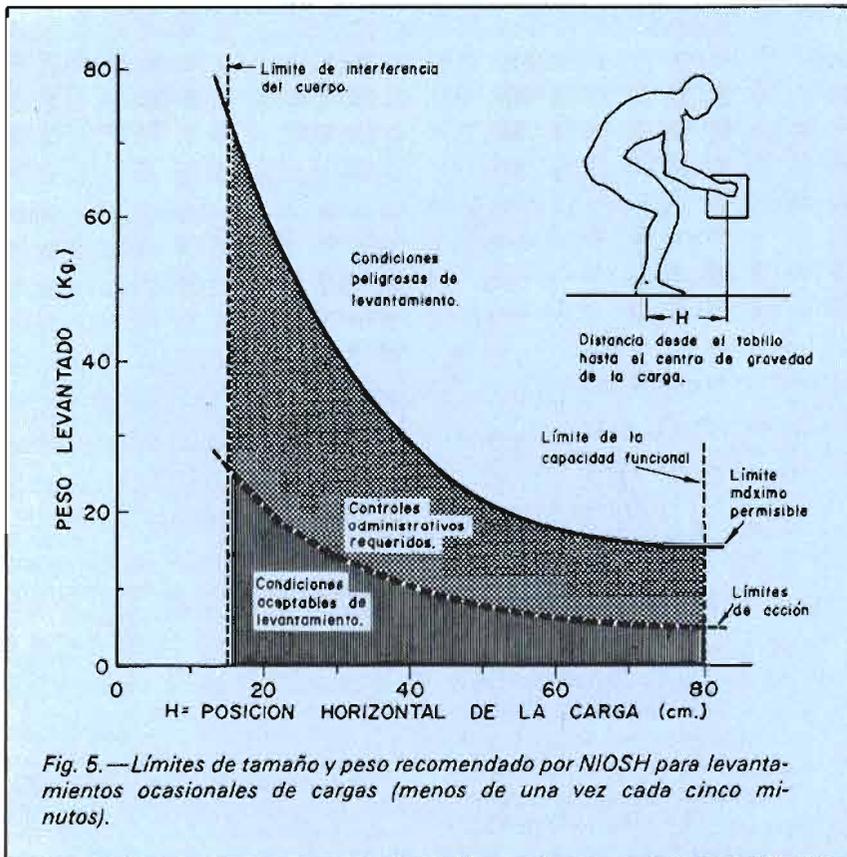


Fig. 5. — Límites de tamaño y peso recomendado por NIOSH para levantamientos ocasionales de cargas (menos de una vez cada cinco minutos).

Por ejemplo, todo el mundo espera al abrir un grifo que el agua salga cuando giramos hacia la izquierda (sentido contrario al de las manecillas del reloj) y deje de salir cuando giramos a la derecha, a éstos y otros que consignaremos más adelante nos referimos cuando hablamos de estereotipos de la población general. Aclaremos pues que cuando hablamos de normalización en ergonomía, nos estamos refiriendo a la utilización de estos estereotipos y no de la fabricación en serie, sin posibilidad de adaptación a cada individuo, que es fundamentalmente lo contrario de lo que pretende el diseño ergonómico de una máquina o un puesto de trabajo. No todo son ventajas en lo que a la utilización de estereotipos se refiere, la generalización de algunos nos puede también ser perjudicial para el desarrollo en algún campo determinado, como por ejemplo ocurre con el teclado de las máquinas de escribir, existiendo actualmente diseños de los mismos, distintos del habitual, con él se consiguen velocidades mucho mayores que las actuales y que no han podido ser introducidos debido a la amplia generalización del actual, y a gran número de errores que este nuevo teclado induce por la intensa adquisición del estereotipo. El problema es tan importante que incluso la moderna ciencia de las computadoras han tenido que sucumbir y los teclados de introducción de datos de los ordenadores conservan la forma que podemos denominar clásica.

A continuación transcribimos tomado de Woodson (1978) una relación de estereotipos reconocidos que dará al lector una idea de los tipos de reacciones humanas que pueden ser consideradas como probables o naturales.

- En los dispositivos manuales que sirven para controlar la admisión de líquidos se gira hacia la derecha para cerrar y en sentido contrario para abrir.
- En las botoneras de los equipos eléctricos se gira hacia la derecha para aumentar la intensidad de la corriente y hacia la izquierda para reducir (estereotipo contrario al considerado para los líquidos).
- Ciertos colores se asocian a la circulación, a las maniobras de vehículos y a la seguridad.

TABLA II
LISTA DE VERIFICACION PARA EVALUACION EN ERGONOMIA

TAREAS:

Diseño de controles

- Compatibilidad entre el movimiento y el indicador.
- Movimientos necesarios (empujar, tirar, girar a la izquierda, a la derecha, hacia arriba, hacia abajo o combinación de varios movimientos).
- Codificación de los controles críticos.
- Rotulación de los controles críticos.
- Codificación de los controles.
- Rotulación de los controles.
- Empleo de la codificación (tamaño, color, forma, movimiento).
- Localización de los controles (accesibilidad para el operador, frecuencia de uso, importancia para el sistema).
- Resistencia de los controles.
- Necesidades antropométricas.

Diseño de indicadores

- Tipo de indicadores (visuales, auditivos, etcétera).
- Relación control/indicador.
- Compatibilidad entre el movimiento del control y el indicador.

Diseño de las tareas

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| — Supervisión (vigilancia). | — Memoria. |
| — Proceso de la información. | — Registro. |
| — Toma de decisiones. | — Sobrecarga. |
| — Retransmisión de información. | — Déficit de carga. |
| — Transmisión de comunicaciones. | — Necesidades antropométricas. |
| — Recepción de comunicaciones. | |

Diseño de las dimensiones

- Operador (sentado, de pie, o alternativamente en ambas posiciones).
- Dimensiones de los controles.
- Dimensiones de los indicadores.
- Accesibilidad para manipulación.
- Accesibilidad para mantenimiento.
- Espacio para trabajar.

Factores ambientales

- | | |
|------------------------|--------------------------|
| — Presión atmosférica. | — Limitación de espacio. |
| — Calor. | — Ruido. |
| — Frío. | — Vibración. |
| — Aceleración. | — Iluminación. |
| — Desaceleración. | — Deslumbramiento. |

Nota: La presente lista no pretende abarcar todos los sistemas; existen otros aspectos igualmente importantes que pueden añadirse según el sistema.

- Cuando un operador maneja un vehículo se espera que el giro hacia la derecha del volante o mecanismo de mando, gire en el mismo sentido al vehículo y viceversa.
- Las impresiones ligadas con el cielo y la tierra influyen en la per-

cepción de colores o matices. Así los matices claros y los colores azules se asocian con el cielo o a lo que está por arriba (en alto) mientras que los matices sombreados y los colores verdes u oscuros se asocian a la tierra o a lo que está por debajo.



- El frío se asocia a los colores azules o verde-azules, el calor a los amarillos y rojos.
- Los sonidos muy fuertes o que se suceden rápidamente, así como las presentaciones visuales muy brillantes o que parpadean con alta frecuencia, implican urgencia o excitación.
- Los objetos voluminosos y de colores sombreados, parecen pesados y los pequeños y de colores claros parecen ligeros. Se espera que los objetos voluminosos estén situados debajo y que los pequeños y claros se sitúen en alto.
- Las personas esperan que las palabras de un nivel acústico normal provengan de una fuente situada enfrente de ellos y a la altura de su cabeza.
- Cuando uno se sienta, espera que la silla esté colocada a un nivel determinado.
- Un objeto alejado aparece más pequeño.
- Etcétera. ■

BIBLIOGRAFIA

- (1) "Anthropometric Source Book", Vol. I, II y III NASA, reference publication 1024, Scientific and Technical Information Office, Clearlake, Texas, 1978.
- (2) CHAPANIS, A.: "Man-machine Engineering". Belmont, Calif. Wadsworth, 1965.
- (3) GRANDFEAN, E.: "Fitting the task to the man". London. Taylor and Francis Ltd. 1980. Existe traducción al francés como Précis d'ergonomie. Ed. Dunod. Paris.
- (4) ROEBACK, J.; KROEMER, K. H. E. y THOMPSON, W. G.: "Engineering Anthropometric Methods, New York". John Wiley and Sons, 1975.
- (5) WOODSON, W. E.: "Human Engineering guide for Equipment Designers". Berkeley, Calif. University of California Press, 1964.
- (6) Noticias de Seguridad. Consejo interamericano de seguridad. Tomo 43. n.º 11, 22, 30. 1981.