

LA ERGONOMIA:  
EL TRABAJO ADAPTADO A LAS CARACTERISTICAS DEL HOMBRE

CAPITULO I

ERGONOMIA: INTRODUCCION, HISTORIA Y RELACIONES  
CON OTRAS DISCIPLINAS

JESUS MORALES VALARINO

LA ERGONOMIA:

EL TRABAJO ADAPTADO A LAS CARACTERISTICAS DEL HOMBRE

Tesis presentada ante la Ilustre Universidad Central de Venezuela, bajo la tutoría del Dr. D. F. Maza Zavala, para optar al título de Doctor en Economía, de acuerdo a lo previsto en el Artículo 2 de la Resolución N° 41 del Consejo Universitario, de fecha 3 de noviembre de 1972.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

CARACAS, 1974

pueden aportar una útil contribución a esta especialidad y se examina la aplicación práctica de la misma a la industria desde los puntos de vista económico y humanitario. Al final se inserta una lista de referencias bibliográficas seleccionadas.

Las disciplinas que aportan una contribución fundamental a la Ergonomía son la antropometría, la psicología, la fisiología, la ingeniería, la economía y otras. La Ergonomía puede definirse, entonces, como la aplicación conjunta de determinadas ciencias biológicas, sociales y de la ingeniería para lograr la óptima adaptación del hombre a su trabajo y viceversa, con el propósito de aumentar el rendimiento del trabajador y de contribuir a su bienestar personal, dentro de su actividad económica fundamental.

Al igual que todos los seres vivos, el hombre ha tenido que adaptarse siempre a las condiciones de su medio ambiente; pero, pese a sus extraordinarias facultades de adaptación, siempre ha procurado modificar dicho medio ambiente para amoldarlo a sus conveniencias. Desde sus orígenes, el hombre aprendió a protegerse contra las inclemencias del tiempo, por ejemplo, vistiéndose con ropas de abrigo en épocas de frío y mejorando las condiciones de su vivienda. Posteriormente hubo de protegerse a sí mismo contra los peligros del medio ambiente creados por él, v.g. contra las radiaciones caloríficas emitidas por los altos hornos o por los hornos de vidrio, mediante la utilización de equipo de protección. Pero solamente en fecha muy reciente se han realizado grandes progresos en la adaptación del medio ambiente a las necesidades del hombre, gracias a la climatización artificial de habitaciones y de edificios enteros y a la modificación de los lugares de trabajo mediante la aplicación de técnicas encaminadas a eliminar toda clase de elementos nocivos y desagradables. (10.1) (10.2)

## 2. EL HOMBRE Y LOS MEDIOS DE TRABAJO

El hombre ha demostrado también poseer gran habilidad para perfeccionar sus herramientas y métodos de trabajo. Mientras la tecnología se iba desarrollando a un ritmo relativamente lento, la capacidad imaginativa tradicional del artesano continuó desempeñando satisfactoriamente su misión; a este respecto, el hombre pudo mejorar sus herramientas y métodos de trabajo y adaptarlos a todos los cambios de importancia secundaria que se iban produciendo. No obstante, en razón de la rápida aceleración del progreso tecnológico, que primeramente se puso de manifiesto en limitadas regiones del mundo durante la revolución industrial, la vieja tradición de la artesanía, que en el curso de los siglos tendió a perfeccionar los instrumentos de trabajo y a adaptar éstos a la lenta evolución de las tareas manuales especializadas, ya no se ajustaba a la evolución técnica. En efecto, tales procedimientos tradicionales quedaron a la zaga de las nuevas necesidades y posibilidades, con el resultado de que, cada vez más, muchas herramientas y máquinas bien experimentadas resultaban relativamente inútiles, dadas las condiciones creadas por el progreso tecnológico moderno. La inercia mental que ha impedido que una serie de herramientas y procedimientos de trabajo evolucionen de acuerdo con los cambios tecnológicos ha sido señalada desde tiempo por algunos observadores. Así, por ejemplo, ya en 1831, Charles Turner Thackrah escribía lo siguiente: "Ya no se ven sastres rollizos y sonrosados, ni de aspecto robusto y elegante. La mayoría de ellos parecen encorvados... frecuentemente padecen de tuberculosis". "Sin embargo, para corregir su actual posición defectuosa de trabajo practíquese en el tablero de trabajo un agujero que se adapte al cuerpo del operario y facilítese a éste un asiento apropiado de manera que pue

da realizar su labor con mayor comodidad: su espina dorsal no tendrá que curvarse anormalmente y su pecho y su abdomen dejarán de estar oprimidos". (10.2)

El "sastre feliz" de los primeros tiempos de los gremios, que para trabajar se sentaba con las piernas cruzadas, había llegado a convertirse en un individuo enfermizo, encorvado sobre su tablero, y cuya deplorable posición de trabajo dio lugar a los acertados comentarios del citado autor. Tales comentarios pueden aplicarse también a los hiladeros y tejedores de aquella época, que fueron arrancados de sus hogares para ser instalados en las fábricas, con el consiguiente empeoramiento de sus condiciones de trabajo y, por ende, de su estado de salud.

Otro ejemplo del retraso en modificar un determinado proceso industrial para adaptarlo a las necesidades humanas, lo constituye la diferencia que existe entre la disposición del teclado de las primeras máquinas de escribir y la que tienen las modernas. La colocación de las letras en el teclado original se ajustaba a la disposición tradicional de la caja de imprenta del siglo XV, que, aunque no servía para imprimir en inglés, por ejemplo, era adecuada para imprimir en latín, lengua a que se había destinado en un principio. La organización del teclado moderno ha evolucionado a base de la experiencia adquirida y de los estudios realizados para mejorar el rendimiento mediante la combinación de las letras, de suerte que las más empleadas sean pulsadas por los dedos más fuertes del mecanógrafo, y las menos utilizadas por los dedos más débiles. Este ejemplo ilustra claramente el proceso evolutivo de un instrumento de trabajo, es decir, primeramente, su desarrollo racional durante determinado período a partir del modelo original, gracias al sentido común, al juicio y a la experiencia del

artesano tradicional, a los que sigue un "bloqueo" de la evolución del modelo en cuestión frente a los cambios introducidos en el lenguaje, y, finalmente, la modificación de la disposición del teclado teniendo en cuenta los resultados de los estudios científicos efectuados para adaptar dicha disposición a las aptitudes y limitaciones de las personas que utilizan este instrumento de trabajo y para mejorar su rendimiento.

En razón de la presión ejercida por la rapidez de los cambios tecnológicos y, asimismo, como factor que contribuye a esa misma aceleración, el proceso de desarrollo industrial y técnico se ha caracterizado en forma creciente por la contribución que a él han prestado las teorías científicas, desde los primeros estudios realizados por Frederick W. Taylor y Frank y Lilian Gilbreth a principios del presente siglo sobre los métodos racionales de trabajo, hasta el establecimiento de las presentes técnicas de estudio del trabajo, esto es, por los esfuerzos desplegados para utilizar más eficazmente todos los elementos que intervienen en la producción, por una parte, y para hacer más soportables las condiciones de la labor que rinde el hombre en la industria, por otra.

En el curso de los últimos ciento cincuenta años, la organización de los lugares o puntos donde realizan las actividades y el estudio del trabajo han pasado numerosas etapas. Las fases iniciales, primitivas en muchos aspectos, se caracterizaron por la aplicación de métodos elementales y directos que trataban, evidentemente, de lograr el máximo rendimiento de los factores de la producción, incluida la mano de obra, omitiendo totalmente con frecuencia las repercusiones de tales métodos en las personas interesadas. Así, los empresarios de aquellos tiempos se oponían violentamente a todos los esfuerzos desplegados por los trabajadores y por los filósofos utilitaristas para mitigar

los daños causados a la salud de los trabajadores y los peligros que amenazaban sus vidas, siempre que tales cambios pudieran representar un aumento en el costo de la producción.

Desde aquellos tiempos, la sociedad industrial ha experimentado profundos cambios. En efecto, la dirección de una empresa industrial se ha convertido en una función altamente especializada, en la que se ha ido aceptando gradualmente un número creciente de técnicos en la medida en que se iban haciendo más patentes las ventajas económicas que proporciona el planteamiento científico de los problemas que surgen en los lugares de trabajo. En el curso de la transformación observada desde la explotación elemental de los medios de producción a la utilización cada vez más racional de los mismos, la dirección de las empresas ha ido reconociendo, también en forma gradual y permanente, las ventajas positivas de gran número de cambios impuestos por el movimiento obrero y por la legislación, y ha incorporado, a su vez, en sus propios programas de aumento de la producción y de desarrollo tecnológico una serie de medidas de bienestar para los trabajadores. Estas medidas tomadas por los empleados avisados para hacer que el trabajo ofrezca menos riesgos, sea efectuado en mejores condiciones de higiene y seguridad, y resulte menos desgradable, menos duro o menos monótono para los trabajadores, han contribuido grandemente a mejorar la eficiencia productiva de sus empresas. (10.1)

(10.2)

### 3. EL HOMBRE Y LA MAQUINA

Quien diseña o compra una máquina, busca información sobre materiales, estructuras, tolerancias, fuerza y capacidad de los distintos componentes, y en la combinación de éstos para un trabajo específico, en las ciencias de la Ingeniería y en la Tec

nología. Sin embargo, cuando se considera la persona que debe operar la máquina, la práctica normal es apoyarse en el sentido común, sin verificarlo con una información más exacta sobre las capacidades humanas, físicas y mentales. Por lo tanto, no se utiliza plenamente el extenso y siempre creciente cuerpo de conocimientos basado en estudios científicos sobre el común de la gente en situaciones de trabajo. Este conocimiento podría ser aplicado al diseño de procesos y máquinas, al "lay-out" de sitios de trabajo y al control del ambiente físico, a fin de obtener mayor eficiencia tanto del hombre como de la máquina.

El término "máquina" es usado aquí en sentido general como un componente físico o conjunto de componentes que ayudan al ser humano en la ejecución de alguna acción. Por lo tanto, una máquina-herramienta puede ser una máquina, pero también puede serlo un autobús, un destornillador o una cocina.

La Ergonomía, nombre dado a esta área de estudio, no es una ciencia nueva como ya hemos dicho. Los diseñadores de máquinas siempre han dado alguna consideración al operador humano. Y en la medida en que lo hayan hecho sistemáticamente, pueden aunque en forma empírica ser considerados ergonomistas. En forma similar, muchos adelantos en las condiciones de trabajo y en la selección y entrenamiento de los operadores resultaron de estudios hechos por psicólogos y fisiólogos durante la primera guerra mundial y después de ella. Sin embargo, no fue sino hasta la segunda guerra mundial cuando el enfoque práctico de la ingeniería se juntó con el enfoque académico de la biología en una escala razonablemente amplia. Lo que impulsó este desarrollo fueron los cambios en el diseño de armas, tanques, aviones, etc. capaces de operar a gran

des velocidades, arrojando mayor carga sobre el operador mientras al mismo tiempo se reducía a un mínimo el período de operaciones y, por lo tanto, de posibilidad de alternativas de decisión. Esto trajo consigo la formación de dos grupos de especialistas: los que tenían conocimientos sobre las capacidades humanas y los que sabían sobre máquinas. Los anatómos, los fisiólogos y los psicólogos experimentales, trabajaron juntamente con los ingenieros para hacer del hombre-más-máquina un arma de combate efectiva. El éxito de este trabajo de grupo ha constituido un soporte continuo para la aplicación, cada día más extendida, de la ergonomía de los servicios. (10.1)

#### 4. ERGONOMIA APLICADA

La industria tiene el mismo propósito: hacer del hombre-más-máquina una eficiente unidad de producción. La Ergonomía puede ayudar de dos maneras: en la etapa del diseño inicial de un proceso o de un producto, y en la modificación del equipo existente. La efectividad de una máquina, desde una herramienta de mano hasta un complejo sistema de control electrónico, depende de su eficiencia y grado de confiabilidad y de la habilidad del operador humano para controlarla fácil y correctamente. Esta habilidad es influída grandemente por el diseño de la máquina, por ejemplo, por la forma de presentar información, el grado de fuerza y precisión requeridas para operarla, y la colocación de los niveles, ruedas de mando o botones usados para regularla.

Puede parecer muy obvio que los controles deberían ser fácilmente operables, de manera que el operador pudiera mantener una postura confortable durante su trabajo, pero un vistazo a algunas máquinas modernas revela que ésto es a menudo descuidado. Puede parecer trivial decir que un hombre debe estar en capacidad de ver lo que está

haciendo; pero el "lay-out" de algunos sitios de trabajo hacen esto difícil y fatigante.

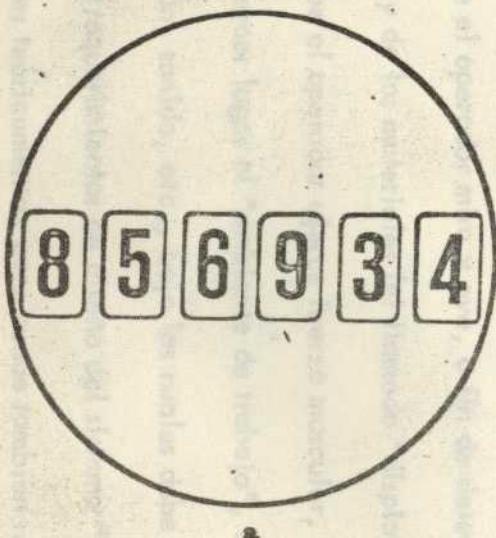
Otro hecho frecuentemente olvidado es que un hombre debe poder leer fácilmente los instrumentos de una máquina. Algunos panels de instrumentos incorporan una barahunda de diagramas, relojes y escalas, que a menudo muestran información mucho más detallada de lo que realmente se requiere, así que el operador pierde un tiempo valioso en la búsqueda de los datos que necesita. (Ver Fig. N° 1 en la página siguiente).

A parte del diseño de máquinas, la Ergonomía se ocupa de las condiciones generales de trabajo, tales como iluminación, ruido y temperatura. La mayor parte de la gente se da cuenta de la importancia de mantener ciertos estándares para asegurar la salud y la seguridad de los operadores, pero no se percata del grado en que la eficiencia depende del ajuste ambiental a los requerimientos de un trabajo en particular. Por ejemplo, no es sólo la intensidad de la iluminación la que cuenta. El tipo y la posición de la luz pueden ayudar al operador reduciendo reflejos y resplandores, destacando la pieza que se trabaja en contraste con el fondo o dirigiendo la mirada hacia otros rasgos especiales de trabajo.

El hecho de que hombres y mujeres sean capaces de operar máquinas diseñadas pobemente, a menudo bajo difíciles condiciones de trabajo, no significa que no pueda hacerse uso más eficiente de la unidad de producción-hombre-máquina, en términos tanto de esfuerzo humano como de calidad del producto. Una máquina debe ser diseñada para hacer posible y razonable la tarea del operador, reduciendo el desgaste físico y mental y dejándolo libre para dirigir su atención hacia aquellos factores de su trabajo donde el juicio y la flexibilidad que por sí solo puede ejercitar puedan ser empleados

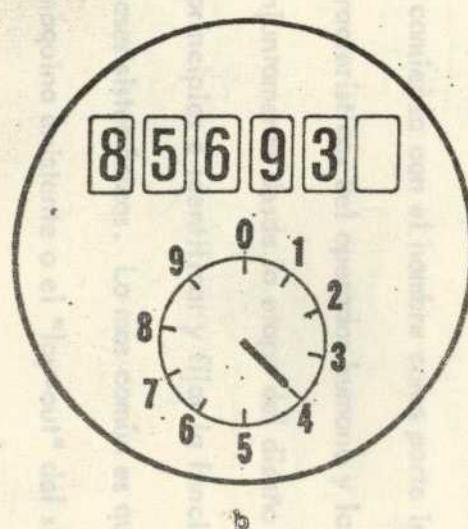
• FIG. N°: 1

## DIFERENTES MANERAS DE PRESENTAR INFORMACION EN INDICADOR METRICO



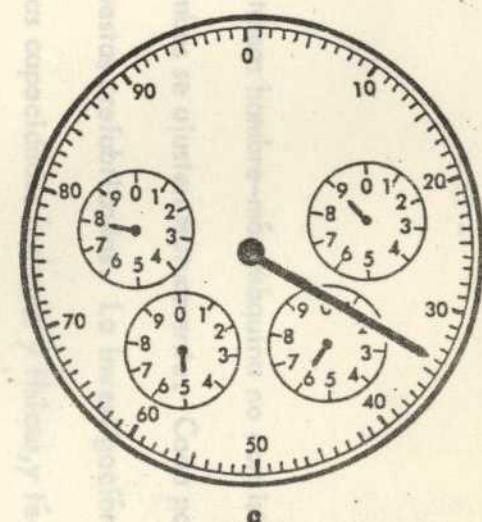
8

EL INDICADOR CONTABLE ES MEJOR CUANDO  
SE TRATA SOLO DE LECTURAS NUMERICAS  
ESTE ES OPTIMO SI NO SE REQUIEREN  
VALORES EXTREMOS O MINIMOS VARIABLES



16

EL CONTADOR MÁS LA AGUJA INDICADORA ES APROPIADO CUANDO SE REQUIEREN ADICIONALMENTE INDICACIONES VARIABLES HACIA LOS VALORES MÍNIMOS O EXTREMOS. EJEMP.



5

LAS SERIES DE AGUJAS INDICADORAS AUNQUE CONFORMAN UN APARATO SOFISTICADO Y CASI ARTISTICO, CONDICIONA UNA LECTURA - LENTA, DIFÍCIL Y COMPLICADA.

con ventaja. (10.1) (10.2)

El problema de los sistemas hombre-máquina no consiste solamente en el ajuste de uno al otro, sino que ambos se ajusten mutuamente. Cada parte presenta sus propios problemas y no hay respuestas prefabricadas. La investigación provee principios generales, medidas básicas de las capacidades humanas y físicas, y técnicas para evaluar los efectos de varios factores de diseño de las máquinas y del ambiente de trabajo sobre la situación humana. (Ver Fig. N° 2 ampliamente ilustrativa al efecto en la pág. siguiente).

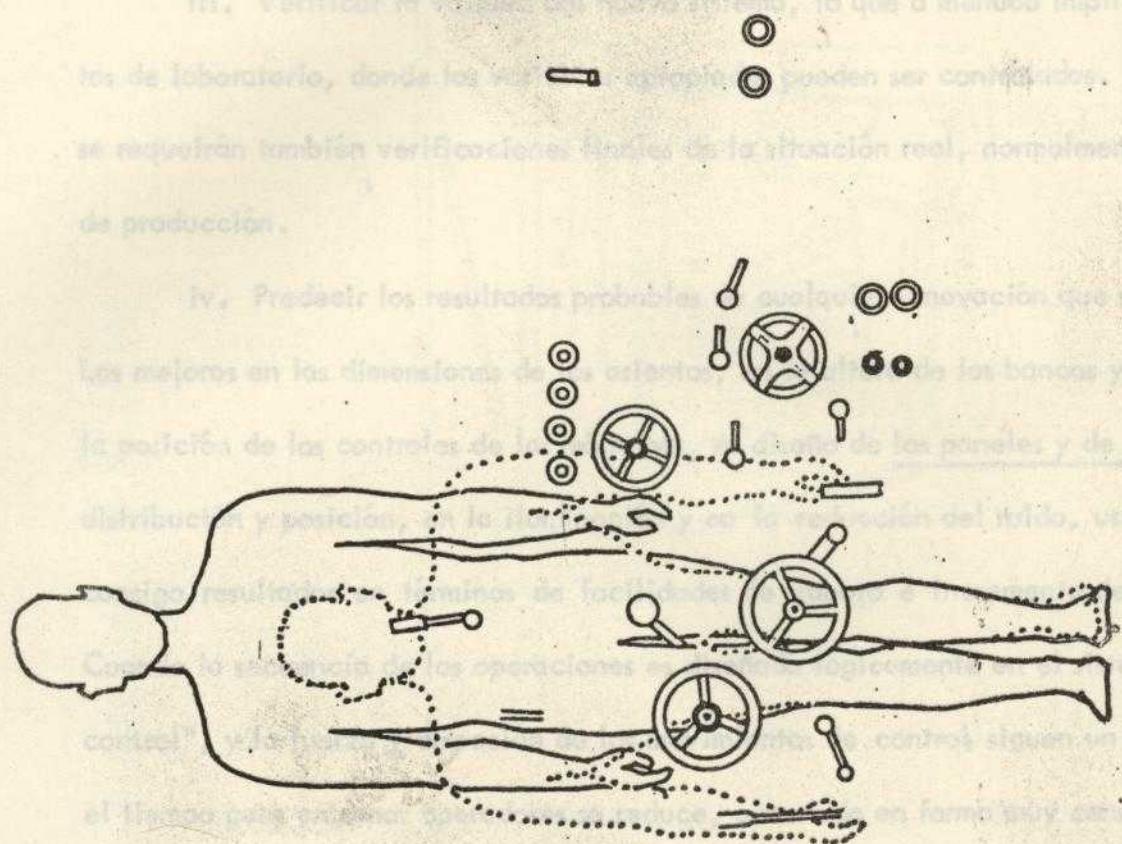
La aplicación ideal comienza con el hombre como parte integral de un sistema de ingeniería en el cual las características del operador humano y las de los componentes mecánicos son consideradas conjuntamente desde la etapa del diseño inicial. El diseñador debe comenzar desde estos principios e identificar y fijar la función requerida entre el hombre y el aparato sobre bases sistemáticas. Lo más común es que la aplicación envuelva la modificación de una máquina existente o el "lay-out" del sitio de trabajo. En ambos casos, el ergonomista se asigna las siguientes tareas:

i. Estudio del trabajo para determinar lo que se requiere del operador, considerando primero las cosas que el operador mira y oye, a fin de detectar la situación corriente o normal de la máquina y de los materiales (el llamado "display"); después el "control" o sea todas las partes en que el operador ejerce fuerza muscular, a fin de cambiar la situación de la máquina; y en tercer lugar el "ambiente de trabajo", ésto es, las condiciones de temperatura, iluminación, sonido, etc., bajo las cuales debe ejecutarse el trabajo.

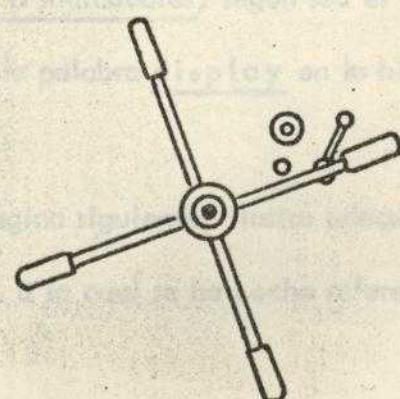
ii. Especificar los requerimientos de diseño del sistema "display-control", lo cual puede hacerse algunas veces teóricamente, pero puede también requerir experimentos de laboratorio.

EL DISEÑO CONSIDERANDO LAS DIMENSIONES DEL OPERADOR HUMANO

Fig: 2



Es necesario tener en cuenta los factores que en el diseño de este trabajo afectan directamente la palanca impulsora o el dispositivo que sea el caso, para establecer fundamental con qué facilidad el operador podrá accionarlos. La Fig. N° 3, ilustra el efecto de la amplitud del movimiento en la rotación del disco y la amplitud de visión que se obtiene al girarlo en paralelo.



LOS CONTROLES DE UN TORNILLO CORRIENTE NO PUEDEN SER ALCANZADOS FÁCILMENTE POR EL HOMBRE PROMEDIO Y ESTAN SITUADOS DE TAL MANERA QUE EL OPERADOR IDEAL DEBERÍA TENER 1.37 m. DE ALTO, 0.61 m. DE ANCHURA DE HOMBROS Y 2.35 m. DE ALCANCE DE BRAZOS, ES DECIR UN "FENÓMENO HUMANO" PARA ATENDER UNA MAQUINA INADECUADA EN VEZ DE UNA MAQUINA ADECUADA PARA UN HOMBRE NORMAL.

iii. Verificar la validez del nuevo sistema, lo que a menudo implica experimentos de laboratorio, donde las variables apropiadas pueden ser controladas. En este caso, se requirán también verificaciones finales de la situación real, normalmente en trabajo de producción.

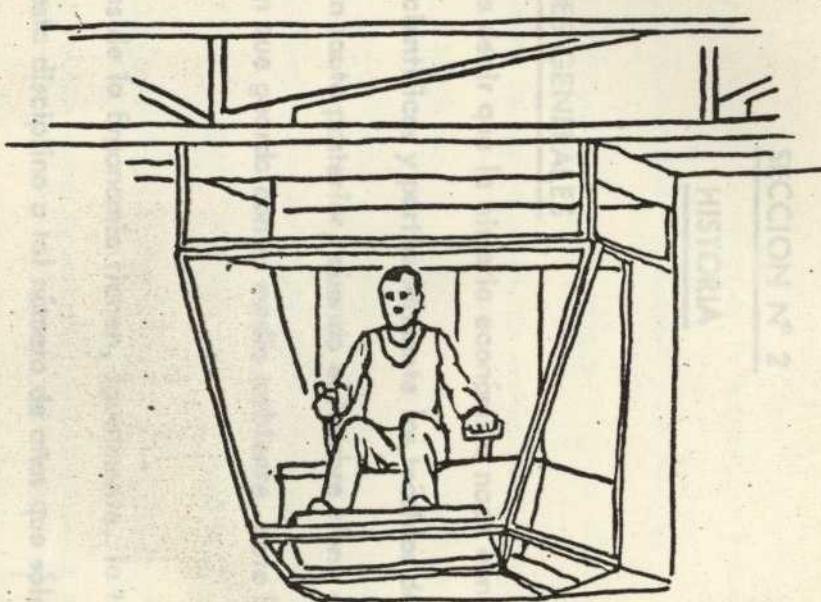
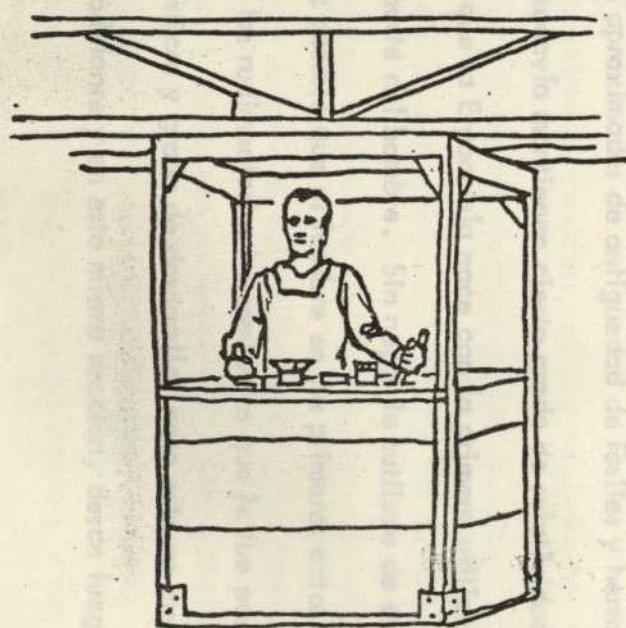
iv. Predecir los resultados probables de cualquier innovación que se recomienda. Las mejoras en las dimensiones de los asientos, en la altura de los bancos y su diseño, en la posición de los controles de las máquinas, el diseño de los paneles y de los diales y su distribución y posición, en la iluminación y en la reducción del ruido, usualmente traen consigo resultados en términos de facilidades de trabajo e incremento de la exactitud. Cuando la secuencia de las operaciones es diseñada lógicamente en el sistema de "display-control", y la fuerza y dirección de los movimientos de control siguen un patrón natural, el tiempo para entrenar operadores se reduce, a menudo en forma muy considerable. (1,5)

Es necesario señalar a estas alturas que en el curso de este trabajo emplearemos básicamente la palabra indicador o indicadores, según sea el caso, para expresar el concepto fundamental con que se usa la palabra display en la bibliografía técnica disponible en idioma inglés.

La Fig. N° 3, en la página siguiente, ilustra adecuadamente la relación entre el diseño y la amplitud de visión, a lo cual se ha hecho referencia en párrafos anteriores.

FIG: 3

### RELACION DISEÑO - AMPLITUD DE VISION



EL PRINCIPIO SIMPLE DE QUE UN OPERADOR DEBE PODER VER LO QUE ESTA HACIENDO PUEDE TENER EFECTOS FUNDAMENTALES SOBRE EL DISEÑO. EL CUERPO DE UNA CABINA DE GRUA CORRIENTE ( IZQ.) FUE REDESIGNADO PARA DAR AL OPERADOR UNA MAYOR VISIBILIDAD ( DER.)

La ingeniería es el mismo tiempo vieja y nueva. Su campo de estudio está todo lo que sucede en la industria.

#### 2. PERFIL HISTÓRICO

Las construcciones.

Junto con el diseño de la grúa, se ha hecho una serie de mejoras para la cabina. Algunas de estas mejoras han sido:

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

Mejorar las condiciones de trabajo por parte del operador.

CON N° 2  
HISTORIA

## SECCION N° 2

### HISTORIA

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Aunque se suele decir que la historia económica nace con la aparición del hombre en el planeta, los científicos y particularmente los teóricos de esta ciencia prefieren limitarla a una etapa un tanto posterior, cuando el hombre tiene conciencia de sus necesidades y de la relación que guarda con el medio ambiente, pero bajo términos de racionalidad.

Los historiadores de la Ergonomía tienen, igualmente, la tendencia a tratar de remontar el origen de esta disciplina a tal número de años que sólo permiten basar la veracidad de sus afirmaciones a través del Carbono 14 o cualquier otro moderno recurso para establecer relaciones aproximadas de antigüedad de fósiles y herramientas que, desde luego, para la ciencia todavía mantienen cierto grado de relatividad mensurable. Se pretende establecer así que la Ergonomía nace con la primera utilización de las herramientas de trabajo por parte del hombre. Sin negar la sutileza de estas afirmaciones, preferimos pensar que es posible que el hombre en sus primeros actos conscientes hubiese tratado de hacer uso de las rudimentarias herramientas que le fue posible construir, en función de sus características y grado de desarrollo, pero esto no puede ser denominado como Ergonomía. Más adelante y en esta misma sección, desde luego, confirmaremos estas aseveraciones.

#### 2. PERFIL HISTORICO DE LA ERGONOMIA

La Ergonomía es al mismo tiempo vieja y nueva. Su campo de estudio está cons-

tituido por los aspectos esencialmente humanos de la tecnología y puede ser definida como la optimización del ajuste mutuo entre el hombre y su trabajo.

Se ha dicho que la historia de la Ergonomía es larga en el sentido de que alguna atención se ha puesto al diseño de las herramientas desde que el hombre empezó a hacer las para procurarse su propia subsistencia. Lentamente, el arte de hacer herramientas se ha desarrollado desde la etapa de hacerle un filo a una hacha de piedra hasta la producción de una fábrica automatizada. En gran parte, este progreso está asociado con el avance de las ciencias físicas aplicadas. Además del desarrollo de la misma ingeniería, recientemente se ha dado una evolución análoga de las ciencias humanas aplicadas. El hombre ha descubierto lentamente formas de adaptar su ambiente de tal manera que se ajuste al mismo hombre: a su forma, a su fuerza y a sus defectos y limitaciones.

Cuando la evolución gradual del cambio tecnológico se acelera hasta constituir una revolución, se ponen prontamente de relieve ciertas insuficiencias en el conocimiento y en la perspectiva humana, y se advierte la necesidad de cambios en los enfoques fundamentales sobre algunos aspectos del trabajo del hombre. Por este motivo, han nacido en el presente siglo una multitud de técnicas gerenciales, en un intento de hacer frente a los numerosos problemas que surgen del cambio industrial. Las tareas que antes pertenecían al aficionado son hoy materia para profesionales. Es en este sentido que la Ergonomía es nueva. Sólo recientemente el estudio del hombre y su trabajo ha aparecido con su propio nombre y con sus propios profesionales, departamentos, cursos, libros de texto, publicaciones, sociedades de estudio y otras aportaciones de las disciplinas ya establecidas. (10.1)

La escena industrial contemporánea en la Gran Bretaña representa la culminación de un solevantamiento que empezó hace cerca de doscientos años. Antes de ese tiempo, el 80% de la población de seis millones residía fuera de los lugares poblados y se dedicaba principalmente a la agricultura. La mayor parte de la industria manufacturera, establecida como tal, estaba localizada en los hogares, frecuentemente como una alternativa estacional de la agricultura.

Durante la última mitad del siglo XVIII el ritmo de cambio se incrementó. La bien conocida historia empieza con la introducción de varias mejoras entre 1760-80 en la hilatura, con las cuales están asociados nombres como Hargreaves y Arkwright. El motor Newcomen, inventado durante el reinado de la Reina Ana, fue desalojado por los nuevos motores de vapor, cuya producción fue monopolizada por la firma Boulton and Watt.

La industria del hierro, que parecía estar al borde del olvido, fue dramáticamente revivida y el colossal incremento de la demanda de carbón condujo al establecimiento de grandes ciudades industriales en Yorkshire, Lancashire y en Clyde.

Ahora es posible, con la ayuda de dos siglos de percepción tardía de lo que debió hacerse, apreciar el estado total de inadecuación con que fueron recibidos esos cambios tecnológicos. La filosofía política del "laissez faire" prevalecía a pesar de la apremiante necesidad de controles y reformas.

Las ciencias humanas y la medicina, tal como se conocen hoy, eran virtualmente inexistentes. La sociología no era ni siquiera un sueño todavía. Las ideas de planeamiento urbano, que florecieron durante la Regencia, tenían muy pequeña influencia so-

bre los nuevos poblados industriales. (10.2)

### 3. PRECURSORES DE LA ERGONOMIA

Los efectos del cambio industrial sobre las condiciones de trabajo, tanto de los hombres calificados como de los no calificados, atrajeron la atención de Charles Turner Thackrah, quien había nacido en 1795 y cuyos treinta y ocho años de vida comprendían el reinado de tres monarcas y había sido testigo de grandes acontecimientos, tal como el desastre final de Napoleón en Waterloo. El joven Thackrah, reconocido como boticario y cirujano, pasó la mayor parte de su vida como practicante de esas profesiones en Leeds. Por naturaleza era un hombre difícil, pero se ganó el respeto de sus colegas en virtud de sus varias destacadas contribuciones a la medicina. Numerosas publicaciones médicas de su tiempo contienen sus colaboraciones sobre enfermedades específicas de trabajo, pero el primer tratado completo sobre el tema, y que constituye la principal contribución de Thackrah a la medicina, fue la obra de cerca de 40.000 palabras intitulada "Los Efectos de las Artes, oficios y profesiones y de los estados cívicos y hábitos de vida sobre la salud y la longevidad: con sugerencias para la eliminación de muchos de los agentes que producen enfermedades y acortan la duración de la vida". (10.2)

En este volumen, Thackrah describe sus observaciones sobre varias de las presiones a que están sujetos algunos grupos ocupacionales, tales como altas temperaturas, polvo y basura y comenta sus efectos sobre la salud.

En total se mencionan alrededor de trescientas ocupaciones. Es especialmente interesante advertir que Thackrah pudo utilizar las estadísticas del primer censo de po-

blación de 1801 para discutir las tasas de mortalidad relativas en los diferentes grupos ocupacionales, demostrando que "la duración de la vida humana es considerablemente menor en el West Riding, el distrito industrial, que en otras partes de Yorkshire". De los hombres de su propia profesión, Thackrah no está convencido de que su longevidad esté inevitablemente menoscabada, aunque "indagando ocasionalmente sobre quienes conocí de estudiante, he sido a menudo sorprendido por el número de muertes".

"La tuberculosis pulmonar no es de ninguna manera poco frecuente", y él mismo fue víctima de esta enfermedad en 1833.

En el año de la muerte de Thackrah fue aprobada la primera Ley efectiva sobre Fábricas. Bajo la Ley de 1601, los niños indigentes eran necesariamente aprendices de un oficio, y, por lo tanto, con el desarrollo de las fábricas textiles los propietarios pudieron obtener suministro de mano de obra en forma de legiones de niños provenientes de los hospicios. Estos pobres "aprendices" sólo tenían que ser vestidos, alojados y alimentados por sus empleadores; su status no podría distinguirse del de los esclavos. Alguna medida de protección constituyó la primera Ley de Fábricas de 1802, por la cual sus horas de trabajo fueron limitadas a doce diarias. El salario para los niños fue también incluido en los términos de una segunda Ley en 1819, la cual se aplicaba sólo a la industria del algodón y prohibía, además, el empleo de niños menores de nueve años.

La Ley de Althorp de 1833 fue la primera pieza de legislación realmente efectiva. Prohibió el empleo de niños menores de trece años, excepto a tiempo parcial (nueve horas diarias) y las horas de los jóvenes menores de dieciocho fueron limitadas a setenta y nueve por semana. (10.1) (10.2)

Aunque Thackrah no es contemporáneo de Adam Smith (1723-1790), es de presumir que hubiese leído las obras de este autor, particularmente "La Riqueza de las Naciones" y obtenido de ella valiosas informaciones para sus experimentos y escritos.

A pesar de que no disponemos de datos fehacientes es muy posible que el precursor de la Ergonomía y, especialmente, de la Medicina del Trabajo Charles Turner Thackrah (1795-1833), hubiese conocido personalmente y leído a David Ricardo (1782-1823), pues aunque ambos fueron de corta vida (Thackrah vivió 38 años y Ricardo 41 años) cuando el primero tenía 25 años de edad ya Ricardo aún joven había escrito sus "Principios" y con sólo 38 años de edad está a escasos tres años de su muerte.

La Ley Mines, nueve años más tarde, hizo mucho para mejorar las espantosas condiciones que prevalecían en la industria del carbón, prohibiendo el empleo de mujeres y de niños menores de diez años. El trabajo femenino fue nuevamente tema de legislación en la Ley Fielden de 1847, que redujo la jornada de trabajo de las mujeres a diez horas por día. Como buena parte del trabajo de los hombres dependía del de las mujeres, se ganó cierto grado de protección indirecta para ellos. Una dificultad para obligar al cumplimiento de la Ley surgió de la falta de definición de las horas laborables, pero en 1850 esta materia fue reglamentada estableciéndolas entre las 6 a.m. y 6 p.m., permitiendo hora y media diarias para tomar los alimentos. No fue sino hasta 1937 que materias tales como espacio, ventilación, temperatura y condiciones sanitarias fueron objeto de legislación.

Existe una fuerte tentación para hacer críticas injustas e imaginarias a la organización industrial como un todo en el período de la revolución. Es muy fácil pasar por

alto el hecho de que las actitudes y los valores evolucionan con los cambios tecnológicos; desde el punto de vista del bienestar, nadie estaba preparado para el cataclismo, ni con los conocimientos científicos, ni con los sentimientos humanitarios correspondientes.

Durante el curso del siglo XIX, los cambios industriales se consolidaron en Inglaterra. Las Uniones de Trabajadores, que habían sido ilegales durante el primer cuarto de siglo, fueron establecidas de pleno en la década de los setentas. Se construyeron los sistemas de transporte y de comunicaciones. El censo de 1807 reveló una población de nueve millones. Esta cifra fue doblada en los siguientes cincuenta años y nuevamente duplicada para 1901, con las tres cuartas partes de los habitantes aglomerados en las grandes ciudades.

Fue durante la segunda mitad del siglo pasado cuando se establecieron con propiedad las ciencias humanas, aunque pasó un tiempo considerable antes de que se sintiera su impacto en la industria.

En efecto, el primer estudio de importancia sobre la utilización efectiva del esfuerzo humano en la industria, se originó en el trabajo de un hombre sin adiestramiento fuera del campo de la ingeniería.

Frederick W. Taylor nació en Filadelfia en 1856 y trabajó primero como operador de máquinas y diseñador, y después se graduó de ingeniero mecánico. A la edad de 31 años fue nombrado Ingeniero Jefe de Midvale Steel Works. Taylor hizo contribuciones sustanciales sobre varios aspectos de la gerencia y de la tecnología del acero, pero es quizás más ampliamente recordado como el creador de los estudios de tiempo. Sus métodos en esta área fueron típicos de su actitud hacia todos los problemas gerenciales, a

saber: "desarrollar una ciencia para cada uno de los elementos del trabajo del hombre".

(10.2)

Uno de los más conocidos ejemplos de las investigaciones de Taylor sobre la actuación humana es el manual para el manejo de materiales a granel de Bethlehem Steel Works. Un gran número de trabajadores fueron contratados para palar una variedad de materiales diferentes; cada hombre usaba su propia pala. Debido a las diferentes densidades de los materiales, Taylor encontró que el peso de una paleada podría variar entre 3 1/2 lb, en el caso del carbón en grano hasta 38 lb, en el mineral de hierro. Taylor agregó que no podía lograrse un día eficiente sino mediante el uso del peso correcto, y procedió a investigar la cantidad de los diversos materiales que podían manejarse usando una variedad de palas construidas especialmente. Concluyó que el peso óptimo estaba entre los dos extremos antes anotados, y encargó palas de los tamaños apropiados para ser usadas con los diferentes materiales.

Introdujo un sistema de bonificaciones individuales. Como resultado de los cambios en la organización y métodos de trabajo, el costo de los materiales se redujo en cerca del cincuenta por ciento, que se tradujo para la compañía en una ganancia adicional de varios miles de dólares anuales.

Si la Ergonomía es definida como la aplicación de las ciencias humanas al trabajo, Taylor a duras penas puede ser mirado como ergonomista. El no conocía las ciencias humanas, las cuales, en todo caso, apenas si existían en su tiempo. La definición más amplia ofrecida en nuestro párrafo inicial —la cual incluye, por supuesto, la aplicación de las ciencias humanas— cubre adecuadamente las contribuciones de Taylor, ca-

racterizadas por dos rasgos importantes. Primeramente, está el reconocimiento de la existencia de un problema que puede solucionarse con una cuidadosa y metódica investigación (cuánta atención sistemática se había prestado a la optimización del tamaño de la pala durante el curso de miles de años de uso?).

En segundo término, está la investigación empírica, para hallar los hechos, que precede a cualquier alteración en los métodos de trabajo. En el caso de Taylor, tales investigaciones fueron totalmente "ad hoc". No hay discusión basada en un conocimiento de la anatomía o de la fisiología humanas. En su lugar, se tomaron medidas directas a los hombres en situaciones reales de trabajo. En el pasado ha existido alguna confusión sobre el carácter propiamente científico de tales estudios, y sobre el punto de vista muy difundido de que su metodología no era científicamente muy apropiada. Un punto de vista más razonable puede ser que "cualquier conocimiento relevante que exista de las ciencias humanas puede bien tomarse en cuenta cuando se presenten los problemas"; pero, en ausencia de una solución directa derivada de la literatura disponible, una investigación "ad hoc" constituye el procedimiento obvio y adecuado. Puede añadirse que cualquier evidencia sobre el comportamiento humano obtenida a nivel de laboratorio debe, en cualquier caso, ser cuidadosamente verificada con situaciones de la vida real antes de que se implementen recomendaciones de orden práctico. Las más grandes contribuciones de los científicos a los problemas prácticos vienen de su habilidad para atacarlos eficientemente y no a través de almacenamientos de conocimientos sobre los hechos.

El sistema de estudio de tiempos de Taylor consistía en analizar un trabajo en

sus movimientos simples elementales, el estudio de la efectividad de esos movimientos y la eliminación de los componentes inútiles; y la estimación de tolerancias proporcionales que deben ser agregadas para estimar los retrasos inevitables, los períodos de adiestramiento y la fatiga. Argüía Taylor que el tiempo necesario para la ejecución de cualquier tarea compleja podría ser obtenida sumando los tiempos requeridos para cada movimiento elemental y agregando las tolerancias proporcionales.

Es posible oponer numerosas objeciones al concepto del análisis de trabajo de Taylor. Por ejemplo, presta muy poca atención a los aspectos de una tarea que no pueda ser observada por un hombre con un reloj de control. En el caso de una labor de clasificación, puede demostrarse que el tiempo total requerido es función de las categorías de clasificación y por lo tanto no puede ser obtenido por la simple suma de los tiempos elementales de movimientos.

Numerosos otros ejemplos podrían aducirse para demostrar cómo los estudios iniciales de Taylor pueden ser enriquecidos como resultado de un mejor conocimiento de la actuación humana. Sobre el problema de las tolerancias por fatiga y sobre los que se relacionan con un óptimo ritmo de trabajo, es triste darnos cuenta de que hoy en día se conoce muy poco más de lo que se conocía cuando Taylor los descubría por primera vez en la década iniciada en 1890. En consecuencia, los valores generalmente aceptados son relativamente arbitrarios y tienen poco respaldo en los hechos reales. Esto, sin embargo, no significa que son necesariamente inútiles como medio para establecer un nivel satisfactorio de remuneraciones. (10.1)

El Estudio de Tiempos gozó de una adopción al uso general más rápida que las obras de los Gilbreth, quienes fueron pioneros contemporáneos de Taylor. Frank B. Gilbreth, un ingeniero, y su esposa Lilian M. Gilbreth, psicóloga, se ocuparon de una gran gama de variadas actividades conocidas bajo la denominación general de Estudios de Movimientos. Sus contribuciones se centran alrededor del descubrimiento de métodos que lleven a facilitar y hacer más eficiente el trabajo. Quizá su mayor aportación está constituida por las técnicas de investigación que introdujeron en el campo industrial. En 1912, los Gilbreth descubrieron el uso de una cámara de cine junto con un reloj muy exacto para estudiar en detalle los métodos usados por el hombre en el desarrollo de labores especializadas. Esto fue denominado estudio de micromovimientos. Otras técnicas fotográficas incluyeron el ciclógrafo por el cual la ruta de un dedo o de un pie es registrada por la película por medio de un pequeño bombillo adherido a él. Una modificación a este método, el cronociclógrafo, fue desarrollado mediante una interrupción de la luz del bombillo a intervalos regulares, a fin de producir una señal intermitente en la película de la cual se derive la velocidad del movimiento. (10.2)

El estudio de los movimientos de la mano condujo a la identificación de diecisiete clasificaciones fundamentales de movimientos, llamadas "Therbligs". Los problemas de diseño del trabajo fueron abordados inventando rutinas que minimizaban el tiempo requerido para cada combinación de "Therbligs".

El cuadro de actividad es un gráfico en el cual se muestra una secuencia de operaciones contra una escala de tiempo y es por lo tanto particularmente útil en el análisis del trabajo intermitente, tal como ocurre cuando un hombre cambia de máquina o

trabaja como miembro de un equipo. Desde el primer trabajo de los Gilbreth en esta área, se han desarrollado sistemas mucho más avanzados para tratar el mismo tipo general de problemas, desembocando en análisis cruzados como el de P.E.R.T.

Hasta el comienzo de la primera guerra mundial, el impacto de las ciencias humanas sobre la industria era casi ninguno. Los avances en los estudios humanos se habían realizado en el marco de la medicina y de la ingeniería. Para 1914, sin embargo, se habían hecho suficientes avances en fisiología y psicología para que esas ciencias pudieran empezar a ser aplicadas en el campo industrial.

El año de 1860, en el cual Fechner publicó sus famosos "Elementos de Psicofísica", se toma generalmente como el que marca el advenimiento formal de la psicología experimental. De allí sigue un período de intensa actividad, que empieza en Alemania y se expande a los Estados Unidos, durante el cual las sensaciones, percepciones y memoria humanas se convierten en tema de exhaustivos estudios. Los primeros investigadores se impusieron la tarea de estudiar las relaciones cuantitativas entre el cuerpo y la mente, y al hacerlo pusieron las bases de una ciencia que todavía emplea muchos de los mismos métodos de investigación, al tiempo que rechaza una buena parte de la orientación filosófica inicial.

La psicología alemana fue bien institucionalizada al final del siglo pasado. Por desgracia la psicología experimental no ha sido nunca bien recibida en las universidades de Gran Bretaña con el inevitable resultado de que, a pesar de gigantes intelectuales como Francis Galton, la psicología británica se ha rezagado. Durante los últimos años de la década de los noventas existió en Cambridge un laboratorio psicológico dirigido por Rivers, el cual llegó a ser, bajo la dirección de Myers y posteriormente de Bartlett, el mayor centro británico de psicología experimental. (3.4)

En 1901, una reunión de diez personas en el University College de Londres determinó la formación de la sociedad psicológica, la cual, cinco años más tarde, se convirtió en la Sociedad Psicológica Británica, nombre que aún conserva. En 1914, la Sociedad asumió la responsabilidad financiera de la "British Journal of Psychology", fundada diez años antes. En 1919, la sección industrial (renombrada en 1958 como la sección de psicología ocupacional) se creó para tratar los aspectos relacionados con el naciente interés en los aspectos humanos de la industria.

Durante el año siguiente, Myers se dedicó al establecimiento del Instituto Nacional de Psicología Industrial que fue incorporado como compañía en 1921 "para la aplicación de la psicología y la fisiología a la industria y al comercio". Durante el período entre las dos guerras, las actividades de investigación del Instituto fueron financiadas principalmente por instituciones de caridad, pero desde 1956 ha recibido algún subsidio del gobierno. Una gran parte del trabajo del Instituto se dedica a la orientación vocacional, selección de personal y desarrollo de "tests" psicológicos. El Instituto también publica la revista "Occupational Psychology".

Las dificultades de producción durante la guerra condujeron a la formación del Comité de Salud de Trabajadores de Municiones. Este grupo, que incluyó entre sus miembros a psicólogos y fisiólogos, constituye la primera asociación de personas congregadas para ocuparse de los problemas que conforman el dominio de la Ergonomía. Después de la guerra el grupo fue reconstruido como la Oficina de Investigaciones sobre Fatiga Industrial (Industrial Fatigue Research Board). De ahí siguió una larga sucesión de reportes de investigación sobre los más distintos temas, hasta el punto de que en la mayoría de los casos el

trabajo era de carácter inicial y exploratorio. Los estudios relevantes sobre áreas relativamente especializadas originados en ese tiempo, estuvieron constituidos por el trabajo de Weston sobre la iluminación y la actuación visual, y el de Bedford sobre confort térmico.

Si la segunda guerra mundial no hubiese estallado en 1939, es dudoso que la Ergonomía, como tal, pudiera existir hoy día. No quiere ésto decir que la Ergonomía esté de ninguna manera asociada con la actividad militar. La situación de tiempo de guerra representa, en determinados aspectos, una colossal exageración de los problemas que existen en una sociedad industrializada y proporciona adicionalmente, un ímpetu motivacional muy considerable para atacar problemas.

Durante la guerra surge la necesidad de adiestrar un gran número de hombres en corto tiempo para llevar a cabo tareas con las cuales no están familiarizados; de entrenar mujeres para desempeñar trabajos "masculinos"; de producir en masa tipos de equipo recién diseñados, tales como aviones, y de hacer operable ese equipo por una gran proporción de la población; de exponer a la gente a condiciones ambientales extremas y de protegerla, dentro de lo posible, de los efectos adversos. La operación de ordenar una guerra dentro de esos lineamientos, equivale a hacer una revolución industrial en un período dramáticamente corto. (10.1)

Como consecuencia, fue realizada una gran cantidad de trabajo de los factores humanos sobre una extensa gama de actuaciones, incluyendo el manejo de aviones, la vigilancia de radares y muchas otras actividades. Cuando llegó la cesación de hostilidades se había acumulado un número considerable de datos y una gran cantidad de personas se interesaron en las aplicaciones industriales de las ciencias humanas. Lo que faltaba era la coordi-

nación de las diferentes disciplinas. Los fisiólogos y los psicólogos tendían a trabajar por separado, regresando, después de la guerra, a sus unidades aisladas. Tampoco tenían mucho contacto con los que se ocupaban de los aspectos de ingeniería de la industria.

El Consejo de Investigaciones Médicas apoyó la unidad de investigación de psicología aplicada en Cambridge, la cual es todavía la mayor institución de su género en el Reino Unido. En 1948, ocurrió en Oxford una fusión entre un grupo que trabajaba en problemas anatómicos y antropométricos, y un equipo de Queen's Square que estudiaba los efectos fisiológicos de los factores climáticos en la actuación humana. Parte de las actividades de esta unidad de investigación consistieron en asesorar a las empresas industriales y realizar las investigaciones "ad hoc" que creyeran apropiadas. En Hampstead y otros lugares, varios establecimientos de investigaciones médicas realizaron asimismo diferentes trabajos de relevancia para la Ergonomía.

Los estudios psicológicos, iniciados como mediciones académicas de las capacidades humanas, dieron lugar a la aplicación en muchas áreas de problemas ocupacionales. El estudio de la visión, por ejemplo, condujo a aplicaciones tales como la iluminación de las fábricas, la eliminación de los reflejos y el diseño de instrumentos. El estudio del oído dio lugar al diseño de sistemas de audio-comunicación y al control del ruido. Por muchos años los psicólogos han discutido el concepto de "atención", esa facultad humana de importancia cardinal en las labores de vigilancia e inspección. Muchos aspectos del trabajo especializado, tales como la velocidad de adquisición de la pericia, y las condiciones bajo las cuales ella decae, tienen obvia relevancia en muchas situaciones industriales y militares. El estudio de las diferencias individuales ha conducido al desa-

rrollo de una variedad de técnicas de selección de personal, y el estudio de los mecanismos de aprendizaje indujo al desarrollo de programas eficientes de adiestramiento industrial. Se han realizado investigaciones intensivas sobre los efectos del envejecimiento, sobre el trabajo. Las relaciones entre la propensión a los accidentes y otros aspectos de la personalidad humana, han sido igualmente estudiados. Otras investigaciones psicojógicas se han dirigido hacia la reducción del aburrimiento y la fatiga.

La anatomía y su pariente la antropometría, han suministrado datos de los tamaños del cuerpo humano, la gama de movimientos de las articulaciones y la fuerza que debe ejercerse sobre diferentes clases de controles de máquinas. La mayor contribución de la fisiología es probablemente el desarrollo de métodos para medir la energía consumida en el desempeño de varios tipos de labores. Otras contribuciones fisiológicas incluyen el estudio de los efectos de los extremos climáticos sobre el resultado del trabajo. Algunas técnicas de electro-fisiología han tenido igualmente aplicación a situaciones ocupacionales.

Aunque existen pruebas de actividades similares llevadas a cabo casi al mismo tiempo en otros países de Europa y en U.S.A., no hay lugar a dudas de que el esfuerzo inglés fue pionero y evidentemente seguido de cerca por los países más avanzados del siglo.

En los últimos años de la década de los cuarentas, había suficiente actividad como para que la situación estuviera madura para que las diferentes personas interesadas se reunieran a discutir el futuro de su trabajo.

Así, a mediados de 1949, un grupo de personas se reunieron en la oficina de K.

H.F.Murrell en el Almirantazgo y resolvieron formar un equipo para intercambio de información. De esta reunión surgió, a fines del mismo año, la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas. (10.1) (11.2)

Uno de los primeros problemas que afrontó el nuevo grupo consistió en la selección de un nombre para describir su empresa. El objeto era desarrollar una materia interdisciplinaria que aunara humanistas, médicos, ingenieros y otros especialistas que se relacionaran con los aspectos humanos de la industria. Por lo tanto, el nuevo nombre no debía enfatizar en particular ninguna de las materias componentes. Era deseable, sin embargo, escoger una raíz corta que fuera válida para varios idiomas, además del inglés. Las derivadas de la palabra latina "Laborem" fueron descartadas porque podrían dar alguna idea de sabor político. Las raíces griegas alternativas parecieron más apropiadas. Entonces, por insinuación de K.H.F. Murrell, se aceptó Ergonomía (Ergonomics) del griego ergon, trabajo y nomos, ley natural. El adjetivo es ergonómico y el profesional ergonómico. Algunas palabras muy similares se han acuñado en varios idiomas europeos. El ocasional uso belga de ergología es menos satisfactorio etimológicamente, puesto que en griego "logos" se refiere a las leyes hechas por el hombre en lugar de las leyes naturales, por lo cual ergología sugiere más bien el estudio de la legislación industrial.

La Sociedad celebra una conferencia anual, y numerosas reuniones científicas. Además, desde 1959 viene editando su propia revista trimestral "Ergonomics". Un buen número de organizaciones han apoyado el crecimiento de la Ergonomía en el Reino Unido y fuera de él. La Oficina Europea de Productividad promovió una visita de un grupo de ergonómistas y sindicalistas de los países miembros de la Organización para la Cooperación Económica Eu-

ropea a los Estados Unidos en 1956. Esta fue seguida de un seminario celebrado en Leiden el año siguiente, con el objeto de intercambiar información científica entre los representantes de los doce países que participaron. Dos años después la tercera reunión del proyecto E.P.A. tomó la forma de conferencia científica en Zurich, a la cual asistieron científicos, grupos patronales y sindicalistas de catorce países. Al final de la conferencia, tanto los grupos patronales como los sindicalistas dejaron constancias de su apoyo entusiasta a la Ergonomía, en las cuales no sólo se destacaban sus beneficios en el incremento de la productividad, sino que se le consideraba "como un enfoque científico para aliviar el peso del trabajo en interés del hombre". En el seminario de 1959, fue señalada la urgencia de formar un organismo internacional para facilitar los contactos entre los científicos de todo el mundo, y se nombró una comisión que se encargara de preparar dicha organización.

Como consecuencia se creó en 1959 la Asociación Internacional de Ergonomía con el objeto, no sólo de fomentar la comunicación entre psicólogos, anatónomos y fisiólogos, sino de alentar la divulgación del conocimiento de la Ergonomía entre ingenieros, economistas, médicos, dirigentes industriales y asociaciones laborales.

La A.I.E. celebró su primer congreso internacional en Estocolmo en agosto de 1961; el segundo tuvo lugar en Dortmund en septiembre de 1964 y el tercero en Inglaterra en 1969. El quinto se reunió en Amsterdam en junio de 1973.

El Departamento de Investigaciones Científicas e Industriales, junto con el Consejo de Investigaciones Médicas, promovió varios proyectos de investigación en el área de la Ergonomía. Los proyectos de la Comisión para la Eficiencia Individual en la Industria,

por ejemplo, dieron el apoyo inicial a la formación de secciones de Ergonomía en la Asociación Británica de Investigación de Calzado y negocios similares (British Boot, Shoe and Allied Trade Research Association) y en la Asociación Británica de investigación de hierro y acero (British Iron and Steel Research Association).

El D.I.C.I. creó un comité de Ciencias Humanas en la Industria para dar asesoramiento en la promoción de investigación y subsecuentemente se formó un sub-comité de Ergonomía.

El Consejo Británico de Productividad ha apoyado la causa de la Ergonomía organizando numerosos seminarios en varias partes del país. La Ergonomía ha sido también introducida en numerosas instituciones educacionales. En 1960, se creó la cátedra de Ergonomía en el Departamento de Economía y Producción de Aviones del Consejo de Aeroáutica de Cranfield. Subsecuentemente, se organizó un curso de Ergonomía de un año para graduados, y se han adelantado varios trabajos de investigación sobre diferentes aspectos de esta naciente disciplina. En el mismo año, poco después, se abrió el Departamento de Ergonomía y Cibernética en el Colegio de Tecnología de Loughborough. Originalmente se empezó con trabajos de investigación y enseñanza de postgrado pero recientemente se inauguró un curso de cuatro años de pregrado en Ergonomía y Cibernética. La Ergonomía ha sido incluida también en otros programas de adiestramiento, tales como los cursos de diseño industrial del Real Colegio de Artes y del Colegio de Ciencia y Tecnología de Manchester.

En el Continente Europeo la Ergonomía ha florecido en varios países de una manera que hace aparecer rezagada a la Gran Bretaña. En Holanda, por ejemplo, la Philips

ha establecido un grupo de ergonomistas en Eindhoven, con subgrupos situados en cada fábrica. Desde 1963 existe la Sociedad Holandesa de las Investigaciones Ergonómicas (Netherlands Ergonomics Research Society). Francia posee asimismo su propia sociedad y varios laboratorios de investigación, como el de Estrasburgo. Un número considerable de investigaciones ergonómicas en vehículos de motor ha sido realizado por la Renault. Similarmente en Suecia, Alemania, Bélgica y Suiza se adelantan investigaciones y la industria está cada vez más interesada en los nuevos planteamientos.

En los Estados Unidos ha ocurrido un tipo de evolución ligeramente distinta. La Sociedad de Ingeniería Psicológica, división de la Sociedad Americana de Psicología y la Sociedad de Factores Humanos son las dos organizaciones profesionales interesadas. Una enorme cantidad de dinero gubernamental ha apoyado la investigación, el grueso de la cual ha tenido carácter psicológico y militar. El término "Ergonomía" no es usado en los Estados Unidos y la contribución de la anatomía y la fisiología ha sido menor que en el mercado europeo. (11.1) (11.2)

En América Latina ha sido México, una vez más, tal como lo hizo con el movimiento de productividad el país que primero se ha interesado por el problema. En Venezuela, en forma organizada y a manera introductoria sólo dos artículos periodísticos del autor y el presente trabajo son el primer "toque a la puerta", que quizás como origen de una preocupación productivista se hace a la opinión nacional de los científicos, investigadores, industrialistas o preocupados por los problemas humanos del trabajo. (10.2)

No obstante, algunas Facultades de la Universidad Central de Venezuela ya hacen ligeras incursiones en la materia y tanto en el Ministerio del Trabajo (Dirección de

Previsión Social) como en el Instituto Venezolano de los Seguros Sociales (División de la Salud Ambiental), se realizan estudios específicos e investigaciones cada vez de mayor rango.

#### 4. EL ORIGEN DE LA ERGONOMIA

Aunque la modificación de los procesos industriales con miras a elevar el rendimiento, a mejorar las condiciones de trabajo suprimiendo los peligros para la salud y a aumentar la seguridad del trabajador han coincidido prácticamente con el desarrollo mismo de la industria, lo que caracteriza a la Ergonomía es su nuevo enfoque de estas cuestiones y la combinación de diversas técnicas que utiliza para ello.

El extraordinario desarrollo de la industria en el curso de los últimos dos siglos ha dado como resultado que los hombres dependen cada vez más de las máquinas para su subsistencia, pero ha permitido también alcanzar niveles más elevados de vida y lograr un control más completo y eficaz del medio ambiente. Sin embargo, hasta hace relativamente poco tiempo el desarrollo de la industria había sido causa de muchas penalidades y sufrimientos para grandes sectores de la población.

Desde los tiempos en que se crearon las primeras fábricas textiles, la organización de la industria e incluso las máquinas mismas habían sido ideadas más bien en función del proceso industrial que se trataba de facilitar, que de las necesidades y conveniencias de los operarios que intervenían en él. De esta suerte, el hombre había llegado a perder la importancia central que tenía en el proceso de producción en la época de florecimiento de la artesanía. En efecto, el trabajador se había ido convirtiendo poco a poco en un servidor de la máquina, atado de pies y manos a su ritmo inexorable.

El propio desarrollo de la maquinaria ha alcanzado un punto tal en que ya no presenta un factor limitativo en la velocidad de la producción, lo cual, a su vez, ha dado lugar en forma creciente a repercusiones físicas y mentales en el operario.

Estos efectos comenzaron a ponerse de manifiesto hace más de cincuenta años, é-  
poca en que, por ejemplo, se reconocía que la precaria condición física de los reclutas  
del ejército inglés podía imputarse a una serie de factores, entre los que se contaban la  
mala alimentación de los trabajadores de la industria y las malas condiciones de trabajo  
prevalecientes en ésta. Sin embargo, la investigación y el progreso científicos eran len  
tos y, por otra parte, los esfuerzos para combinar más eficazmente los elementos de la  
unidad constituida por el hombre y por la máquina se encaminaban principalmente a au-  
mentar la productividad. Sólo en forma muy gradual se ha ido adquiriendo conciencia  
de la necesidad de prestar la misma atención al factor humano en la industria.

La experiencia de dos guerras mundiales, como anotamos anteriormente, ha con-  
tribuido a estimular la adopción de medidas positivas en este terreno. Las guerras han en  
riquecido siempre nuestros conocimientos sobre la capacidad de rendimiento del hombre  
en condiciones de tensión, pero solamente durante la primera guerra mundial se inicia-  
ron los estudios preliminares para determinar el rendimiento de los trabajadores en la in  
dustria, estudios que se acompañaron de otras encuestas científicas sobre la relación que  
existe entre las condiciones de trabajo y la salud. Por ejemplo, la preocupación que cau-  
saba la fatiga de los trabajadores empleados en las fábricas de municiones del Reino Uni-  
do condujo al establecimiento de la Junta de Estudios de la Fatiga en el Trabajo, bajo cu  
yos auspicios un grupo de fisiólogos y de psicólogos llevaron a cabo determinadas encues-  
tas sobre los efectos de las condiciones de trabajo en la salud y el rendimiento de los

trabajadores. Estos valiosos estudios precursores ejercieron, sin embargo, escasa influencia en la industria entre 1920 y 1940, y los progresos a este respecto fueron lentos, debiendo posiblemente a que el exceso general de mano de obra eliminaba la necesidad de efectuar economías en este aspecto de la producción.

La segunda guerra mundial, valga la pena insistir, contribuyó notablemente al estudio del rendimiento, en razón de las exigencias extremas que impuso a quienes participaron en el esfuerzo bélico, y que, por ejemplo, dieron lugar a dificultades en el control y manejo del radar, de los sistemas de defensa antiaérea, de aviones de gran velocidad y otro equipo militar. La complejidad de todos estos aparatos, la necesidad de diseñar razonablemente los locales de operaciones de defensa antiaérea y de fabricar ropas apropiadas para hacer frente a condiciones climatológicas extremas, así como el establecimiento de normas adecuadas de construcción para satisfacer las necesidades humanas de los conductores de tanques, para aumentar su protección, visibilidad y rendimiento, y otros problemas similares, revelaron claramente que la evolución tecnológica había llegado a un punto en que eran más bien las aptitudes físicas y mentales de las personas que manejaban las máquinas que las potencialidades del propio equipo las que imponían limitaciones al rendimiento. Para lograr ulteriores progresos en este terreno era, pues, necesario proceder al estudio de estas limitaciones humanas y procurar que el equipo correspondiente se concibiera en función de las mismas. Además, especialmente durante las últimas décadas, los adelantos tecnológicos alcanzados en la industria, relacionados frecuentemente con la automatización, han dado lugar cada vez más a la construcción de máquinas que amenazan imponer severas exigencias a los trabajadores que las utilizan; algu-

nas veces, tales aparatos han resultado ser excesivamente complejos para que una persona pueda controlarlos eficazmente, o son de funcionamiento tan rápido que, para seguir su propio ritmo, el trabajador se ve obligado a rebasar los límites de su resistencia normal. (10.1). En consecuencia, se ha ido recurriendo cada vez más frecuentemente a los ergonomistas para que éstos asesoren a los ingenieros diseñadores de máquinas.

Es así como la Ergonomía empezó a situarse en primer plano; en efecto, aunque con anterioridad a la segunda guerra mundial se habían aplicado en cierta medida las ciencias biológicas humanas al diseño de maquinaria y a la dirección de operaciones industriales, en los estudios realizados durante la guerra y después de ella se ha insistido sobre tres puntos fundamentales. En primer plano, dichos estudios se han concentrado en el diseño de equipo industrial para asegurarse de que su funcionamiento no rebasa los límites de las aptitudes humanas, en lugar de intentar —por un proceso de selección y de formación profesional— de adaptar los trabajadores a las exigencias de determinadas tareas; en segundo lugar, se reconoció la necesidad de que los problemas de aplicación fueran abordados teniendo en cuenta algunos principios fundamentales o supuestos básicos, y, por último, se hizo patente la interrelación esencial que existe entre la anatomía funcional, la fisiología y la psicología experimental, insistiéndose al mismo tiempo en la necesidad de establecer una colaboración estrecha y permanente entre los investigadores dedicados a estas disciplinas, así como entre éstos y los ingenieros encargados del diseño de maquinaria y de organizar el trabajo, y con el trabajador encargado de su ejecución.

En Estados Unidos, en donde los trabajos iniciales se debieron en gran parte a

las necesidades de las fuerzas armadas, los principales temas de estudio han sido hasta ahora los efectos que ejercen los grandes esfuerzos de poca duración sobre hombres jóvenes y físicamente aptos. En Europa, los estudios realizados se han concentrado particularmente en la solución de problemas del trabajo; así como los estudios efectuados especialmente por los psicólogos industriales se han hecho en el Reino Unido y por los físicos del trabajo en la República Federal de Alemania y en Suecia. (10.1)

El primer intento de integrar la tecnología con las ciencias biológicas en un sistema para abordar los problemas humanos de trabajo se efectuó en el Reino Unido a raíz de la constitución, en 1949, de la Sociedad de Estudios Ergonómicos (Ergonomics Research Society), organismo que, por otra parte, introdujo el término con que se conoce esta nueva especialidad. En Estados Unidos existen en la actualidad dos organizaciones profesionales que se ocupan directamente de la solución de este tipo de problemas, a saber: la Sociedad de Psicólogos del Trabajo (Society of Engineering Psychologists), que constituye una división de la Sociedad Estadounidense de Psicología (American Psychological Association), y la Sociedad de Factores Humanos (Human Factors Society). (11.2) El creciente interés manifestado por esta nueva disciplina condujo al establecimiento, en 1955, de un proyecto de estudio bajo los auspicios de la Agencia Europea de Productividad. El objetivo final era convocar una conferencia internacional tripartita en la que hombres de ciencia y técnicos pudieran exponer a los representantes de los empleados y de los trabajadores procedentes de diversos países europeos, las contribuciones de sus respectivas especialidades a la nueva disciplina, así como los resultados prácticos que hasta entonces se habían obtenido para adaptar el trabajo y el medio ambiente del mismo al trabajador.

La conferencia se celebró finalmente en Zurich en marzo de 1959 y en ella se estudiaron las siguientes cuestiones:

- i) Trabajo muscular pesado: Límites fisiológicos de la función muscular en el hombre; gasto de energía óptimo por unidad de tiempo y efectos de las condiciones climatológicas y de los períodos de descanso sobre la capacidad de trabajo del hombre.
- ii) Factores anatómicos que intervienen en la distribución del lugar del trabajo: Diseño adecuado del lugar de trabajo, incluidos los bancos y asientos, organización de la tarea (componente y equipo), habida cuenta de los estudios antropométricos.
- iii) Presentación y utilización de los datos relativos a los procesos de trabajo: Instalación y demostración de todos los tipos de instrumentos indicadores y de tableros de instrumentos, para facilitar su compresión y para indicar su manejo adecuado dentro de los límites de la capacidad fisiológica humana.
- iv) Diseño de los instrumentos de control: Diseño, posición y dirección del movimiento de los aparatos de control (palancas, volantes, etc.), de suerte que los movimientos que imprime el operario se adapten a las características normales físicas y mentales del mismo.
- v) Iluminación: Suministro de buena iluminación desde el punto de vista de la comodidad, el rendimiento y la seguridad de los trabajadores.
- vi) Ruido: Control de la intensidad del ruido, desde el punto de vista del daño causado al aparato auditivo, del efecto psicológico que el ruido ejerce y del obstáculo que representa para la comunicación eficaz por la palabra durante el trabajo.
- vii) Condiciones de temperatura y de humedad del lugar del trabajo: Efectos de

las temperaturas y grado de humedad extremos sobre la capacidad de trabajo y necesidad de establecer períodos de descanso y de aplicar métodos de control de tales condiciones del medio ambiente.

viii) Factores biológicos que intervienen en la disposición de los períodos de trabajo: Factores que influyen sobre la fatiga, tales como la duración y la intensidad del período de trabajo, la frecuencia y la duración de los períodos de descanso y los efectos sobre el trabajo por equipos.

Todo ello justificó el hecho del mayor énfasis que damos a la aportación de las Ciencias Biológicas a la Ergonomía, sin desechar o menoscabar el estudio de la ingeniería, el diseño, la economía y otras disciplinas.

La medición es el fundamento de la ciencia, por ella todo hombre de ciencia que se enfrenta con un problema lo descompone en sus elementos fundamentales, mide la influencia que cada uno de ellos ejerce sobre los demás en términos de acción y de reacción e interpreta el problema de que se trata en función de las cantidades así obtenidas. Las ciencias biológicas, en su estudio del hombre que trabaja, no constituyen una excepción a esta regla. Así, la acción (o estímulo), en este caso las condiciones físicas de trabajo, puede medirse con una serie de unidades de medida (grados, decíbelos, lux, humedad relativa, etc.), mientras que la reacción, es decir, la respuesta del trabajador colocado en ese medio, puede medirse bien en términos absolutos (temperatura, pulsaciones, tiempo de reacción o consumo de oxígeno), bien mediante índices estadísticos tales como los que

### SECCION N° 3

#### RELACION CON OTRAS DISCIPLINAS

##### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Evidentemente que la ciencia que más ayuda o de que más se sirve la Ergonomía es la Biología o, mejor dicho, las Ciencias Biológicas. Cabría agregar que las Ciencias Biológicas al servicio de las Ciencias Económicas conforman la Ergonomía, que tiende en primer término a favorecer al hombre que trabaja, luego a la empresa y finalmente al sistema productivo de un país.

Todo ello justifica el hecho del mayor énfasis que damos a la aportación de las Ciencias Biológicas a la Ergonomía, sin desechar o menosciciar el estudio de la ingeniería, el diseño, la economía y otras disciplinas.

La medición es el fundamento de la ciencia, por ello todo hombre de ciencia que se enfrenta con un problema lo descompone en sus elementos fundamentales, mide la influencia que cada uno de ellos ejerce sobre los demás en términos de acción y de reacción e interpreta el problema de que se trata en función de las cantidades así obtenidas. Las ciencias biológicas, en su estudio del hombre que trabaja, no constituyen una excepción a esta regla. Así, la acción (o estímulo), en este caso las condiciones físicas de trabajo, puede medirse con una serie de unidades de medida (grados, decibeles, lux, humedad relativa, etc.), mientras que la reacción, es decir, la respuesta del trabajador colocado en ese medio, puede medirse bien en términos absolutos (temperatura, pulsaciones, tiempo de reacción o consumo de oxígeno), bien mediante índices estadísticos tales como los que

expresan el rendimiento, el número de errores, la frecuencia o gravedad de los accidentes, las tasas de enfermedad, de ausentismo, etc.

En toda investigación, el hombre de ciencia dispone el experimento que se propone realizar en forma tal que puede aislar el efecto que ejerce el factor en cuya medición está interesado.

Cuanto más perfeccionada sea su técnica, tanto más seguro estará de que los efectos que se propone investigar son imputables a una acción determinada o de que una acción determinada produce cierto efecto. Esto presenta ya de por sí suficientes dificultades en la mayor parte de las especialidades científicas, pero en el terreno que estamos examinando, donde la interdependencia de los diversos factores es de tan suma importancia, los obstáculos son considerables. Aunque para medir las reacciones variables del ser humano pueden utilizarse muchas técnicas diferentes, nunca hay que olvidar que estamos tratando justamente de un ser humano, esto es, una combinación sumamente compleja de reacciones físicas y, sobre todo, emocionales: un ser vivo dotado de personalidad y de adaptabilidad. Sin embargo, la influencia que ejercen los factores del medio ambiente sobre el individuo puede evaluarse con considerable precisión y el perfeccionamiento de los instrumentos y de la técnica están mejorando constantemente la exactitud de los resultados obtenidos, aunque la solución final nunca será más que una aproximación, susceptible de diversas interpretaciones y que representa el término medio de extremos frecuentemente muy distantes entre sí.

Pero las dificultades que presenta el estudio de un problema no constituyen una excusa para eludirlo. A fin de facilitar al arquitecto, al ingeniero diseñador de máquinas

o al técnico especializado en instalaciones de calefacción, iluminación o ventilación, los datos informativos necesarios que les permitan planear o modificar el medio ambiente de trabajo, el especialista en ciencias biológicas humanas habrá de proceder al estudio de las reacciones del hombre ante las numerosas y variadas influencias del mundo que le rodea recurriendo para ello a una amplia gama de procedimientos y métodos técnicos. Y no solamente ha de estudiar esas reacciones, sino que deberá comparar los resultados por él obtenidos con los logrados por otros hombres de ciencia en especialidades conexas, de suerte que, en este tipo de actividad científica, más que en ninguna otra, es fundamental el trabajo de equipo. Tampoco es posible que el biólogo trabaje aisladamente sin colaborar con el ingeniero, el empleador y el trabajador, puesto que todos ellos han de prestar alguna contribución al estudio de las reacciones del hombre en relación con su medio ambiente de trabajo.

Como ya hemos indicado, las principales disciplinas científicas que intervienen en los estudios referentes a la adaptación del trabajo al factor humano son la antropometría, la fisiología y la psicología; veamos a continuación algunos detalles al respecto. (10.1)

## 2. LA ANTROPOMETRÍA

El cuerpo humano es como una máquina extraordinaria, integrada por una compleja disposición de palancas, bisagras y juntas, dirigidas por un sistema de mando autónomo, que puede funcionar por su cuenta en una serie infinita de circunstancias y decidir por sí misma cómo debe realizarse una función, lo que con justicia hace que se la considere una máquina única en su género. El análisis de las características esenciales de la estructura del hombre, tan importantes para el diseño de los útiles de trabajo con que labora, se

conoce con el nombre de antropometría, que es el estudio de las proporciones y medidas de las diversas partes del cuerpo humano, tales como el peso, la estatura, la longitud de los brazos, la altura de los hombros y la proporción entre la longitud de las piernas y la del tronco, teniendo en cuenta la variación de las diversas medidas individuales en torno a un promedio. (3.3)

La antropometría se ocupa además del funcionamiento de las diversas "palancas" musculares e investiga las fuerzas que pueden aplicarse según las diversas posiciones por diferentes grupos de músculos. Algunos de éstos, como, por ejemplo, los músculos de la espalda y de las piernas son voluminosos y potentes y capaces de desarrollar un esfuerzo considerable sin fatigarse pronto. Otros, como los pequeños músculos de la mano, pueden realizar movimientos muy rápidos y complejos, pero no pueden ejercer la misma fuerza que los grandes músculos. Por otra parte, ciertos músculos pueden funcionar más eficazmente cuando el individuo se encuentra de pie; otros, cuando se halla sentado. Así, por ejemplo, los brazos ejercen mayor fuerza al nivel del hombro cuando el individuo está de pie, mientras que funcionan más eficazmente al nivel del codo cuando está sentado.

Numerosos experimentos de laboratorio han determinado las fuerzas que pueden ejercer los diferentes grupos de músculos según las diversas posiciones que adopta el individuo y han permitido asimismo determinar los factores que limitan ciertas funciones musculares. Algunas publicaciones especifican la intensidad de estas fuerzas. Aparte los sistemas simples de pesas y poleas, entre los instrumentos que se utilizan para investigar las fuerzas ejercidas o el trabajo muscular, cabe citar el dinamómetro que mide directamente las fuerzas mecánicas y el electromiógrafo, que mide los impulsos eléctricos producidos

por la contracción muscular. (3.3)

#### A. FACTORES ANATOMICOS QUE INTERVIENEN EN EL TRABAJO

El estudio de tiempos y movimientos trata de los factores anatómicos que intervienen en el trabajo sin dar quizá la debida importancia a la contribución científica que puede prestar en este sentido la antropometría. Muchos de los estudios realizados a este respecto se han basado en el sentido común, lo cual no es suficiente en este caso, ya que la posibilidad de que un grupo de músculos se fatigue excesivamente no se pone quizá de manifiesto durante la fase inicial del experimento, a menos que el mismo se realice con arreglo a normas científicas adecuadas.

En muchísimos casos, el ingeniero diseñador de la máquina sólo piensa en las funciones que ésta habrá de realizar; el fabricante constructor, en la resistencia de las más partes de la máquina, y el empleador usuario de ella, en su rendimiento teórico. Pero ninguno de ellos acostumbra tener en cuenta las funciones, la resistencia a la fatiga y el rendimiento del trabajador que habrá de utilizar la máquina en cuestión.

Al diseñar el equipo industrial y organizar los métodos de trabajo es menester tener presente la posición de los conmutadores, llaves, manivelas, pedales, palancas de engranaje y otras piezas en relación con la posición de trabajo de los operarios y de su capacidad de alcance y fuerza. Una de las funciones importantes del especialista en antropometría, que frecuentemente exige la aplicación de sus conocimientos especiales, consiste en el diseño de asientos para diversos fines industriales. Así, son diferentes los tipos de asientos que se requieren para el mecanógrafo, el piloto de aviación, el conductor de autobuses, el dibujante, el empleado de dirección de una empresa, etc. (3.3)

El diseño de cabinas para diversas máquinas (locomotoras, autobuses, máquinas exploradoras, grúas, etc.), implica un estudio de la relación que existe entre el operario y los instrumentos de mando, así como respecto de su campo visual libre en la zona de trabajo. Asimismo, al proceder al diseño de escaleras, las circunstancias especiales de su utilización, en función del promedio de proporciones físicas de las personas que las utilicen, determinarán el ancho de los peldaños y la altura de los escalones.

El diseño de escaleras y cálculo del ancho y la altura de sus tramos dependerán de las mismas consideraciones.

Existen cuadros en los que se indican las proporciones medias de los habitantes de diferentes países, señalándose asimismo la amplitud de las variaciones respecto de dicho promedio.

Sin embargo, la antropometría no se ocupa solamente de las posiciones de trabajo y de las cargas estáticas que han de soportar los músculos. Así, la manipulación de mercancías, que siempre será necesario efectuar en determinadas circunstancias, implica el levantamiento y acarreo de pesos, habiéndose dedicado muchos estudios al llamado "manejo cinético", que consiste en el estudio de cómo levantar más adecuadamente los objetos que han de transportarse, teniendo en cuenta la posición ideal del cuerpo humano para cargar pesos, así como la dirección a donde han de transportarse. Por ejemplo, debe enseñarse a los trabajadores la forma de utilizar la propia carga como contrapeso para disminuir el esfuerzo que desplieguen al levantarla. El considerable grado de habilidad que un trabajador puede desarrollar mediante la práctica de este sistema en el manejo de sacos, barriles, cajas y otros bultos pesados e incómodos de acarrear, ya lo haga individualmente

o como miembro de un equipo, constituye una indicación de las ventajas que pueden lograrse mediante la aplicación científica de ciertos métodos a lo que pueden parecer tareas simples. (5.2)

### 3. LA FISIOLOGIA

Por mucho que un hombre pueda enorgullecerse de su fortaleza física y por más que experimente gran satisfacción al demostrar sus proezas como leñador o como trabajador portuario, en materia de rendimiento no podrá competir nunca con los nuevos métodos mecánicos de tala y acarreo de árboles o con un descargador neumático de los utilizados para la descarga de un barco de cereales. Cada vez se generaliza más el empleo de métodos mecánicos para estos fines, y no cabe duda de que tales métodos acabarán por suprimir, en general, los trabajos físicos extenuantes, gran parte de los cuales se consideran ya en la actualidad como innecesarios y antieconómicos. Sin embargo, en numerosos casos será necesario contar todavía con la fuerza muscular de los trabajadores, por lo que es esencial que las personas encargadas de organizar y vigilar el trabajo tengan una idea clara de la capacidad del hombre a este respecto.

El funcionamiento del organismo humano puede compararse al de una máquina por lo que se refiere al abastecimiento y consumo de combustible, a la producción de energía, al rendimiento y a la eliminación de los productos de desecho.

Pero esta máquina humana, como todas las demás máquinas, tiene también sus limitaciones. El combustible debe ser adecuado en cantidad y en calidad, el oxígeno tiene que ser proporcionado en cantidades convenientes a las necesidades inmediatas, los productos de desecho deben ser eliminados y el equilibrio calórico mantenido. La insuficiencia

de la alimentación o una dieta mal equilibrada, la pobreza de oxígeno en el aire que se respira o la insuficiencia del proceso respiratorio, la excesiva actividad cardíaca o la insuficiencia del corazón (3.5), los trastornos de la función hemoglobínica de la sangre, los trastornos del metabolismo celular, la eliminación defectuosa de los productos de desecho (ya sea en el protoplasma celular o a nivel de los riñones o de los pulmones), o la incapacidad del organismo para eliminar con suficiente rapidez la energía calórica producida, constituyen factores que limitan la cantidad de trabajo que puede realizar el cuerpo humano. Estos factores varían en importancia y dependen no solamente de la condición física de la persona interesada, sino también de las características del medio ambiente.

Es menester ahora hacer referencia a dos consideraciones importantes y relacionadas entre sí, a saber: el grado de adaptación del cuerpo humano y sus reservas de energía. Pocas veces tenemos necesidad de recurrir a los límites de nuestra fuerza muscular, al máximo esfuerzo respiratorio de que son capaces los pulmones, a la máxima actividad del corazón o a la máxima capacidad termorreguladora de la piel. Sus reservas de energía, rara vez utilizadas, brindan al ser humano la posibilidad de adaptarse a temperaturas extremas y a la acción de otros numerosos factores de su medio ambiente. (4.1) La existencia de esta facultad de adaptación encubre con frecuencia el peligro de rebasar las reservas humanas, las cuales, desde luego, varían notablemente de una persona a otra. Tales reservas se van agotando gradualmente según se envejece, así como a causa de las enfermedades o de la fatiga crónica; sin embargo, rara vez nos damos cuenta del grado de este agotamiento hasta que hay que realizar un esfuerzo especial, momento en que

podemos comprobar que ya no disponemos de las mismas fuerzas.

#### 4. LA PSICOLOGIA

Así como el antropometrista y el fisiólogo tienen contribuciones específicas que hacen a la tarea de adoptar el ambiente físico de trabajo a las necesidades materiales del ser humano, el psicólogo tiene que prestar una contribución análoga en lo que se refiere a las necesidades psicológicas del trabajador. La psicología trata, pues de definir esas necesidades con el fin de determinar los requisitos que deben llenarse desde el punto de vista psicológico para que el trabajo sea productivo y resulte satisfactorio para quien lo realiza.

A parte requisitos previos, tales como un salario adecuado, la satisfacción que el trabajador encuentra en su actividad depende en gran medida, entre otros factores, del sentimiento de haber efectuado un buen trabajo, de la persuación de que su labor es debidamente apreciada, del establecimiento de relaciones agradables con otros colegas, etc. Consideraciones sociales de esta naturaleza contribuyen a hacer que el trabajo constituya una fuente de satisfacciones personales. (2.4) Sin embargo, aunque tales consideraciones conforman uno de los principales objetos de estudio para el psicólogo del trabajo y para el psicólogo social, sólo aludiremos aquí a ellas de pasada, ya que el psicólogo suele normalmente trabajar en equipo con otros especialistas en Ergonomía como psicólogo experimental o de laboratorio y su interés se concentra en la teoría y en la observación de la conducta desde el punto de vista estrictamente individual.

El psicólogo experimental es, en general, un especialista que estudia las reac-

ciones de los individuos en condiciones determinadas. Su campo de estudio abarca cuestiones tales como el tiempo de reacción (es decir, el intervalo que transcurre entre la presentación de un estímulo y la reacción que el mismo provoca) y la memoria —cuestiones ambas que han sido objeto de muchos estudios desde fines del siglo XIX— (1.18) (1.15), el análisis de tareas complicadas y el uso de la teoría de la información (esto es, la teoría matemática del funcionamiento de los sistemas de comunicación) con el propósito de investigar los procesos de percepción. Por consiguiente, el psicólogo se interesa en las necesidades psicológicas del trabajador en el sentido, bastante limitado, de asegurarse que la naturaleza de las tareas corresponde a la capacidad mental del operario.

Antes de que los factores que afectan el rendimiento y la satisfacción que el trabajador experimente con su trabajo fueran debidamente apreciados, se solía decir que la psicología industrial consistía a la vez en ajustar las tareas al hombre y el hombre a la tarea. El estudio de esta última función, con fines de orientación profesional y de selección de personal, ha tenido como consecuencia la adquisición de un conocimiento más detallado de la extensión y de las limitaciones de las capacidades humanas. Este conocimiento puede aplicarse con provecho al estudio de situaciones determinadas en el ámbito laboral con arreglo a métodos científicos. (2.5)

En resumen, las contribuciones de la psicología a los esfuerzos para adaptar mejor el trabajo al hombre son muchas y muy variadas. En los párrafos siguientes consideraremos algunas de las más importantes en el momento actual.

#### A. COORDINACION NEUROMUSCULAR

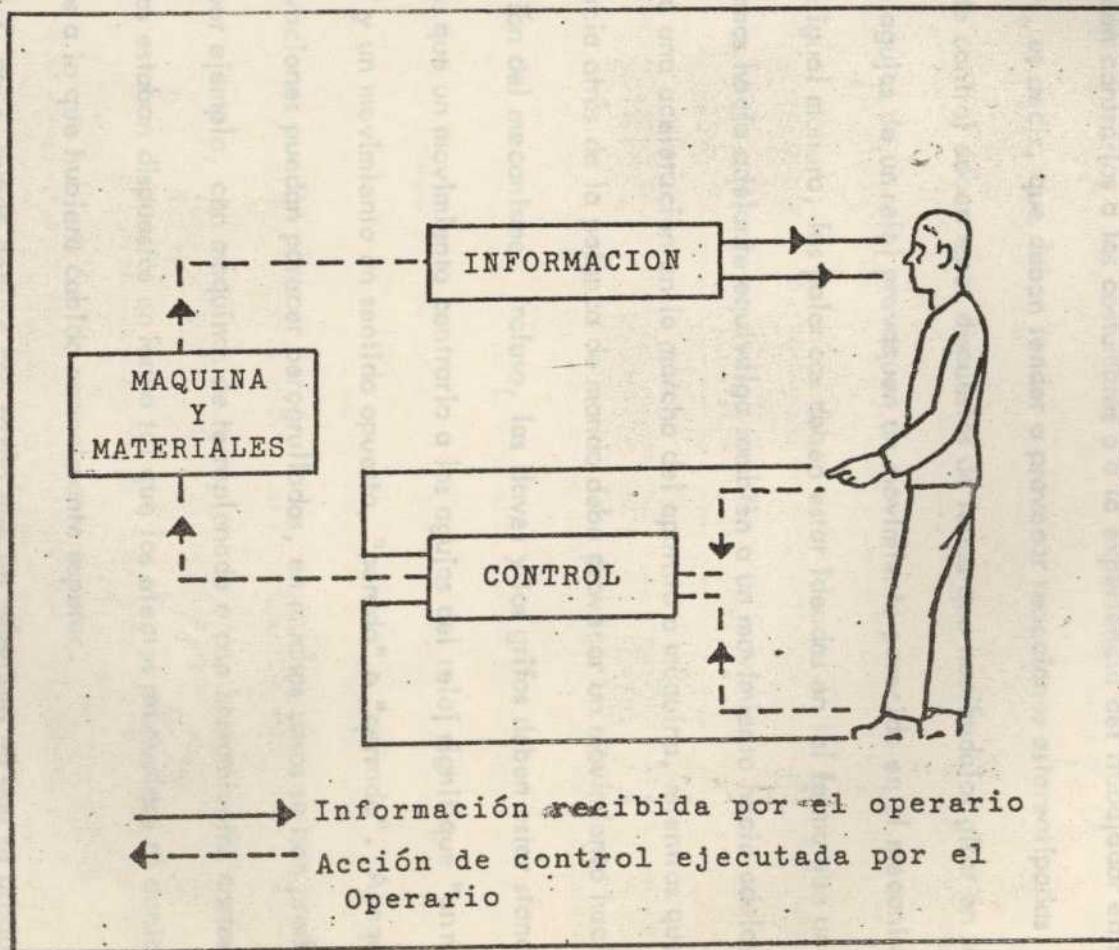
El trabajador debe estar en condiciones de reaccionar rápida y acertadamente ante

todo un conjunto de estímulos percibidos simultáneamente a través de sus órganos sensoriales. Dichos estímulos pueden ser auditivos, visuales, táctiles, etc., o resultar de una combinación de dos o más de estos grupos. Así, las señales externas recibidas del medio ambiente —sonidos o imágenes visuales— no son los únicos elementos que integran dichos estímulos. El contacto con los mandos o controles (por ejemplo, la presión sobre una palanca) es también frecuentemente una fuente de información para el operario. (1.14) Por eso, el diseño de los controles teniendo en cuenta la influencia que todos estos factores ejercen unos sobre otros y utilizando todos los datos que pueden recogerse gracias a los estudios e investigaciones realizados por la psicología experimental, puede facilitar la aceleración del trabajo provocando al mismo tiempo una disminución de los esfuerzos necesarios y un mejoramiento de la calidad de los productos, así como una reducción del tiempo que se necesita para adiestrar debidamente al trabajador y un mayor nivel de seguridad en las operaciones en general.

Las relaciones existentes entre los estímulos y las reacciones correspondientes son de importancia considerable en muchas situaciones que se presentan en la industria, en la medida de lo posible los indicadores y los controles de una máquina o proceso industrial deben estar concebidos de tal forma que constituyan una especie de prolongación del sistema neuromuscular del trabajador. La figura N° 4 que sigue ilustra gráficamente tales relaciones. (10.1)

FIG. 4

### TRAYECTORIA SEGUIDA POR LA INFORMACION



de informar con cada lección. Los trabajos de lectura, matemáticas y operativa deben estar concebidos de tal manera que los niños los realizan y practican sin cansancio.

#### 5. LA ECONOMÍA

Sin entrar en la cuestión pedagógica de cuáles son, en la segunda y tercera etapa,

de este siglo llevarán al niño/a de la actividad rural a sus últimas consecuencias y vice-

En particular, los mandos de todas las máquinas y aparatos deben estar concebidos de tal manera que todos los movimientos que tengan que efectuarse con ellos sean naturales y no sean contrarios a las costumbres o a la experiencia del trabajador en situaciones semejantes, es decir, que deben tender a provocar reacciones estereotipadas. Así, los volantes de control deben estar dispuestos de forma que haciéndolos girar en sentido análogo a las agujas de un reloj provoquen un movimiento parecido en el mecanismo que controlan; de igual manera, las palancas deben estar ideadas en tal forma que un movimiento de las mismas hacia adelante equivalga también a un movimiento hacia adelante o hacia abajo, o a una aceleración en la marcha del aparato o máquina, mientras que un movimiento hacia atrás de la palanca de mando debe provocar un movimiento hacia arriba o la detención del mecanismo. Incluso, las llaves y los grifos deben estar standardizados de manera que un movimiento contrario a las agujas del reloj signifique "en marcha" o "abierto" y un movimiento en sentido opuesto, "parado" o "cerrado". Aunque todas estas observaciones puedan parecer perogrulladas, en muchos casos se han producido accidentes, por ejemplo, con máquinas de terraplenado o con herramientas cortantes, porque los mandos estaban dispuestos en forma tal que los efectos producidos al accionarlos eran contrarios a lo que hubiera cabido normalmente esperar.

Así, pues, puede decirse con razón que las máquinas en que se producen accidentes con cierta frecuencia acusan por lo general un error fundamental de diseño. (1.5)

## 5. LA ECONOMIA

Sin caer en la concepción hedonística de quienes, en la segunda y tercera décadas de este siglo llevaron el criterio de la utilidad marginal a sus últimas consecuencias y vi-

ron en cada uno de los actos humanos un hecho económico por constituir la supuesta selección de un óptimo entre varias alternativas posibles, es indudable que la Economía y la Ergonomía constituyen disciplinas intimamente ligadas entre sí. Estas relaciones se presentan en forma principal en el campo de la producción global de bienes y servicios (producto territorial bruto "P.T.B."), en el del empleo total, en las relaciones a nivel de la empresa y, principalmente, en el campo de la productividad global y de la planta. Veamos, en forma muy somera, cada una de estas principales manifestaciones:

**A. EN EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO (P.T.B.)**

Los incrementos del P.T.B., como expresión monetaria de la producción de bienes y servicios, dependen principalmente de dos variables: de los incrementos en la producción física y de los aumentos de la remuneración de los factores productivos (incrementos del valor agregado). Es indudable, por una parte, que una racionalización de la producción basada en un ajuste más completo entre el operador humano y sus medios de producción, tendrá como efecto la elevación de los volúmenes físicos de producción, mediante máquinas mejor diseñadas y hombres mejor acoplados a su trabajo. Por otra parte, la ganancia en calidad que ese mejor acople del trabajo supone, determinará un aumento de la remuneración de todos los factores que intervienen en la producción.

**B. EN EL EMPLEO TOTAL**

En todo el curso de este trabajo se enfatiza sobre el error que ha constituido el hecho de tratar exclusivamente de acoplar el hombre a la máquina, considerando el problema de la producción básicamente como un problema de ingeniería y de adiestramiento

de personal para operar maquinarias y equipos diseñados tomando poco en cuenta las características de quienes van a operarlos. Se ha creado, con ello, una selección artificial basada principal y casi únicamente en el esfuerzo de adiestrar y acoplar el hombre a la máquina, lo cual incide poco positivamente sobre las relaciones entre la oferta y la demanda en el mercado de trabajo. Cuando la máquina es adaptada a las características del operador medio, teniendo en cuenta la singularidad promedio de los grupos humanos nacionales o regionales, es indudable que desaparece la selectividad y el necesario adiestramiento se reduce a una operación normal, por lo cual se racionalizan y ajustan las relaciones internas del mercado de trabajo, dando lugar a un incremento neto del empleo, que también repercute en forma positiva sobre el aumento de la producción física.

### C. EN LAS RELACIONES A NIVEL DE EMPRESA

La empresa moderna incluye una serie de relaciones que, en muchos casos, trascienden lo meramente económico pero que, indudablemente, se manifiestan a la postre como datos exógeno-económicos, susceptibles de influir en todo el comportamiento económico de la empresa. Algunas de esas relaciones están constituidas por los niveles de motivación, de comodidad del trabajador en su puesto de trabajo, los diseños y "lay-outs" apropiados, etc. La influencia de ellas sobre la actitud del operador humano, tanto en los niveles de dirección y gerencia como en los de ejecución, son decisivos para la economía de la empresa misma y de sus trabajadores. Este es uno de los principios económicos que han determinado el rápido desarrollo de la ingeniería y la economía industriales y que hoy empieza a ser comprendido en términos ergonómicos.

#### D. EN LA PRODUCTIVIDAD

Se ha dicho que el término "productividad" se emplea en el sentido de facilitar el trabajo, producir lo mismo pero con menos cantidad de factores de la producción, evitar el despilfarro y producir más con los mismos elementos, sin que disminuya por ello la calidad de lo producido. Es indudable que el concepto, así expresado, se asocia a la idea de economicidad, por cuanto ésta auspicia el mejor uso de factores escasos de la producción. Por lo tanto, los aumentos de la disponibilidad total de bienes y servicios se logran de dos maneras: colocando una mayor cantidad de recursos en la producción y aumentando el rendimiento por unidad de factor empleado, o sea: aumentando la cantidad empleada de cada factor e incrementando el provecho logrado de cada unidad de factor.

Desde luego, el concepto de productividad no se circunscribe solamente a los sectores estrictos de la producción, sino que comprende todos los sectores de la economía. Así, en el sector primario podemos hablar de productividad refiriéndonos al rendimiento por persona empleada, por hectárea sembrada, etc., en una unidad de tiempo; en el secundario, relacionada con la cantidad de producto obtenido en cualquier unidad de tiempo por persona empleada, por unidad de máquina, por unidad de espacio, etc. y en el terciario, vinculándola a la cantidad de unidades de servicio producidas por cada unidad de factor (kilogramos o personas transportadas por unidad de equipo de transporte, por cada km. de carretera; huéspedes atendidos por cada habitación de hotel, etc.). De la misma manera, el concepto de productividad se aplica a la administración pública, en donde se conecta con la Economía del Estado, relacionándose con las finanzas públicas. Cuando se trata de medir y aumentar la producción o rendimiento por factor ya en uso,

se habla de productividad media y cuando se mide el producto o rendimiento obtenido por cada unidad de factor adicional empleada, se habla de productividad marginal.

Los incrementos que experimenta la productividad media de cada unidad productiva (agrícola, industrial, comercial, de servicios, etc.), debidos a la aplicación de la Ergonomía son indudables. Mediante un mejor diseño de herramientas, maquinarias, vehículos, puestos de trabajo, etc. y mediante la mayor consideración dada al factor humano en el trabajo, se incrementa tanto el rendimiento de la persona como el de la máquina. De la misma manera, al diseñar los nuevos equipos, maquinarias y puestos de trabajo, teniendo en cuenta la mejor interacción entre el hombre y su trabajo, se obtiene una más alta productividad marginal tanto del trabajo como del capital y demás nuevas unidades de factor empleadas. /condiciones ergonómicas de los trabajos, sin el orden de

Así como la oferta total es un agregado de ofertas individuales y la demanda global es un agregado de demandas individuales que reaccionan como un todo ante el movimiento de ciertas variables macroeconómicas, la productividad global o total de un determinado espacio económico puede considerarse como el agregado de las productividades de los factores empleados en cada una de las diferentes unidades que componen el sistema económico. Por lo tanto, la mejora de la productividad de los factores empleados en la planta industrial, en la explotación agrícola, en la unidad comercial, en la unidad de servicios, etc., determinará un incremento de la productividad global del espacio económico como un todo. Esto significa que la aplicación de los principios ergonómicos en la empresa, mejorará necesariamente los coeficientes de productividad en la misma empresa y en todo el conjunto del espacio económico en donde se apliquen. (10.1)

(10.2)

Si es patente la relación de la Economía con la Ergonomía, es precisamente en el campo de la productividad donde se hace más evidente ella, no sólo como una simple vinculación sino como real y necesaria dependencia de la Economía con respecto a la Ergonomía. Sin entrar a analizar aquí la importancia "productiva" de adaptar el trabajo al hombre como fórmula complementaria de las actividades de capacitación y formación del trabajador para que pueda aumentar su eficiencia y rendimiento, podemos adelantar (ya se verá en otro capítulo con amplios detalles) que la Ergonomía cuando menos alivia el mal muchas veces necesario, aunque no siempre conveniente, de la alta sustitución de hombres por máquinas, ya que esta tiende a adaptar máquinas y herramientas a los trabajadores de un país o una región en función de sus características físicas y psíquicas y tomando en cuenta no sólo condiciones antropométricas de los individuos, sino del orden de la cuantía de los recursos tanto humanos como de capital y otros factores de la producción.

CONDICIONES DE TRABAJO

## SECCION N° 1

### ESTRUCTURA GENERAL Y ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Esta sección tiene dos propósitos: indicar brevemente el enfoque general que la Ergonomía tiene de los problemas prácticos, "Ergonomía Aplicada", y sugerir un esquema lógico y una posible secuencia: "Análisis de las Factores Humanos", que puede constituir una ayuda a los distintos profesionales que se sirven de ella.

#### SECCION N° 1

Partiendo de un concepto amplio y general (según lo define la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas) es el estudio de las relaciones entre el hombre y su ocupación, equipo y ambiente y particularmente la aplicación de los conocimientos sobre anatomía,

#### ESTRUCTURA GENERAL Y ANALISIS

fisiología y psicología al problema de las condiciones de trabajo. En estas relaciones, se puede observar

#### DE LAS

que se coloca en el campo, tanto en la industria como en la agricultura.

#### CONDICIONES DE TRABAJO

Cuando el conocimiento de las condiciones de trabajo ha sido necesario recurrir a la investigación particularmente éste ha sido el principal objeto de la Ergonomía hasta hace poco tiempo pero la tecnología en relación necesariamente con la aplicación útil del conocimiento científico. En su caso más directo de aplicación, la Ergonomía hace énfasis principalmente en el mejoramiento de los niveles de eficiencia y de la salud humana. Por lo tanto, cuando debe ocuparse de los máquinas y de los ambientes, en forma separada, la Ergonomía debe tratar de ajustar los primeros al hombre por medio del diseño, el hombre a la máquina mediante la selección y adiestramiento, la optimización del

## SECCION N° 1

### ESTRUCTURA GENERAL Y ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Esta sección tiene dos propósitos: Indicar brevemente el enfoque general que la Ergonomía tiene de los problemas prácticos, "Ergonomía Aplicada", y sugerir un esquema lógico y una posible secuencia "El Análisis de los Factores Humanos", que pueda constituir una ayuda a los distintos profesionales que se sirven de ella.

Partiendo de un concepto de que la Ergonomía (según la define la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas) es el estudio de las relaciones entre el hombre y su ocupación, equipo y ambiente y particularmente la aplicación de los conocimientos sobre anatomía, fisiología y psicología a los problemas que surgen de esas relaciones, se puede observar que se coloca en el campo, tanto de la ciencia como de la tecnología.

Cuando el conocimiento científico es limitado, es necesario recurrir a la investigación; particularmente éste ha sido el principal objeto de la Ergonomía hasta hace poco tiempo; pero la tecnología se relaciona necesariamente con la aplicación útil del conocimiento científico. En su campo más directo de aplicación, la Ergonomía hace énfasis principalmente en el mejoramiento de los sistemas de eficiencia y de la salud humana. Por lo tanto, cuando debe ocuparse de las máquinas y de los ambientes, en forma separada, la Ergonomía debe tratar de ajustar las primeras al hombre por medio del diseño, el hombre a la máquina mediante la selección y adiestramiento, la optimización del

ambiente para adecuarlo al hombre o la adaptación del hombre a condiciones ambientales difíciles. De la misma manera, cuando se ocupa de hombres que trabajan en grandes organizaciones, la Ergonomía se encuentra enfrentada a los problemas de interacción hombre-hombre y con la organización del sistema, especialmente en sus aspectos de información y comunicación.

Los propósitos prácticos de la Ergonomía son, por tanto, la eficiencia y seguridad de las combinaciones hombre-máquina y hombre-ambiente, todo ello unido al bienestar y satisfacción de los seres humanos participantes.

Estos propósitos también son de la incumbencia de ingenieros, diseñadores, gerentes y otros profesionales, pero la Ergonomía tiene una contribución real que aportar debido a la considerable cantidad de conocimiento especializado de que ahora se dispone sobre las características humanas y el desempeño del hombre. (10.1)

## 2. EL ENFOQUE DE LA ERGONOMIA A TRAVES DE LOS PROBLEMAS DE DISEÑO Y DE METODO

Es preciso advertir que los datos y métodos son igualmente válidos para estudiar situaciones existentes en lo que respecta a la identificación de problemas ergonómicos y decidir sobre las posibles acciones prácticas que deben tomarse.

Para cumplir con su propósito general y, por lo tanto, para producir combinaciones hombre-máquina y hombre-ambiente bien integradas, el enfoque ergonómico tiene tres secciones o procesos claramente definidos de los cuales algunos, o todos ellos, se implementan de conformidad con el tipo y complejidad de la tarea, máquina o sistema que se considere. Ellos son: Análisis de sistema, análisis de las condiciones de trabajo y eva-

luación. (1.5)

En este capítulo aunque se presenta una información general y cronológica sobre los tres procesos, se enfatiza obviamente en el análisis de las condiciones de trabajo, objeto específico de él.

#### A. ANALISIS DE SISTEMA

El primer proceso, más significativo para los sistemas mayores e integrados de equipos que para los pequeños, o sea los de las máquinas individuales, consiste en definir los objetivos del sistema y las diferentes funciones necesarias para alcanzarlos. Una vez hecho ésto, es necesario decidir cuáles funciones dentro del sistema en su conjunto deben ser asignadas al elemento humano y cuáles al elemento máquina. Cuando se considera el uso alternativo de hombre o máquina en una sub-unidad, algunos factores como: costo, peso, tamaño, confiabilidad, seguridad y eficiencia, deben ser evaluados y comparados separadamente en relación a cada función, buscando después del equilibrio óptimo para la combinación de sub-unidades dentro del sistema total.

#### B. ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

El segundo proceso consiste en optimizar la interacción del hombre y el equipo, para cada máquina o para cada parte de un sistema donde se utilicen elementos humanos. Para hacerlo, se requiere un concepto un tanto diferente del que tiene la ingeniería industrial, rama de la ciencia que hace énfasis directamente en la máquina y se concentra en ella. El enfoque ergonómico, más especializado y hasta más racional básicamente por sus fines, a este nivel hombre-máquina, consiste en analizar la tarea y la secuencia operacional que el hombre tendrá que realizar y luego trabajar a partir de ese mismo hombre

considerando su interacción, primero con las máquinas, luego con el espacio inmediato de trabajo y finalmente con el ambiente general en el cual ambos, hombre y máquina, van a trabajar.

### C. EVALUACION

El tercer proceso consiste en evaluar la validez de las decisiones por medio de simulaciones y pruebas, tanto cuando se trate de diseñar un sistema completamente nuevo, como cuando se rediseña una situación de trabajo existente. En efecto, el diseño propuesto y acordado finalmente debe ser confirmado de tal modo que permita verificar la validez de las decisiones sobre los diferentes aspectos de los distintos factores humanos, exactamente y del mismo modo en que se usan los modelos y pruebas para verificar secciones importantes de ingeniería de cualquier sistema.

Si los tres procesos mencionados se siguen a través de las distintas etapas de diseño y desarrollo, se minimizará la tendencia a hacer diseños fragmentados, causa principal de imperfecciones. La casi inevitable división, bien de un diseño entre varios diseñadores, o bien del tiempo de un diseñador entre varios diseños menores, puede llevar a que se dedique tiempo insuficiente o atención inadecuada al estudio de la situación completa de trabajo de la cual forman parte cada uno de los hombres y cada una de las máquinas. Este énfasis en estudiar como un todo el conjunto hombre-máquina-ambiente es una parte subsidiaria aunque no por ello menos importante en el enfoque ergonómico. La experiencia ha demostrado que a menudo pequeños detalles desestimados en su oportunidad, han llegado a convertirse más tarde en problemas graves y costosos. (8.1)

### 3. ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Como ya se dijo, el objeto específico de este capítulo es el análisis de las condiciones de trabajo, sugiriendo como base fundamental una metodología para el estudio de las condiciones de trabajo desde el ángulo antropocéntrico en el ámbito de la Ergonomía.

Lo dicho hasta ahora en este capítulo nos conduce a una serie de conceptos y métodos de análisis simples pero importantes. Es preciso aclarar que ellos no pretenden constituir una norma o directriz, sino más bien un esquema lógico. Pueden interpretarse también como una guía en el proceso de estudio o diseño cuando se consideran los factores ergonómicos, pero deben manejarse con las debidas precauciones.

Este enfoque es aplicable, tanto a cada uno de los diferentes puestos de trabajo comprendidos en un sistema de gran magnitud, como a las combinaciones simples hombre-máquina. Puede asimismo usarse como una guía inicial tanto cuando se estudian los problemas en una situación existente, como cuando se diseñan nuevos ambientes de trabajo.

Debido a que el sistema de análisis de los factores humanos comienza con los problemas del sistema general y gradualmente va concretándose hasta llegar al nivel del puesto de trabajo, el análisis de las condiciones de trabajo se expande hacia afuera en sectores crecientes del hombre a la máquina, al sitio de trabajo y al ambiente, pero siempre tomando al hombre como centro y como marco de referencia. Por lo tanto, el análisis refleja la situación como el hombre mismo (operador, supervisor, encargado de mantenimiento, contralor, gerente, etc.) la percibe y la experimenta realmente. Este concepto es tan simple y obvio, cuando se plantea en esta forma, que los ingenieros, diseñadores, etc. cuestionan algunas veces las razones para enfatizarlo hasta que se

les pregunta cuán a menudo logran ellos realmente la reorientación mental necesaria para enfocar en esta forma la situación cuando elaboran sus estudios de diseño.

Se dan cuenta, ahora, de que directa y esencialmente, cuando ejecutan su trabajo, el objeto mismo tiende a centrarse en su imagen mental de la creación que están tratando de producir. Por ejemplo, para un ingeniero puede ser la caja de engranaje de un torno o un circuito de computación; para un diseñador industrial los elementos estéticos de una máquina de lavar; o para un arquitecto el concepto espacial completo y la apariencia del edificio. Entonces es cuando aceptan qué no se ponen a menudo en el lugar del tornero fatigado al final del turno de la noche, o del ama de casa rodeada de niños traviesos tratando de operar la lavadora, o de un grupo de mecanógrafas detrás de las paredes de vidrio al final de una larga jornada de trabajo. Se comprende, así, cuán difícil puede ser esa reorientación y cómo la aparente simplicidad de este concepto es engañosa.

Debemos, sin embargo, enfatizar el hecho de que lo anterior no implica ninguna crítica a la actitud del técnico. Su orientación mental debe concentrarse sobre los aspectos que le son inherentes en su papel de ingenieros, diseñador industrial, arquitectos, gerentes, etc. Sin embargo, si se quiere tratar con propiedad los aspectos ergonómicos, entonces debe alcanzarse la reorientación hacia el enfoque que se centra en el hombre, en las etapas del proceso de diseño que así lo requieran. Esto es esencial no sólo para el análisis de los rasgos ergonómicos, sino especialmente para asegurar un punto de vista balanceado cuando se trata de tomar decisiones necesarias que armonicen la Ergonomía, la ingeniería, la economía, el costo y todos los demás aspectos. (4.5) (8.1)

### A. EL ANALISIS

El análisis propiamente dicho se realiza a través de una serie de pasos, de interrogantes y definiciones, que generalmente se traducen en un conjunto de notas o en un informe escrito a fin de exponer la situación formalmente y clasificarla. Esta estapa establece la base para la próxima, que puede consistir en un conjunto de recomendaciones, algunas ideas o propuestas de diseño, o un diseño completo para evaluación inicial, todo lo cual tiene relación con las condiciones del trabajo, que implican contemplar al hombre en sí y a la interacción del hombre con la máquina, del hombre con el espacio de trabajo y del hombre en el ambiente, etc.

Como consecuencia del análisis se pueden establecer en lo que respecta al hombre, dos consideraciones principales:

- i) Las inherentes al sexo, la edad, la talla, el físico en general, la inteligencia, la experiencia y el adiestramiento y la motivación.
- ii) Las relativas a la definición de los modos operacionales requeridos en la situación final y que por lo tanto reclaman consideraciones sobre las habilidades y/o limitaciones del operador humano para todos los aspectos de las tareas, es decir, lo inherente a: investigación, seguimiento, instructivos y toma final de decisiones.

En lo atinente a lo que se define como la interacción hombre-máquina, es necesario tener presente la influencia de los "displays", los controles y los "lay-outs" sobre el operador en relación con sus decisiones.

- i) Los "displays" se refieren a la información sensorial recibida o que reciba el operador, que suele denominarse "sensory-input".
- ii) Los controles están ligados a las acciones motoras que ejerce el operador, trducidas como "motor out-put".
- iii) Los "lay-out" en relación a los instrumentos, que en términos de control se basan en estudios de patrones de información, decisión y acciones humanas y en las secuencias operacionales humanas del equipo y la tarea; es la "compatibilidad display-control". (1.5)

La interacción hombre-espacio de trabajo, comprende la influencia del tamaño de la máquina, de la forma y tamaño de las sillas, mesas, escritorios, etc. y de la ubicación de las máquinas adyacentes, estructuras y materiales, entre otros, con relación a la posición y alcance del operador. (9.1)

Finalmente, la interacción hombre-ambiente tiene particular importancia e influencia, sobre el comportamiento y la actuación, en el orden de los aspectos físicos, los aspectos químicos, los aspectos biológicos y los aspectos psicológicos:

- i) En el campo de los físicos se tendrán presentes consideraciones sobre: luz y color, ruido, calor, ventilación, gravedad, movimiento y radiación electromagnética y nuclear.
- ii) En el campo de los químicos las consideraciones serán sobre: gas o líquido, compuestos, presión, olor, etc.
- iii) En el campo de los biológicos las consideraciones se refieren a: microbios, insectos y animales.

iv) En el campo de los psicológicos las consideraciones se harán sobre grupos de trabajo, estructuras de mando, remuneración y bienestar, condiciones de los turnos de trabajo, inconformidad o riesgo, aspectos socio-psicológicos de la planta en particular, vecindad, ciudad y tipo de industria. (4.8)

Además de las consideraciones propias del análisis presentadas hasta aquí es necesario tener en cuenta otras que se refieren a condiciones especiales, tales como errores, circunstancias excepcionales o factores similares no incluidos en el estudio previo de las operaciones normales y, desde luego, las que atañen a problemas peculiares del caso específico que se investiga.

Esta secuencia no debe, como es lógico, ser tratada como una serie de unidades independientes que puedan ser consideradas separadamente y sólo una vez. Por ejemplo, algunos aspectos y respuestas de las primeras dos áreas, hombre y máquina, se interaccionan y vinculan mutuamente. Es probable que el análisis se repita varias veces en su totalidad o en algunos de sus pasos, y que algunas veces cubra simultáneamente aspectos de dos áreas.

El procedimiento es reiterativo hasta que se recoja toda la información de cada área y después el ordenamiento y las consideraciones finales se organicen bajo los títulos sucesivos del esquema, a saber:

a) El hombre. Es importante insistir, en relación a este elemento fundamental, en que el primer paso consiste en definir los perfiles de la gama probable de seres humanos que se utilizarán en el puesto de trabajo que se analiza. Debe preguntarse a todas las personas que puedan aconsejar o decidir sobre los tipos y límites de edad, sexo, ta-

maño, inteligencia, experiencia, adiestramiento, etc., acerca de las personas que se espera utilizar. Despues, deben considerarse la variedad y clases de tareas en relación con las habilidades y limitaciones de esas mismas personas. Antes de dar por terminados los aspectos de esta área, es generalmente conveniente haber considerado también la próxima (el área de la máquina) y haber completado por lo menos un análisis preliminar de la secuencia operativa.

Dependiendo de la situación que se analice, será posible entrevistar y en alguna forma tomar las experiencias de personas que realicen ya la misma labor, o bien labores similares a la que se contempla. Estos pasos no deben descuidarse, aunque frecuentemente es así con el pretexto de falta de tiempo. Sin embargo, a menudo conducirán a un ahorro de tiempo mucho mayor del que requieren.

Las ventajas son:

- i) Mejor conocimiento y mejores ideas, especialmente si los estudios objetivos y la plena discusión, respectivamente, se pueden ratificar con una muestra razonable en número de 8 a 12 de personas entrevistadas.
  - ii) Mejor comprensión de lo que es un operador típico, esto es, poniéndose en su lugar de él, lo que puede ser con frecuencia muy diferente de lo que uno supone intuitivamente, realizando la tarea por sí mismo.
  - iii) Mejor aceptación por parte de los usuarios potenciales para los nuevos esquemas. (Esto es más relevante cuando atañe a un diseño especializado o a un rediseño o replanteo de una situación específica. (6.5) (5.10)
- b) La máquina. El próximo paso es comprender completamente la operación de

todas las máquinas y la interacción del hombre con ellas. Debe recordarse que el término "máquina" se usa aquí para significar cualquier aspecto importante del equipo o de la tarea, por ejemplo, si se está analizando el puesto de trabajo de una taquígrafa cuando está tomando dictado, los elementos "máquina" serán su lápiz, su cuaderno, tal vez su rodilla (en la cual lo apoya) y ciertamente la persona que dicta. Cuando se considera la interacción hombre-máquina, es útil pensar en ella como en un flujo circular de información (Fig. N° 5 en la siguiente página), cuyas partes deben funcionar en forma apropiada sin causar dilaciones o demoras de ninguna especie en el flujo de información si se desea lograr un trabajo seguro y eficiente.

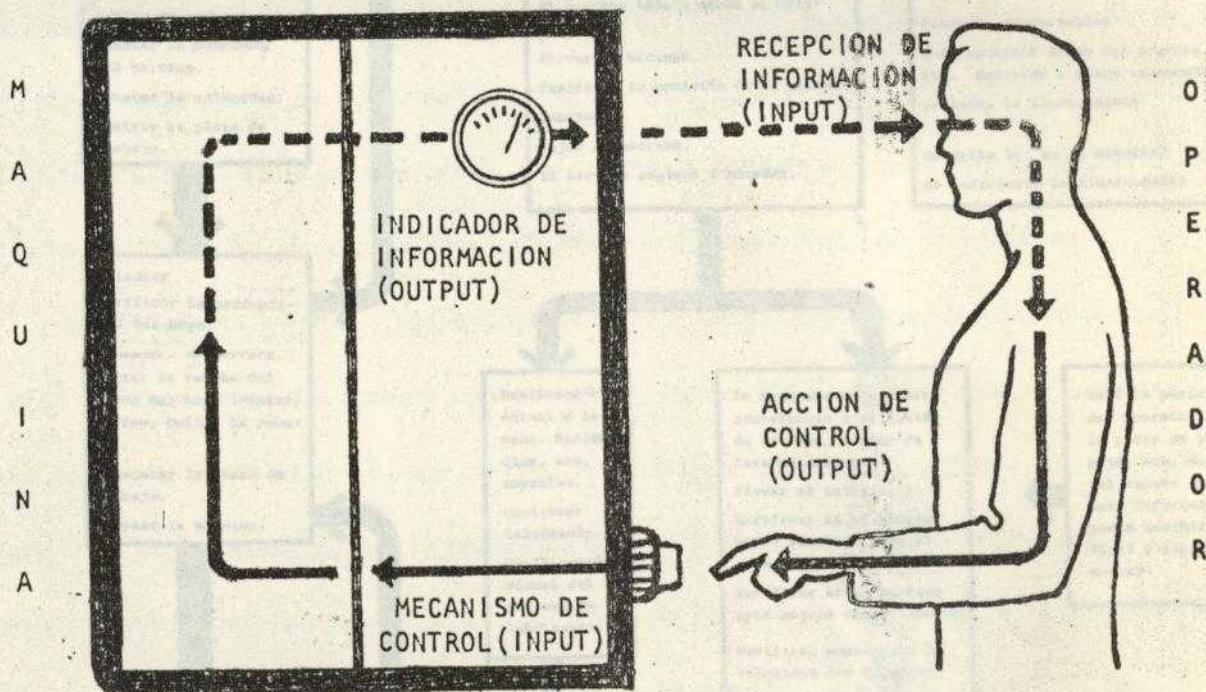
Esto conduce a considerar las operaciones humanas con la máquina como una larga serie de modelos sucesivos información-decisión-acción, la cual permite que las secuencias operacionales sean descritas en términos de rasgos humanos, de equipo o de tarea, según sea el caso.

En la tabla N° 1, que sigue, se muestra un ejemplo de este análisis de secuencia operacional. (10.1) (1.5)

No siempre es esencial preparar las secuencias operacionales completas pero los beneficios, en términos de problemas detectados, pagan casi siempre su costo estimado en términos de tiempo empleado para prepararlas.

El concepto información-decisión-acción, hace recordar la pregunta, para cada modelo, de si el operador recibe toda la información que necesita para la decisión que debe tomar y de si ella está presentada en forma adecuada por los indicadores, de si la decisión puede ser fácil y eficientemente indicada o si se requieren mejores controles,

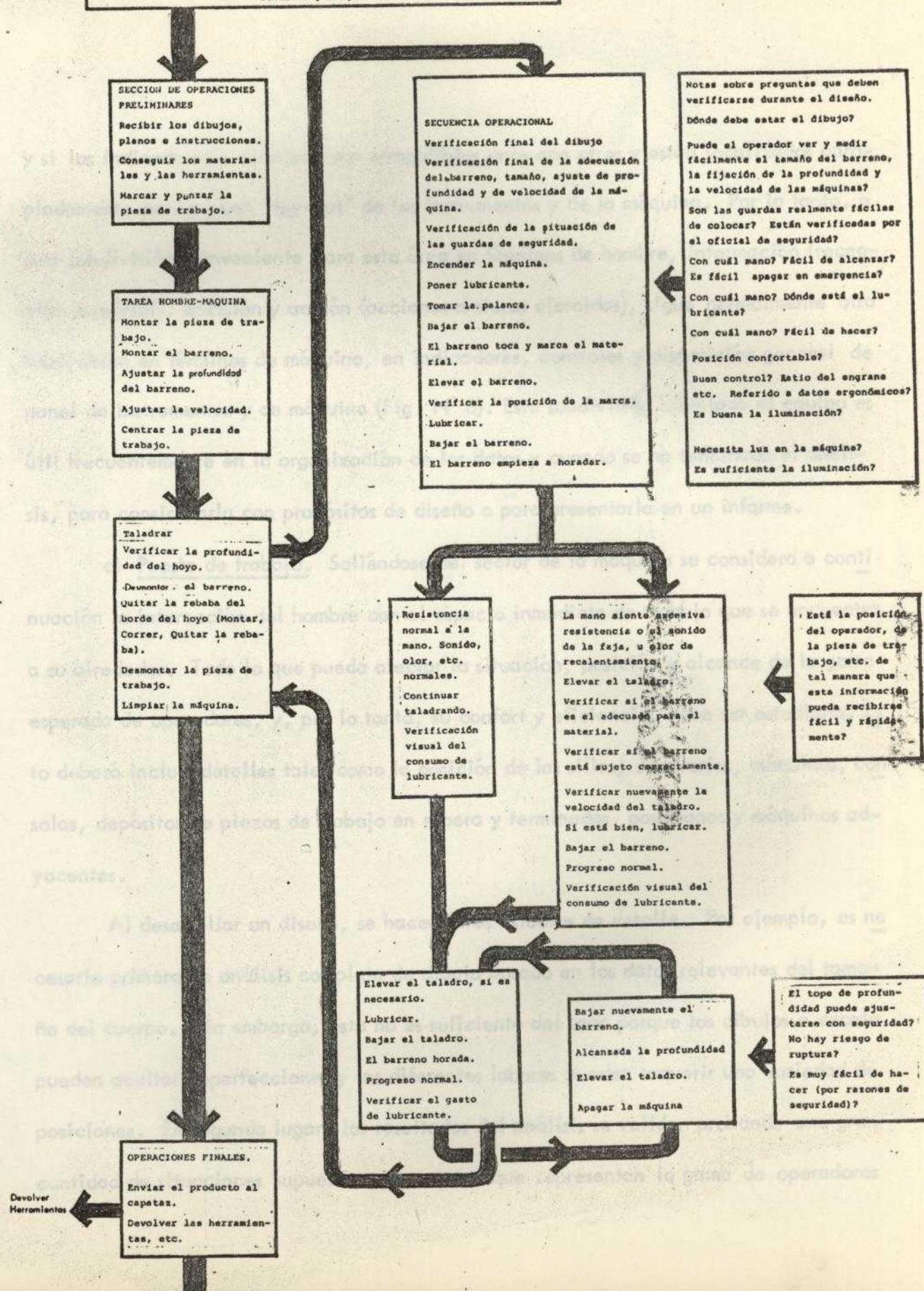
FIG. N°: 5 LA COMUNICACION ENTRE EL HOMBRE Y LA MAQUINA



LA FIGURA PUEDE SER VISTA COMO UN FLUJO  
DE INFORMACION CIRCULAR QUE CONECTA  
SUS RESPECTIVAS "RECEPCIONES" (INPUTS)  
Y "TRANSMISIONES" (OUTPUTS) .-

Estado al Empezar: La broca montada y el espesor ajustado; regulada la velocidad del barreno; montada la pieza de trabajo, centrada y asegurada.

## TABLA N° 1



y si los indicadores y controles son compatibles unos con otros y están localizados apropiadamente por un buen "lay-out" de los instrumentos y de la máquina. Por lo tanto, a una subdivisión conveniente para esta área en términos de hombre, información (recepción sensorial), decisión y acción (acciones motoras ejercidas), sigue normalmente otra subdivisión en términos de máquina, en indicadores, controles y disposición general de panel de instrumentos y de máquina (Fig. N° 6). Esta subdivisión orientada al equipo es útil frecuentemente en la organización de los datos y cuando se ha terminado el análisis, para considerarla con propósitos de diseño o para presentarla en un informe.

c) Puesto de trabajo. Saliéndose del sector de la máquina se considera a continuación la interacción del hombre con el espacio inmediato de trabajo que se encuentra a su alrededor. Todo lo que pueda afectar la situación, posición y alcance de la gama esperada de operadores, y, por lo tanto, su confort y eficiencia, debe ser estudiado. Esto deberá incluir detalles tales como la posición de las sillas, escritorios, máquinas, consolas, depósitos de piezas de trabajo en espera y terminadas, pasamanos y máquinas adyacentes.

Al desarrollar un diseño, se hacen otros estudios de detalle. Por ejemplo, es necesario primero un análisis completo de dibujo basado en los datos relevantes del tamaño del cuerpo. Sin embargo, esto no es suficiente del todo porque los dibujos a escala pueden ocultar imperfecciones y las diferentes labores pueden requerir una variedad de posiciones. En segundo lugar, los resultados del análisis se validan probando una gran cantidad de situaciones supuestas con sujetos que representan la gama de operadores

FIG: 6

### INTERACCION HOMBRE - MAQUINA

i= INDICADORES

RECEPCION  
SENSORIAL



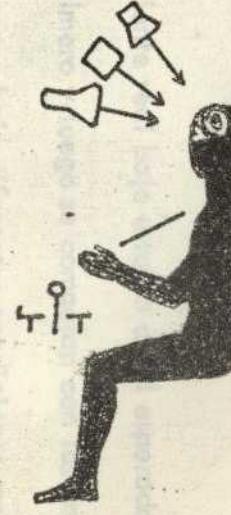
i=

DECISIONES



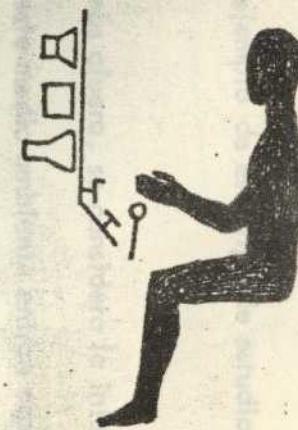
i=

ACCION  
MOTORA



i=

COMPATIBILIDAD  
INDICADOR-CONTROL



LA SECUENCIA OPERACIONAL COMPRENDE INFORMACION-DECISION-ACCION DEL HOMBRE,  
TODO EN RELACION CON LOS INDICADORES, CONTROLES Y DISEÑO DE LA MAQUINA.

esperados. En la figura N° 7 puede verse un ejemplo de este tipo de estudio. (9.1)

(2.3)

d) Medio ambiente. Al moverse aún más afuera, se considera la interacción del hombre con su medio ambiente general. En este medio ambiente entran aspectos físicos (v.g. iluminación, ruido, color, ventilación), químicos, biológicos y psicológicos (v.g. grupo de trabajo, estructuras de mando, condiciones de los turnos, factores socio-psicológicos, etc.).

Las características del medio ambiente real bajo estudio o del esperado o especificado en el nuevo diseño, se detallan primero y luego se comparan con los datos ergonómicos disponibles sobre la actuación humana bajo diferentes condiciones ambientales.

(4.8)

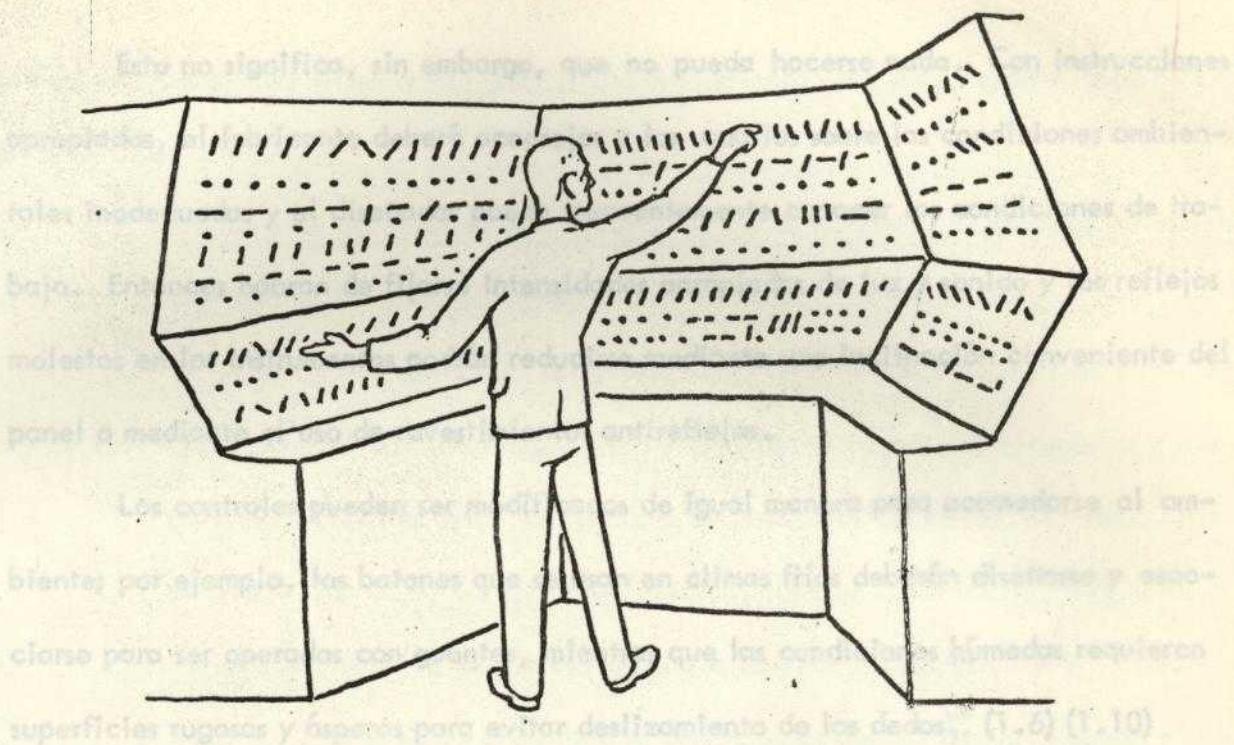
Tal como sucede con el espacio de trabajo, en el medio ambiente pueden citarse muchos casos de situaciones imperfectas.

En los cuartos de control, por ejemplo, la iluminación es a menudo pobre; a la luz del día, el reflejo de ventanas mal situadas o de consolas mal ubicadas puede interferir con la lectura de instrumentos y la luz artificial puede causar reflejos y sombras en diferentes lugares. En las instalaciones de procesamiento de datos el problema es a menudo el ruido, ya que las máquinas de perforación de cintas y de tarjetas son estrepitosas y con frecuencia se hace muy poco para proteger al operador, del ruido.

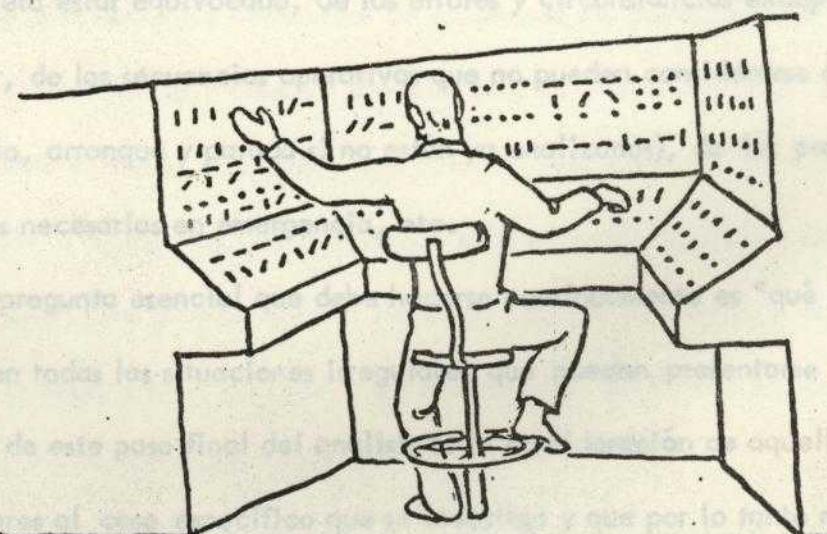
El ingeniero o el diseñador, la mayor parte de las veces, puede hacer muy poco para modificar las condiciones del medio ambiente imperfecto, excepto cuando es responsable de la totalidad de la instalación.

FIG. 7

POSICION DE LOS CONTROLES



e) Condición EL OPERADOR DE ESTATURA PROMEDIO NO PUEDE ALCANZAR TODOS LOS CONTROLES POR DEFICIENCIA EN EL DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO



CON EL DISEÑO APROPIADO DEL PUESTO DE TRABAJO EL OPERADOR, AUN SENTADO PUEDE ALCANZAR BIEN LOS CONTROLES

Esto no significa, sin embargo, que no pueda hacerse nada. Con instrucciones apropiadas, el fabricante deberá aconsejar a los usuarios sobre las condiciones ambientales inadecuadas y el diseñador puede frecuentemente conocer las condiciones de trabajo. Entonces habrán de fijarse intensidades apropiadas de luz y sonido y los reflejos molestos en los instrumentos podrán reducirse mediante una inclinación conveniente del panel o mediante el uso de revestimiento antireflejos.

Los controles pueden ser modificados de igual manera para acomodarse al ambiente; por ejemplo, los botones que se usan en climas fríos deberán diseñarse y espaciarse para ser operados con guantes, mientras que las condiciones húmedas requieren superficies rugosas y ásperas para evitar deslizamiento de los dedos. (1.6) (1.10)

e) Condiciones especiales. El análisis hecho bajo los títulos anteriores tiende a concentrarse en la rutina operacional bajo "condiciones normales".

Bajo el concepto de "condiciones especiales" se hace un estudio deliberado de lo que pudiera estar equivocado, de los errores y circunstancias excepcionales que podrían surgir, de las secuencias operativas que no pueden considerarse como regulares (por ejemplo, arranque y parada si no están ya analizados), de los procedimientos y condiciones necesarias en emergencia, etc.

La pregunta esencial que debe hacerse continuamente es "qué pasa si...?" a fin de pensar en todas las situaciones irregulares que puedan presentarse y preverlas. La otra parte de este paso final del análisis es la consideración de aquellos problemas que son peculiares al caso específico que se investiga y que por lo tanto no entran naturalmente en los títulos estandarizados anteriores. Generalmente tales problemas existen y esta-

es sólo una manera de recordarlos, y un título conveniente para considerarlos dentro de la estructura del análisis.

f) Conclusiones del análisis de las condiciones de trabajo. El enfoque de este esquema se basa a manera de análisis formal en tres aspectos o consideraciones:

- i) Se parte de una estructura orientada hacia un problema en lugar de partir de una orientada hacia una disciplina. En otras palabras, las categorías y subdivisiones están en términos de áreas de problemas prácticos, tal como ellos se encuentran en el campo de aplicación, y no en términos de disciplinas científicas, a partir de las cuales pueda descubrirse o inducirse el conocimiento. Este enfoque orientado al problema es deseable para asegurar el hecho de que todo el conocimiento científico relevante sobre cualquier problema específico se tiene en cuenta para relacionarlo con él. Por ejemplo, aun los problemas de interacción hombre-espacio raras veces son sólo anatómicos, y para todas las otras áreas de problemas son obviamente relevantes, en granos diferentes, todas las ciencias básicas que sustentan a la Ergonomía.
- ii) Este enfoque, si se sigue con cuidado, asegura un amplio acopio de todos los datos relevantes que conciernen a la situación particular del problema. Esto disminuye grandemente el riesgo de pérdida de tiempo y de soluciones inadecuadas, ocasionado por una concentración prematura en las causas aparentes y no en las causas reales del problema.
- iii) Enfatiza el hecho de que las situaciones de trabajo son dinámicas. Por lo tanto, para tener éxito, cualquier intento de solucionar los problemas de esas

situaciones debe ser también dinámico por sí mismo, debe estudiar el trabajo hombre-máquina como una serie de acciones e interacciones y debe visualizarlo en su totalidad como una película de cine tridimensional, como son las cosas, en lugar de juzgarlos como un simple dibujo o como un plano estático.

Por medio del análisis de secuencia operativa, este método suministra las bases para dicha visualización dinámica.

Finalmente valdría la pena decir algunas palabras sobre las limitaciones de la lista de registro de secuencias. Los propósitos de toda lista de registro usada como guía para el estudio de cualquier problema o para el proceso de diseño, es decir, lo que se denomina una lista de registro de secuencias son:

- i) Asegurar un estudio lógico y sistemático del problema, tendiente a:
  - Maximizar las posibilidades de reunir los datos relevantes e importantes y el material de fondo.
  - Minimizar el riesgo de omitir alguno.
- ii) Ayudar, siempre que sea posible, a los procesos de decisión, por ejemplo, estableciendo, modificando o verificando el alcance de las metas y de los detalles de las acciones.

Los datos y la información básica interrelacionados en esta forma, clarifican los detalles del problema para el diseñador, lo ayudan a desarrollar sus ideas y, por medio de la verificación de nuevas ideas de diseño, lo orientan hacia la escogencia de la más apropiada. Por lo tanto, el análisis de las condiciones de trabajo, usado como lista de

registro, es útil por lo menos en dos de las cuatro partes en que se divide un proceso creativo básico. Esas cuatro partes son:

- i) Preparación por medio de estudio de los detalles del problema y definición de los objetivos del diseño.
- ii) Incubación, separando una y otra vez todos los detalles del problema para familiarizarse completamente con ellos.
- iii) Innovación, cuando las ideas o nuevas soluciones vienen a la mente algunas veces, aparentemente, de "ninguna parte".
- iv) Evaluación, cuando se prueban las nuevas soluciones para encontrar la que mejor se acomode a todos los requerimientos del problema.

De estas cuatro etapas, claramente son la primera (i) y la última (iv) las que pueden ser asistidas por medio del estudio lógico usando el análisis del sitio de trabajo como una lista de registro.

De la misma manera, hay algunas cosas que una lista de registro no puede hacer. No puede conducir, inevitablemente a una solución nueva o útil. Tampoco puede, por lo tanto, reemplazar la creatividad del ingeniero, del diseñador, etc.; la innovación de ellos es esencial. Además, ninguna lista de registro es una panacea; quiere ésto decir, que es improbable que una en particular pueda ser apropiada para muchos problemas diferentes.

Por lo tanto, la estructura del análisis de las condiciones de trabajo, aquí propuesta, no debe ser mirada como una única o infalible lista de registro de los problemas ergonómicos que ellas presentan. Aunque consideramos que es muy útil como un esquema

lógico, y que tiene un buen valor general si se usa como lista de registro, existen muchas otras formas y secuencias posibles; por lo tanto, debe enfatizarse que ellas deben ser consideradas como una guía inicial solamente. (10.2)

La recomendación que se deduce es la de que cada ingeniero, diseñador, gerente, etc., que desee hacer algo con relación a los aspectos ergonómicos de un problema o proyecto, debe, desde el principio, desarrollar y escribir en detalle su propia lista de registro a fin de poder atacar todas las fases.

Finalmente, ofrecemos otras dos recomendaciones sobre el tema del auto-planeamiento. En algunos puntos de la lista de registro, donde se considera que los problemas pueden ser un tanto complejos, debe incluirse un recordatorio para tomar consejo de un especialista en caso de que sea necesario. De igual forma, en lugares apropiados de las distintas etapas, tanto de la lista de registro como del cronograma del proyecto, debe apartarse un día por lo menos, o de preferencia mayor tiempo, a fin de dedicar deliberadamente toda la atención a los aspectos ergonómicos y de reorientar el enfoque, de tal manera que se pueda ver el esquema desde el punto de vista de los operadores. Si se encuentran dificultades en hacer ésto, debe entonces considerarse seriamente la necesidad de asesorarse de un especialista consultor, particularmente si los aspectos ergonómicos se consideran parte importante del proyecto.

Como una ayuda para los gerentes, diseñadores e ingenieros, las recomendaciones anteriores pueden resumirse como sigue:

- i) Use el análisis de condiciones de trabajo sólo como un esquema y una guía inicial.

- ii) Prepare su propia lista de registro al empezar cada proyecto, recordando en qué puede ello ayudarlo y en qué no puede hacerlo.
- iii) Incluya en la lista de registro, en las etapas apropiadas, un recordatorio para decidir si se necesita consejo de un especialista.
- iv) Incluya en la lista de registro y en el cronograma del proyecto en las etapas apropiadas, fechas específicas para concentrarse por entero a los aspectos económicos y especialmente a reorientación desde el punto de vista del operador.

ENFOQUE ANTROPOCENTRICO

DEL

SISTEMA HOMBRE-MAQUINA

SECCION N° 1

ENFOQUE ANTROPOCENTRICO DEL SISTEMA HOMBRE-MAQUINA

1. CONSIDERACIONES GENERALES

La automatización absoluta, en el sentido de la total eliminación del hombre en los complicados sistemas de control, no dañaría ya un solo en ninguna actividad.

Ello puede ser un reflejo de la curia experiencia adquirida a través de los intentos para aplicar en la práctica los adelantos logrados en la teoría y en las equipas automatizadas, que han tenido lugar en los últimos 15 o 20 años. Paralelamente, puede indicar asimismo el grado a que han llegado esos adelantos que han conducido, al menos indirectamente, a la creación ENFOQUE ANTROPOCENTRICO.

Considerando el estado en que se encuentra DEL sistema hombre y el futuro previsto, parece claro que el hombre es el factor significativo en los sistemas de control. Por lo tanto, ya la pregunta que se hace la humanidad entera, la pregunta importante, no es: "Cómo nos desempeñamos de él?", sino más bien: "Cómo podemos hacer mejor uso de él?" Esa es, quizás, la respuesta que brinda la Ergonomía en su intento de hacer más útil al hombre en los años del año 2.000.

Cualquier que sea el criterio que se siga, bien sea el del costo, o el del peso, o el del volumen, o el de disponibilidad, o el de adaptabilidad, el hombre no es un componente que pueda ser desechar sin previa y muy cuidadosa consideración; él posee una serie de virtudes, algunas de las cuales no pueden encontrarse en ningún otro componente. Sin embargo, esas habilidades, si quieren emplearse en forma total, requieren una

## SECCION N° 1

### ENFOQUE ANTROPOCENTRICO DEL SISTEMA HOMBRE-MAQUINA

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

La automatización absoluta, en el sentido de la total eliminación del hombre en los complicados sistemas de control, no constituye ya una meta en ninguna actividad. Ello puede ser un reflejo de la dura experiencia adquirida a través de los intentos para aplicar en la práctica los adelantos logrados en la teoría, y en los equipos automatizados, que han tenido lugar en los últimos 15 o 20 años. Paradójicamente, puede indicar así mismo el grado a que han llegado esos adelantos que han conducido, al menos indirectamente, a la apreciación de las virtudes del hombre como componente del sistema. Considerando el estado en que se encuentra hoy la destreza humana y el futuro previsible, parece claro que el hombre tiene que jugar un papel altamente significativo en los sistemas de control. Por lo tanto, ya la pregunta que se hace la humanidad entera, la pregunta importante, no es: "Cómo nos desembarazamos de él?", sino más bien: "Cómo podremos hacer mejor uso de él?" Esa es, quizá, la respuesta que brinda la Ergonomía en su intento de hacer más útil al hombre en los albores del año 2.000.

Cualquiera que sea el criterio que se siga, bien sea el del costo, o el del peso, o el del volumen, o el de disponibilidad, o el de adaptabilidad, el hombre no es un componente que pueda ser desechar sin previa y muy cuidadosa consideración; él posee una serie de virtudes, algunas de las cuales no pueden encontrarse en ningún otro componente. Sin embargo, esas habilidades, si quieren emplearse en forma total, requieren una

LA CONCEPCIÓN ANTROPOCENTRICA DEL SISTEMA

atención especial que frecuentemente es pasada por alto por los diseñadores, cuyo adiestramiento y experiencia se limitan a las máquinas. Esta es la razón por la que muchos sistemas presentan desequilibrios fundamentales de diseño, los cuales conllevan las consiguientes desventajas para su operación. Esa es la teoría que sobre la base de capacitar o formar al hombre para un trabajo, no ha venido centrando realmente el esfuerzo en el hombre sino en la máquina.

La Ergonomía tiende a rectificar estos desequilibrios; su campo de acción es la optimización del ajuste mutuo entre el hombre y su trabajo, la cual puede alcanzarse mediante la aplicación sistemática de métodos y datos de las ciencias humanas, integrando, por tanto, el componente humano al medio ambiente ocupación al total. (10.1) (10.2)

## 2. EL ENFOQUE ANTROPOCENTRICO

Como es lógico, el rasgo central que un ingeniero diseñador tiene en la mente es-  
tá constituido por una pieza de la máquina. Ella puede ser concebida como una parte de  
un todo mucho mayor, en cuyo caso deben solucionarse los problemas de interacción y el  
ambiente total en el cual el componente va a operar constituye un aspecto que es necesa-  
rio tomar en consideración.

De la misma manera, el científico humano puede adoptar al hombre como su ele-  
mento central: el punto de partida de su análisis. Luego pasa a considerar los problemas  
que surgen en la interacción hombre-máquina y, finalmente, al medio ambiente. Esta  
orientación, que constituye un análisis esencialmente complementario del de la ingenie-  
ría, se ilustra en la figura N° 8, en la cual se observa que el centro del sistema es el  
hombre; los otros elementos aparecen en una serie de niveles que circundan al hombre y

FIG: 8

- 89 -

## LA CONCEPCION ANTROPOCENTRICA DEL SISTEMA

Como ya se dijo en el capítulo II, dos tipos de información describen al componente humano. En primer lugar, existe un cuerpo general de conocimientos sobre "la gente", su estructura, su modo de funcionamiento, sus capacidades y limitaciones. En segundo lugar, en relación con el análisis de un particular puesto de trabajo, es necesario tomar en cuenta las diferencias existentes entre individuos, el hecho de que estas diferencias pueden tener significativas implicaciones para la eficiencia de los trabajos. En esta categoría están incluidos la estatura, la fuerza, la agilidad, la inteligencia y aptitudes, adiestramiento y experiencia, y niveles de motivación.

Pertenece de igual modo a la concepción antropocéntrica la frontera hombre-máquina que pueden acercarse. Aquí los problemas son de tipo operativo, con la cual se intercomunican la información y la energía que se requieren para el desempeño de una tarea determinada. Suministran los instrumentos la información apropiada y en una forma clara e inconfundible? Están los controles localizados correctamente y tienen ellos óptimas dimensiones, óptima gama de movimientos y óptimo grado de resistencia? Están los instrumentos y los controles convenientemente dispuestos en relación de uno con el otro? (7.1) (7.2)

En el próximo nivel, los problemas se refieren con el entorno inmediato del hombre y su máquina. Los factores que intervienen en este entorno son: físicos, químicos, mecanicos, acústicos y eléctricos. Finalmente, la atención se concentra en el efecto que tiene el hombre sobre el hombre. Este punto puede ser subdividido convenientemente para abarcar los factores del ambiente físico, y/o iluminación, ruido, temperatura, humedad y vibración, y del ambiente social y organiza-



se interaccionan con él.

Como ya se dijo en el capítulo II, dos tipos de información describen al componente humano. En primer lugar, existe un cuerpo general de conocimientos sobre "la gente", su estructura, su modo de funcionamiento, sus capacidades y limitaciones. En segundo término, en relación con el análisis de un particular puesto de trabajo, es necesario tomar en cuenta las diferencias existentes entre los individuos y el hecho de que esas diferencias pueden tener significativas implicaciones en el puesto de trabajo. En esta categoría están incluidos la estatura de la persona, su figura, sexo, edad, inteligencia y aptitudes, adiestramiento y experiencia y nivel de motivación. (2.4) (3.9) (3.2)

Partiendo de esta orientación esencialmente humana, las fronteras hombre-máquina pueden acercarse. Aquí, las preguntas se refieren a la educación con la cual se intercambian la información y la energía entre el hombre y la máquina en el desempeño de una tarea determinada. Suministran los instrumentos la información apropiada y en una forma clara e inconfundible? Están los controles localizados correctamente y tienen ellos óptimas dimensiones, óptima gama de movimientos y óptimo grado de resistencia? Están los instrumentos y los controles convenientemente dispuestos en relación de uno con el otro? (7.1) (7.2)

En el próximo nivel, los problemas se relacionan con el contorno inmediato del hombre y su máquina y toman en consideración aspectos tales como el diseño de bancos, mesas, estantes y escritorios en relación con el alcance del hombre y la visibilidad. Finalmente, la atención se concentra en el efecto del medio ambiente sobre el hombre. Esta parte puede ser subdividida convenientemente para abarcar los factores del ambiente físico, v. g. iluminación, ruido, temperatura, humedad y vibración, y del ambiente social y organiza-

tivo, v.g. estructura gerencial, moral, salario y horas laborables.

La orientación esbozada atrás, constituye un marco de referencia para considerar el diseño de un puesto de trabajo desde el punto de vista del operario. Puede ser elaborado en forma de lista de registro para identificar las posibles fuentes de dificultades en el puesto de trabajo y para sugerir las medidas que deben tomarse para su mejoramiento.

Sin un cuerpo sólido de conocimientos sobre los seres humanos, esa estructura, tal como la hemos descrito, no pasaría de ser un manifiesto vacío. Sin embargo, es mucho lo que se conoce ya sobre el hombre y, a pesar de su lenta etapa de iniciación, la Ergonomía puede considerarse ahora como una tecnología establecida.

El enfoque dirigido solamente a la formación del hombre para un determinado trabajo es como se ve incompleto y es el que prevalece aún en Venezuela y en la mayoría de los países de América Latina.

### 3. LOS CRITERIOS ERGONOMICOS

Se ha enfatizado anteriormente que las ciencias humanas tienen un papel significativo en virtud de su contribución a la solución de los problemas del acomodamiento de los seres humanos a sus situaciones ocupacionales. Surge, entonces, la pregunta: ¿Qué criterio podremos aplicar para juzgar si un diseño, bien sea de un sistema completo o bien de un puesto de trabajo, es adecuado para los estándares ergonómicos? De vez en cuando se ha argumentado que si los operadores están demasiado cómodos descuidarán la vigilancia y, por ello, causarán accidentes, o que si las tareas se hacen demasiado simples los operadores se aburrirán y la ineficiencia consiguiente será sólo equiparable a su disgusto por el trabajo.

El ~~ejemplo~~ ergonomista aplica, en la práctica, el mismo tipo de criterios que el ingeniero, es decir, costos, confiabilidad, etc., aunque la metodología detallada que se usa en la evaluación pueda algunas veces parecer diferente. El problema del costo puede servir de ejemplo. El costo total para operar un sistema incluye el de manejarlo y debe tomar en cuenta, por lo tanto, el desperdicio generado a través del uso ineficiente de la mano de obra. Las demoras y errores que resultan de la operación con instrumentos o controles mal diseñados pueden llegar a ser en extremo costosos cuando se considera la totalidad de la vida útil del equipo. Tales aspectos del costo rara vez son considerados en el proceso normal de evaluación del diseño. La medición del desempeño humano, por lo tanto, suministra una base para el mejoramiento de la efectividad de los sistemas, por medio del incremento de la velocidad de operación, del mejoramiento de la precisión, al reducir los errores, y por la disminución del esfuerzo de adiestramiento. (1.11) La efectividad del sistema, sin embargo, no constituye la única consideración. El bienestar del hombre también requiere atención. El concepto de bienestar, en el sentido de comodidad o racionalidad en el desempeño de una tarea, incluye la prevención de accidentes y la protección del hombre de los perjuicios resultantes de la prolongada exposición a circunstancias, tales como los altos niveles de ruido y mala postura en el trabajo e incluye también el confort de los operadores y su satisfacción en el trabajo.

~~Los diferentes estándares que se adoptan en relación con los problemas específicos, se derivan de estos dos criterios básicos: efectividad del sistema y bienestar humano. Por fortuna, estos dos requerimientos básicos conducen frecuentemente a la formulación de recomendaciones que de ninguna manera son incompatibles. No existe, por~~

ejemplo, ninguna evidencia de que la falta de confort produzca eficiencia, o de que la alta proporción de accidentes tenga conexión con la buena calidad del desempeño humano. Sin embargo, hay algunos casos en los cuales las decisiones deben ser tomadas en consideración al peso relativo de los dos criterios. Algunas actividades, tales como la construcción de puentes, la fabricación del acero o la producción de carbón, conllevan un costo perfectamente predecible en términos de pérdida de vidas y de miembros humanos. Corresponde a la sociedad decidir si ese costo está justificado. A la larga, el criterio de la efectividad del sistema deriva su autoridad del criterio del bienestar humano.

La capacidad humana para transmitir y recibir información se tiene como "dada" y

Vamos lentamente tomando conciencia de la importancia de que sea el trabajo el que se adapte a las condiciones del hombre y no a la inversa, como ha sido la norma.(10.1)

#### 4. LA ERGONOMIA Y LAS INTERACCIONES DE CONTROL

En las figuras Nos. 4 y 5, que aparecen en capítulos anteriores, se muestra un diagrama de flujo de información en forma esquemática; vemos como en una situación típica de control hombre-máquina, se establece un flujo continuo de datos a través del sistema, con el operador humano (oh) concebido como la parte que provee de señales reguladoras de control a la máquina. Las mayores interacciones se establecen entre el tablero de instrumentos de la máquina y el órgano del sentido humano, y entre el órgano motor del operador y los controles de la máquina. El estudio de la primera de estas interacciones ha dado lugar al mayor número de investigaciones sobre factores humanos realizadas hasta la fecha. Existen algunas otras áreas de problemas diferentes de las de interacción hombre-máquina, que se mencionan en otras partes de este trabajo.

La unión entre el hombre y la máquina puede ser enfocada de dos maneras, las cuales pueden expresarse con las abreviaturas a.t.h. (ajuste del trabajo al hombre) y a.h.t. (ajuste del hombre al trabajo). En un contexto amplio, los problemas de diseño de sistemas requieren ambos tipos de ajuste: las tareas especializadas de control, demandan el esfuerzo de los ojos. Este hecho causa retardos en la respuesta de aproximadamente 150 ms a h.t. incluyendo programas de selección y entrenamiento de personal y, además, actividades de a.t.h. que incluyen aspectos de la máquina y de los accesorios. Sin embargo, el diseño de interacción enfatiza hasta hoy una política de factores humanos en donde prima a.h.t.

La capacidad humana para transmitir y recibir información se tiene como "dada" y los ingenieros obran impulsados por esa creencia. (1.5)

## 5. LAS CARACTERISTICAS DEL O.H. (OPERADOR HUMANO) PARA "RECIBIR"

La lista tradicional de cinco sentidos debe ser multiplicada por un factor promedio de tres para comprender la totalidad del mecanismo sensorial que incluye todo lo relativo a dolor, temperatura y numerosas orientaciones y movimientos además de la vista, oído, tacto, gusto y olfato. Nos ocuparemos brevemente de la vista y del oído, puesto que éstos son los sentidos más extensamente empleados en relación con el diseño de ingeniería. (1.13)

### A. LA VISION

El ojo es sensible a la radiación electromagnética dentro de los 380 y los 720  $\mu\text{m}$ , y sobre una amplitud de variación de 90 db. El mínimo absoluto para captación de la más pequeña señal es a  $10^{-4}$  lux, el límite máximo se alcanza cuando se siente dolor u ocurre daño orgánico. Una lente de foco variable, en conjunción con una apertura ajustada automáticamente, produce una imagen real sobre la retina fotosensible. Las señales de luz/oscuridad, como también el efecto de fatiga del observador, Pueden experimen-

- 93 -

neurales son llevadas luego a la corteza occipital y se produce así el nacimiento de la sensación visual. Los detalles pueden percibirse solamente en el centro del campo visual, por lo cual algunas actividades tales como las de la lectura requieren una sucesión de movimientos de los ojos. Este hecho causa retardos en la recepción de aproximadamente 4 ms (milisegundos) en los movimientos muy pequeños y alrededor de 100 ms en rotaciones de 40°. Los retardos son ocasionados igualmente por el proceso de acomodación (cambios de foco), los cuales pueden llegar hasta 200 ms. La adaptación a la oscuridad, para lograr la máxima sensibilidad, toma muchísimo más tiempo y ocurre en dos etapas correspondientes a dos diferentes tipos de células de la retina. Un rápido incremento de la sensibilidad ocurre durante un período aproximado de 10 minutos cuando se obtiene el mejor nivel del cono de la visión. Luego, se necesita un período adicional que fluctúa alrededor de los 30 minutos para alcanzar la máxima sensibilidad total. (1.6)

La percepción del color comprende las tres variables de matiz, saturación y brillo. En condiciones favorables, pueden distinguirse cerca de 128 matices diferentes del espectro. Sin embargo, para fines de reconocimiento absoluto, tal como se requiere por ejemplo en los sistemas de codificación por colores, sólo pueden distinguirse 12 matices.

La frecuencia de repetición pulsativa en la cual ocurre la fusión subjetiva, llamada "frecuencia de flameación" (critical flicker frequency = c.f.f.), se encuentra típicamente en la región de 40 Hz (Hz = Herz, que puede entenderse como unidad para medir: veces por segundo, pulsos por segundo, eventos por segundo, etc.) en luces brillantes. La c.f.f. es una variable dependiente de la intensidad, de la longitud de onda y de la relación luz/oscuridad, como también el estado de fatiga del observador. Puede experimen-

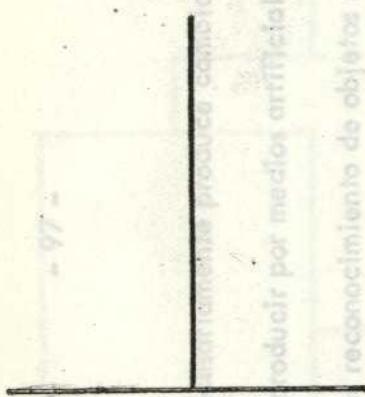
tarse considerables problemas con tableros de instrumentos o fuentes de iluminación titilantes. Un rasgo muy significativo de la vista humana está en el hecho de que es binocular. Se generan, por lo tanto, dos campos corticales en respuesta a una sola señal visual.

Las especificaciones de las señales físicas recibidas no definen, de manera alguna, en forma completa la naturaleza de la percepción consciente. Los datos recibidos son modificados sustancialmente por numerosos procesos, principalmente generados en los campos de la filtración selectiva, distorsión, adición y sustracción, en formas altamente complejas, de modo que la percepción resultante es en mucha parte el resultado de la destreza y experiencia del observador y está influida por sus deseos y expectativas. En la figura N° 9 se muestran algunos ejemplos de ilusiones bien conocidas, los cuales ilustran algunas de las más simples formas en las cuales la percepción visual se aparta de las propiedades de la señal recibida. Tales circunstancias requieren atención en el diseño de los tableros de instrumentos.

La contribución subjetiva a la percepción es obvia si se toma en consideración que, aunque el campo de la retina comprende un mosaico de elementos coloreados, no es así como el mundo aparece. El campo es organizado por el observador para formar una interpretación estructurada de objetos sólidos en espacio tridimensional. El tamaño de los objetos puede ser juzgado correctamente en una amplia gama de distancias y, en consecuencia, de ángulo visual subtenso. El mismo objeto puede ser visto de color blanco a pesar de muchas fluctuaciones en la iluminación del ambiente. Los ángulos rectos son interpretados a partir de las señales de la retina aunque se presenten, por la circunstancia tridimensional, como ángulos agudos u obtusos. Un pequeño movimiento del ojo que causa una transposición de

### LA VERTICAL Y LA HORIZONTAL SON DE LA MISMA LONGITUD

FIG: 9  
la Imagen en retina, no tienen que producir cambios fundamentales en el comportamiento de la percepción. Intentos de producir por medios artificiales organizaciones acústicas de los campos, que introducen en el reconocimiento de objetos simples, han arrojado mucha luz sobre la complejidad de los procesos que se efectúan.



Algunos aspectos de la percepción dependen de numerosos procesos diferentes para producir un resultado final. La percepción de la profundidad o de la distancia puede servir como ejemplo. En ello se presentan algunas de las propiedades del sistema binocular. Además, algunos de los otros aspectos de las propiedades básicas del sistema óptico, mientras otros se presentan en nuestro sistema físico y en el medio físico. La acomodación dentro de cada uno de nosotros es muy significativa para la interpretación de los distantes muy cortas. Los trastornos y las perspectivas lineales suministran rasgos aparentes para la visión monocular, como puede apreciarse en la Fig. N° 10. Con la visión binocular se dispone de información adicional proveniente de la tensión muscular requerida por la rotación de los ojos para lograr su fijación en un solo punto, de los dos diferentes imágenes que se obtienen por la separación lateral de los ojos. (1,6) (1,1)

B. AUDICION

LAS DOS HORIZONTALES SON DE LA MISMA LONGITUD

El oído humano es sensible a señales de presión del sonido dentro de una amplitud de 20-150.000 (Kilo-Hertz). El umbral de amplitud que puede recibir es de 0,002 décibels y la escala aproximada es de 150 dB (decibels). Los cambios en la amplitud y en la secuencia de los sonidos producen, respectivamente, variaciones en la sonoridad y en el tono, aunque existen interrelaciones entre estas variables. En las frecuencias

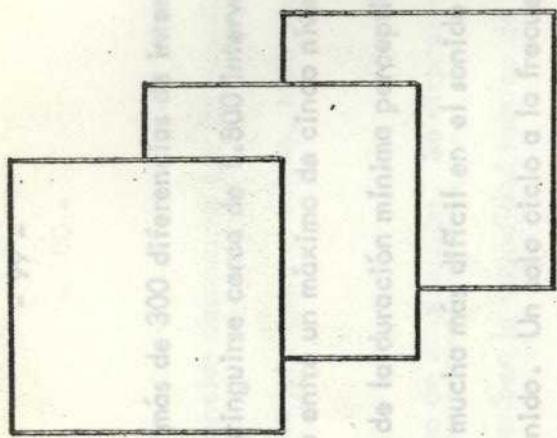
la imagen de la retina, no necesariamente produce cambios fundamentales en el campo de percepción. Los intentos de producir por medios artificiales organizaciones análogas de los campos, que se traducen en el reconocimiento de objetos simples, han arrojado mucha luz sobre la complejidad de los procesos que se efectúan.

Algunos aspectos de la percepción dependen de numerosos procesos diferentes para producir un resultado final. La percepción de la profundidad o de la distancia puede servir como ejemplo. En ella se presentan algunos de los rasgos en la visión monocular, mientras otros dependen de las propiedades del sistema binocular. Además, algunos de los rasgos se perciben por las propiedades básicas del sistema óptico, mientras otros se generan en nuestra experiencia física y en el mundo físico. La acomodación dentro de cada ojo suministra un rasgo no aprendido, muy significativo para la interpretación de las distancias muy cortas. Las formas traslapadas y las perspectivas lineales suministran rasgos aprendidos, que para la visión monocular, como puede apreciarse en la Fig. N° 10. Con la visión binocular se dispone de información adicional proveniente de la tensión muscular requerida por la rotación de los ojos para lograr su fijación en un solo punto, de las dos diferentes imágenes que se obtienen por la separación lateral de los ojos. (1.6) (1.1)

#### B. LA AUDICION

El oído humano es sensible a las señales de presión del sonido dentro de una amplitud de 20-30 khz (Kilo-Hertz). El mínimo absoluto de amplitud que puede recibir es de 0.002 dinas/cm<sup>2</sup> y la escala aproximada es de 150 db (decibeles). Los cambios en la amplitud y en la frecuencia de las señales producen, respectivamente, variaciones en la sonoridad y en el tono, aunque existen interacciones entre esas variables. En las frecuencias

FIG: 10



#### POR SOBREPOSICION

medios pueden discriminarse de 300 diferentes tonalidades. En los niveles más bajos de intensidad pueden distinguirse 500 niveles de frecuencia. La discriminación auditiva es posible aún un número de cinco niveles de intensidad y cinco de tonalidad. Una especificación de la duración mínima perceptible de los intervalos entre los sonidos es mucho más difícil en el sonido que en la voz. A los intervalos más bajos del sonido, un solo ciclo a la frecuencia media ocupa necesariamente alrededor de 50 ms. La duración, por lo tanto, afecta tanto a la duración como a la sonoridad. Para alcanzar la sensación plena del tono se necesitan alrededor de 100 ms, y para la de la máxima sonoridad alrededor de 500 ms.

La dirección de las fuentes del sonido se detecta por la recepción de señales de diferentes intensidades y mediante una fase diferente entre los dos oídos. La información auditiva es procesada por el oyente en forma análoga a la información visual. El contexto de la señal y las expectativas del observador influyen, la cual es estructurada por el centro de un patrón percibido mejor que en la ausencia de este centro.

#### C. COMPARACION ENTRE LA RECEPCION DE SEÑALES VISUALES Y AUDITIVAS

#### POR PERSPECTIVA



Considerando las características de la recepción auditiva, ¿cuál es mejor? La respuesta no es tan simple. El estudio de los propiedades de los instrumentos, sus relaciones instrumentales, y los y auditivos. Indican que los instrumentos apropiados de su uso, en la mayor parte de las situaciones, proporcionan una mejor percepción auditiva que las señales visuales.

con la visión como la dimensión tiempo con el oído. De ahí se derivan numerosos contrastes.

Las principales diferencias observadas por los estudios realizados, se refieren a cuantitativas y cualitativas, tanto en su recepción y por lo tanto, para su procesamiento y memoria.

Aspectos inherentes tanto al objeto como al sujeto, todo dentro del medio de trabajo.

Ellas son:

mas, si el receptor no tiene control sobre el tiempo de duración de la señal, pueden considerarse inferiores.

a) Velocidad máxima de información. Se dispone de datos cuantitativos, aunque un tanto engañosos, que describen la capacidad teórica de información de los órganos de los sentidos. Algunos especialistas estiman que la máxima velocidad de transmisión del ojo humano es de  $10^9$  partículas/segundos.

La estimación de las máximas velocidades de transmisión en el desempeño de labores especializadas de alta velocidad raramente es mayor de 25 partículas/s. El ojo parece poseer una capacidad de información mucho mayor que la del oído, pero si se considera la gran diferencia entre las velocidades de recepción de las señales, las limitaciones de recepción parecen tener poca importancia. (1.14)

b) Vigilancia. El oído no posee ningún mecanismo correspondiente al párpado. Además, el oído, al contrario del ojo, es omnidireccional en su recepción. Por estas razones, el canal auditivo es más útil para recibir las señales de alerta y de advertencia, las cuales pueden ser percibidas cuando el operador esté dirigiendo su atención a otra señal, o esté de espaldas a la fuente de la señal, o aun cuando está dormido.

(1.2)

c) Tiempo y espacio. Las señales visuales tienen extensión en el espacio; las auditivas, duración en el tiempo. En muchos aspectos la dimensión espacio se relaciona

con la visión como la dimensión tiempo con el oído. De ahí se derivan numerosas consecuencias. Los mensajes largos y complejos requieren inevitablemente períodos sustanciales de tiempo para su recepción y, por lo tanto, pueden causar problemas de memoria. Además, si el receptor no tiene control sobre el tiempo de duración de la señal, pueden causarse interrupciones y dislocaciones en una tarea en marcha.<sup>11</sup> Las señales visuales tienen usualmente más permanencia, por lo cual el o.h. (operador humano) puede consultar sus instrumentos en horas seleccionadas por él mismo, y puede referirse a ellos cada vez que sea necesario. (1.14)

- d) Naturaleza de los datos. Si la señal recibida se relaciona con conceptos espaciales, como en el caso de un mapa o de un diagrama de flujo, el canal visual es más aconsejable. Para definir instantes en el tiempo, las señales auditivas, v.g. la cuenta hacia atrás, son apropiadas.
- e) Medio ambiente. Los mensajes se reciben dentro de un medio ambiente y, por tanto, puede haber interacción. Por este motivo, las señales auditivas son aptas para un cuarto oscuro o si el o.h. sufre las consecuencias de un oscurecimiento. Las señales visuales, en consecuencia, pueden ser apropiadas en un ambiente ruidoso.
- f) La tarea completa. Para decidir sobre la modalidad sensorial de cualquier información que deba recibir el operador, es necesario considerar las demás fuentes de información que puedan chocar con él durante el desempeño de su tarea. Deben darse pasos para distribuir las señales entre los diferentes canales de recepción con vista a la naturaleza del trabajo que cumple el o.h.

## 6. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACION DE LA MAQUINA (DISPLAY)

El propósito de este sistema es el de proveer información al operador humano (o.h.). Un buen indicador (display) desempeña su función eficientemente y facilita la transferencia de información tomando en cuenta las propiedades de la interacción hombre-máquina, en lo que se relaciona con las condiciones particulares en las cuales se usa un determinado indicador.

La naturaleza especializada de este sistema de información requiere ser enfatizada.

La confusión puede surgir fácilmente cuando se intenta discutir en el vacío los méritos relativos de varios diseños alternativos. Por lo tanto, cualquier justificación de una presentación determinada es aplicable solamente en el contexto de una tarea definida, desempeñada en circunstancias conocidas. En general, unos pocos criterios tienen validez obvia. Los indicadores deben presentar información claramente y sin ambigüedad; deben ser fácilmente accesibles al operador; deben ser proyectados para minimizar el esfuerzo de su uso; deben ajustarse adecuadamente a su ambiente operacional, y deben proveer el tipo de información que mejor convenga a la tarea para la cual se utilizan, presentada en la forma más adecuada. (7.1)

#### A. INDICADORES VISUALES (VISUAL DISPLAYS)

a) Taxonomía (criterios de clasificación). Se han propuesto numerosas taxonomías para los indicadores; algunas de las cuales reflejan los tipo de información que deben manejarse, otras el uso que va a darse a la información, o el método adoptado para convertir señales invisibles en indicaciones "mostradas". Todas estas bases sirven para clasificar unos u otros aspectos de los problemas de diseño, bien sea indicando las necesidades introducidas por las características de determinados datos que deben ser recibidos, o bien

implantando una escala de posibles soluciones para su evaluación. En el más amplio sentido, el indicador incorpora cualquier parte del ambiente de la cual se obtiene información, y no se restringe a los aparatos cuya sola función es "mostrar". Una importante dimensión del diseño es, por lo tanto, el grado en el cual el indicador es sólo un "muestrario". Esta singularidad determina el grado de posibilidad de aplicación de normas de muestra o indicación. La gama de valores va desde cero (ejemplo: la superficie de la luna observada durante el alunizaje de un vehículo) a través de etapas intermedias (ejemplo: una carretera, de la cual algunos aspectos pueden tomarse como indicadores; las herramientas para cortar que tienen, asimismo, una función de indicación) hasta los artefactos completamente desarrollados, tales como los instrumentos y las luces de tránsito.

Una distinción todavía mayor entre los tipos de sistemas de información (displays), se centra en la permanencia de los datos presentados. En ella pueden utilizarse categorías generales: los indicadores estáticos, que enseñan datos invariables, ej. los libros y la mayor parte de las señales de tránsito; los seudoestáticos, que enseñan datos variables y cuyo movimiento no es en sí mismo debido a la información que se recibe (in-put) y normalmente no se manifiesta al observador, ej. los relojes; los dinámicos son aquellos en los cuales el movimiento es producido como un rasgo esencial del indicador y es normalmente visible en forma continua para el observador, como por ejemplo, los indicadores de la velocidad del viento y las pantallas de radar.

El grado en el cual se emplea una simbología y la naturaleza de los símbolos constituyen otra importante dimensión de la clasificación. El lenguaje de los indicadores puede ser un lenguaje natural, por medio de notas o puede estar constituido por símbolos arbitrarios, como en los diagramas de circuitos, o por representación de formas, como en los

Finalmente, la clasificación puede hacerse sobre la base del principio de operación del horizontes artificiales, o por combinaciones entre los diferentes lenguajes, como en los mapas. Estos principios de clasificación son importantes por numerosas razones. Una de

La clasificación funcional centra su atención en los parámetros del indicador que son relevantes para cada tipo de tarea que éste intenta facilitar. Las dos funciones primarias que pueden ser identificadas son la aceptación y la demanda. En la primera, el o.h. obtiene información del indicador sin que le corresponda modificar los valores observados. En la segunda, el operador regula un valor para modificar el indicador. Estas dos funciones pueden ser subdivididas posteriormente. La aceptación puede comprender una de las siguientes subfunciones:

- i) Identificación de uno dentro de un pequeño número de estados posibles, ej. on/off y rojo/ambar/verde;
- ii) determinación de valores numéricos precisos, ej. 1013-2;
- iii) confirmación de que un valor se encuentra dentro de los límites aceptables de una escala determinada.

La demanda puede relacionarse con una de las subfunciones siguientes:

- iv) La fijación de un valor único, ej. un punto fijo, y

- v) el rastreo de una información continuamente variable.

La naturaleza de la información que debe ser mostrada afecta el diseño de su mejor forma de representación. Por ejemplo, la información que debe mostrarse puede ser una magnitud unidimensional, o puede ser multi-dimensional; puede ser de carácter cualitativo o nominal. En forma similar, el sistema de información ( display ) puede contener en sí mismo magnitudes cuantificables, tales como las de frecuencia o amplitud.

Principio	Electromecánico	Eléctrica
Dimensiones mostradas	Amplitud	Patrón de símbolos

Finalmente, la clasificación puede hacerse sobre la base del principio de operación del artefacto de información.

Estos principios de clasificación son importantes por numerosas razones. Una taxonomía coherente y ampliamente aceptada servirá para la identificación de investigaciones sobre aplicaciones particulares y minimiza la posibilidad de intentar la utilización de datos irrelevantes. La clasificación enfatiza la especificidad de cualesquiera resultados particulares y ayuda a dirigir la atención del diseñador hacia todos los aspectos que la requieren en el sistema de información.

En la tabla N° 2 se muestra una base tentativa de clasificación con ejemplos de la descripción de dos sistemas de información "displays".

TABLA N° 2

DESCRIPCION DE DOS CONOCIDOS INDICADORES BASADA EN UN POSIBLE SISTEMA DE CLASIFICACION

CLASIFICACION TAXONOMICA	CUADRO DE REGISTRO (CHART RECORDER)	RELOJ DIGITAL (DIGITAL CLOCK)
Permanencia	Dinámica	Seudo-estática
Número de dimensiones	2	1
Dimensiones representadas	Período (pasado) temperatura	Tiempo real (presente)
Lenguaje	Analógico	Simbólico (numérico)
Modalidad	Visual	Visual
Función	Rastreo	Recepción cuantitativa
Singularidad	Muestra y registra	Sólo muestra
Principio	Electromecánico	Eléctrico
Dimensiones mostradas	Amplitud	Patrón de símbolos

b) Las características del diseño. Estas tienen que ver con aspectos tales como la permanencia, el número y la naturaleza de las dimensiones, el lenguaje, la función y la singularidad de los indicadores.

i) Permanencia. Los indicadores estáticos presentan los problemas de diseño más simples; su claridad depende en gran medida del tamaño, nivel de iluminación y contraste de brillantez. Como el tamaño efectivo es una función de la distancia de observación, es conveniente expresarlo como el ángulo visual subtenso por un elemento del indicador. En muchas ocasiones el problema del o.h. consiste en distinguir entre un número conocido de elementos de un grupo; por lo tanto, debe prestarse especial atención a su discriminabilidad. Los caracteres alfanuméricos, por ejemplo, pueden ser diseñados para maximizar la discriminabilidad por medio de la determinación de una relación óptima entre el ancho y la altura, y por la enfatización de aquellos rasgos en donde pueda ocurrir confusión.

Los indicadores seudoestáticos generan básicamente los mismos problemas ergonómicos que los estáticos, aunque las consideraciones de ingeniería son muy diferentes.

Los indicadores dinámicos introducen un grupo de problemas completamente nuevos. En ellos, el observador se aboca al cambio y el indicador puede mostrar, bien una secuencia de estados separados o una función continuamente variable. En ocasiones el o.h. necesita obtener datos derivados del movimiento, tales como la velocidad del cambio, además de una serie de valores instantáneos. Un rasgo interesante de la visión humana es la posibilidad de detectar el movimiento en la periferia del campo visual. Este hecho fue explotado en el "director para visual de vuelo", que también utilizó la conocida ilusión "polo de barbero" la cual produce la aparición de un movimiento lineal de

un cilindro rotativo en el cual se marca una huella helicoidal. Este director podía, por lo tanto, proveer al piloto de señales en dos dimensiones mientras dejaba libre su capacidad de fijación óptica. (7.1) (1.6)

ii) Número de dimensiones. Los indicadores de una sola dimensión, tales como los que se incorporan a los contadores y a los instrumentos de reloj, son probablemente los que se usan más a menudo. En los cuadros de registro aparecen dos dimensiones, puesto que al tiempo real se añade la variable del registro. La evidencia demuestra que la capacidad humana de información se incrementa con el uso de varias dimensiones en mayor medida que con la concentración de información en una sola dimensión. Quizá pueda observarse un mayor uso, en situaciones de control, de los indicadores que presentan información multidimensional al operador, particularmente cuando se registra una variable en función de otras.

iii) Naturaleza de las dimensiones representadas. Algunos tipos de información pueden ser representados fácilmente en un indicador de una manera que guarde isomorfía entre la presentación y lo que representa. Una señal de carretera, por ejemplo, puede guardar convenientemente una relación topográfica general con el trazado de la carretera correspondiente. En otros casos la relación entre la información y su forma de presentación puede ser más remota. Es necesario tener cuidado de que el diseño del indicador tome en cuenta en forma adecuada lo que representa. Ya hay algunas expectativas arraigadas en los conglomerados humanos: el color rojo, por ejemplo, se asocia generalmente con "alto", con "precaución", o con "peligro". Los movimientos ascendentes, en dirección de las agujas del reloj, o hacia la derecha, se asocian con los valores crecientes, etc. (7.1) (2.2)

iv) Lenguaje. Para la mayor parte de los problemas de indicación, es posible un gran número de tipos básicos de representación y la totalidad de las posibilidades de uso de los diferentes enfoques de lenguaje están todavía para ser explotadas. En general pueden utilizarse tres tipos: el lenguaje natural, los símbolos gráficos y los analógicos. El lenguaje natural, como el castellano o el inglés, o sus abreviaturas, puede servir para muchos propósitos y puede carecer de alternativas para mensajes largos y complejos. Los símbolos gráficos pueden ser mucho más efectivos para transmitir mensajes cortos; para optimizar su efectividad, estos símbolos deben combinar el arte del diseño gráfico con estudios empíricos de interpretación. Ya se han llevado a efecto algunos estudios de representación gráfica en áreas, tales como las señales de carretera y las leyendas en las placas de las máquinas-herramientas. El uso de analógicos está muy difundido para la representación de magnitudes variables; muchas de sus ventajas se derivan de la simplicidad de su construcción, como es el caso de los amperímetros, en lugar de obedecer a su valor para el usuario. Esto no quiere decir, por supuesto, que otras formas de representación sean necesariamente superiores en todas las condiciones de uso. El problema del lenguaje está íntimamente ligado tanto con la naturaleza de la señal que debe representarse como con la aplicación funcional del indicador; en ciertas circunstancias es ventajosa una representación en términos analógicos.

Muchos indicadores hacen uso simultáneo de varias formas de lenguaje: las luces de tránsito usan el color y el código de posición; el altímetro de contrapunto es en parte analógico y en parte digital. Tales soluciones, si se construyen con el debido cuidado, pueden explotar las diferentes ventajas de varios enfoques posibles y pueden ser particu-

larmente aptas en casos donde los indicadores sencillos cumplen más de una función. (7.1)

v) Función. Probablemente la mayor fuente de confusión en los estudios de los indicadores visuales, se origina del intento de generalizar los datos evaluativos de la función de un indicador a otro. De hecho, cada función tiene sus propios requerimientos. Por lo tanto, la identificación de un estado, como por ejemplo on/off, alto/bajo, despacio/mediano/rápido, puede ser alcanzada adecuadamente en la mayor parte de las circunstancias con el uso de códigos de color o de algunos gráficos simples.

La determinación de un valor numérico exacto presenta problemas más serios; algunos estudios publicados se ocupan de la evaluación de parámetros, tales como la forma de los relojes indicadores y las escalas móviles contra un punto móvil. Donde la velocidad de lectura es importante, los relojes circulares parecen superiores a los lineales, lo que posiblemente indica que la apreciación del desplazamiento angular de una aguja es más simple que la de su desplazamiento lineal.

Sin embargo, en la mayor parte de los casos de lectura cuantitativa de un valor, el indicador digital es superior a cualquier tipo de presentación en forma analógica, tanto en términos de velocidad como de precisión.

Los indicadores de términos analógicos son ventajosos para las menos precisas actividades de verificar si un valor se encuentra dentro de determinados límites. Las escalas lineales verticales, tan usadas ahora para la indicación de temperaturas, presiones, velocidades de flujo, etc., tienen la ventaja particular de que grupos de instrumentos similares pueden ser rápida y convenientemente inspeccionados juntos, de manera que un

simple valor errático puede identificarse fácilmente, o un grupo de valores individuales pue de ser visto con facilidad. Estos instrumentos analógicos permiten lecturas frecuentes y proporcionan una indicación del grado de desviación del punto fijo. Cuando lo único que requiere el operador es la indicación de que se está "dentro" o "fuera" de los límites, son ventajosos indicadores más simples.

La tarea de fijar un valor puede lograrse con el indicador analógico o con el digital. Durante el desarrollo de la tarea se requiere información relativa a la distancia que falta por recorrer. Los instrumentos de agujas móviles son ventajosos para una indicación general de ese valor, pero es difícil obtener precisión de ellos. Por otro lado, si se necesitan grandes movimientos, la velocidad de los indicadores digitales puede causar serias dificultades en la legibilidad. Ambos problemas pueden ser solucionados si cada decena del indicador puede fijarse individualmente.

La tarea de rastreo se facilita con un instrumento de términos analógicos, el cual indica fácilmente el grado y la dirección del error, junto con algunas informacione sobre la velocidad de cambio. Sin embargo, si el elemento de las decenas bajas de un instrumento digital se mueve continuamente en dirección opuesta, éste puede constituir un aparato satisfactorio para algunas funciones de rastreo.

vi) Singularidad. Esto significa que no siempre es posible tratar un indicador como si tuviera una función única determinada. Los indicadores del mundo real pueden ser inalterables como en el caso de la superficie de la luna, o pueden ser susceptibles de algunos cambios. Los elementos de la máquina pueden servir simultáneamente como indicadores y como controles, o una parte en operación de la máquina puede servir de indicadora

de sí misma. Cuando existe algún propósito de diseño en tales casos, puede ser necesario un esfuerzo adicional para alcanzar la solución más satisfactoria como también puede requerirse un análisis del sistema para determinar la importancia de los diferentes aspectos.

#### (7.1)

c) Detalles de diseño. Una vez tomadas las más elementales decisiones con respecto a los indicadores, el diseñador debe dispensar cuidadosa atención a los detalles. La literatura ergonómica contiene una buena cantidad de recomendaciones específicas y muy detalladas sobre aspectos tales como el ancho de las agujas, número y tipo de las escalas de graduación, caracteres y tamaño y formato alfanumérico. (Véase Fig. N° 11).

### B. INDICADORES AUDITIVOS

Con excepción de los sistemas de comunicación hablada, los aparatos auditivos se han usado generalmente para la trasmisión de señales muy simples, tales como las que denotan peligro o piden precaución, o las que indican el comienzo y el fin de los períodos de trabajo. Las señales auditivas se adaptan bien a tales propósitos, puesto que ellas capturan la atención del o.h. la cual puede estar ocupada en otra cosa y pueden, además, cubrir una área extensa. Las cornetas, los pitos, las campanas y las sirenas tienen todos sus ventajas individuales en términos de penetración del ruido, penetración de barreras y propiedades de atracción de la atención. Se han hecho algunos intentos para emplear las señales auditivas para propósitos de control en los aviones. No se han desarrollado aplicaciones industriales dignas de mención.

a) Percepción de la voz humana. La conversación normal tiene un promedio de sólo 10 unidades de fuerza (microvatios =  $\frac{1}{2} w$ ). Este valor se incrementa o decrementa por

FIG: 11

INDICADORES VISUALES

un factor de 100 cuando se pasa de su círculo de visión. Los vocales tienen una duración menor que el ocular para cumplir la función de articulación.



FORMAS RECOMENDADAS

grandes cantidades de información con relativamente poco adiestramiento. Siempre que lo

cargo de información sea tanto o más alto, la percepción de la información puede ocurrir más tarde o con menor intensidad. Si se utilizan los dos indicadores, como por ejemplo en la percepción de televisión y cine, la tasa total de información puede ser más efectiva. Cuando se hace difícil escuchar, como en la presencia de ruidos de conversación, puede aún perdiérse la fuerza de información a consecuencia de la redundancia del lenguaje natural.

PREFERIBLES

ADMISIBLES

En relación con la percepción de información visual, lo audible

puede considerarse en un grupo de posibilidades muy amplio de manera que el pro-

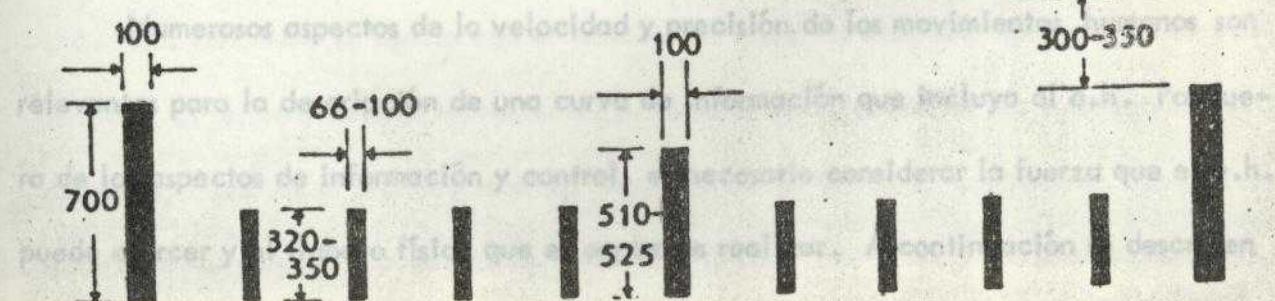
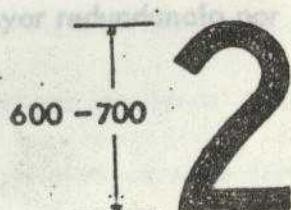
blema es esencialmente la discriminabilidad. La transmisión

corresponde con la impresión de límites al vocabulario y mensajes usados, como en el caso de

la radiotelefonía en aviones. Si es necesario puede introducirse mayor redundancia por

medio de la repetición de palabras y frases importantes. (1.10)

7. CARACTERISTICAS DE LA ACCION (OUT-PUT) DEL o.f.



PROPORCIONES RECOMENDADAS

un factor de 100 cuando se grita o se susurra, respectivamente. Las vocales exigen la mayor concentración de energía y ocupan la parte más baja de la gama de frecuencia, cuya extensión total es de 100 a 10 KHz. Algunas consonantes, como la "s", tienen su energía concentrada en un espectro muy angosto. En el caso de la "s", alrededor de 6 KHz.

Para el oyente, la ventaja del canal de la palabra, consiste en que puede recibir grandes cantidades de información con relativamente poco adiestramiento. Siempre que la carga de información total no sea muy alta, la percepción de la conversación puede ocurrir simultáneamente con asimilación visual. Si se utilizan los dos canales, como por ejemplo en la percepción de televisión y cine, la toma total de información puede ser más efectiva. Cuando se hace difícil escuchar, como en la presencia de ruido, la conversación puede aún percibirse sin pérdida de información a consecuencia del alto nivel de redundancia del lenguaje natural. En relación con la percepción de información visual, la auditiva puede considerarse como un grupo de posibilidades muy limitado, de manera que el problema es esencialmente de discriminabilidad. La transmisión puede, por lo tanto, mejorarse con la imposición de límites al vocabulario y mensajes usados, como en el caso de la radiotelefonía en aviones. Si es necesario puede introducirse mayor redundancia por medio de la repetición de palabras y frases importantes. (1.10)

## 7. CARACTERISTICAS DE LA ACCION (OUT-PUT) DEL o.h.

Numerosos aspectos de la velocidad y precisión de los movimientos humanos son relevantes para la descripción de una curva de información que incluya al o.h. Por fuera de los aspectos de información y control, es necesario considerar la fuerza que el o.h. puede ejercer y el trabajo físico que es capaz de realizar. A continuación se describen

como los del ojo o de los dedos, presentan una mayor precisión. Se han visto unas pocas propiedades de las acciones del o.h. (out put) relevantes para el diseño de la máquina. (5.2)

#### A. ACCION DE INFORMACION (INFORMATIONAL OUT PUT)

Lo que sigue a continuación tiene como denominador común las acciones de movimiento del o.h. en términos de una mayor información en la realización de su trabajo. (2.3) (1.19)

a) Amplitud de tiempo y movimiento. La amplitud creciente requiere mayor tiempo; sin embargo, los tiempos de los movimientos no pueden predecirse con base a una velocidad constante. Típicamente, el incremento de un movimiento de la mano de 10 a 30 cm. de amplitud, por ejemplo, podrá añadir alrededor del 25% del tiempo requerido.

b) Velocidad y dirección. La velocidad máxima de los miembros se obtiene sólo en determinadas direcciones. Los movimientos del brazo hacia el cuerpo pueden ser realizados más rápidamente que los que van hacia fuera. En cuanto a los del pie, son más rápidos los que van hacia fuera del cuerpo.

c) Dirección y precisión de los movimientos. Para las personas que operan con la mano derecha y que ejecutan movimientos de control en un plano horizontal en frente del cuerpo, los movimientos alrededor de la línea extrema derecha-cercana izquierda serán más precisos que los que se sitúan alrededor de la línea extrema izquierda-cercana derecha. Este fenómeno se asocia con el tamaño del grupo de músculos que produce el movimiento. El primero de esos movimientos se produce principalmente por rotación alrededor del codo, mientras el segundo requiere movimiento del hombro. En general, los grandes grupos de músculos producen movimientos fuertes pero imprecisos y los grupos pequeños,

como los del ojo o de los dedos, procuran una mayor precisión.

d) Movimientos de repetición. El dominio de velocidades máximas de repetición de movimientos tan simples como el golpeo suave con los dedos, se deriva de las limitaciones del sistema de control y no de la energía. Las velocidades máximas de golpes suaves varían típicamente entre 5 y 14 Hz, según el dedo que se use. Las velocidades preferidas son mucho más bajas.

e) Terminación del movimiento. Para movimientos de una amplitud dada (K), hay una pérdida de velocidad que aumenta a medida que disminuyen las dimensiones del aparato que se opera. Se ha demostrado que para un movimiento de amplitud (A) que termina en un aparato de ancho (W) en una tarea de golpeo suave recíproco, el tiempo del movimiento (T) es dado por

$$T = K \log \frac{2 A}{W}$$

La indicación para propósitos de diseño deben tener precisión en su terminación sólo en el grado en que sea necesario.

f) Preparación para el movimiento. Los movimientos rápidos son de una naturaleza preprogramada, balística; por lo tanto, mientras mayor sea su complejidad, más elaborados son los procedimientos para implementarlos antes de su ejecución. Numerosos estudios han demostrado las demoras adicionales antes de la iniciación de una respuesta debidas a subsecuente complejidad de movimientos. (1.8) (2.3) (1.3)

## B. EJECUCION DE FUERZA

A diferencia de la mayor parte de las máquinas generadoras de fuerza, el o.h. no es susceptible de especificaciones en un valor único de generación. El promedio de con-

sumo de energía de un hombre en un período de 24 horas puede ser de 200 W aproximadamente. Para trabajos prolongados puede ser alrededor de 300 W, aunque valores tan altos como 3 KW pueden ser alcanzados excepcionalmente durante muy cortos esfuerzos supremos. (4.3)

La fuerza de empuje de los miembros depende grandemente de la postura de o.h., de la dirección del empuje y de muchas características de diseño de los elementos de control. Un operador sentado, por ejemplo, operando una palanca a la altura del hombro, puede ejercer una fuerza de empuje cerca de tres veces superior en un movimiento de tiro horizontal hacia el cuerpo que en un movimiento de presión vertical hacia abajo. (Ver figura N° 12). Así mismo, la fuerza de torsión que puede ser aplicada a una rueda horizontal es aproximadamente el doble de la que puede aplicarse a una vertical. Sobre los valores de la fuerza de empuje en una gran variedad de aparatos de control existe mucha información bibliográfica. (1.17) (10.1)

## 8. DISEÑO DE CONTROLES

El diseño es uno de los elementos sin los cuales muchas ciencias aplicadas dejarían de tener validez o al menos se convertirían en ineficientes realizadoras de modelos puramente teóricos. Todo lo dicho cobra especial significación si lo referimos a la Ergonomía.

### A. TAXONOMIA

Los controles pueden servir para muchos fines y pueden ser clasificados de acuerdo con numerosos puntos de vista (Ver tabla N° 3). Consideraremos algunos criterios al respecto:

FIG: 12

## POSICION DE LAS PALANCAS RELATIVA A LA POSICION DEL OPERADOR

**FIG. 12**

**POSICIÓN DE LAS PALANCAS RELATIVA A LA POSICIÓN DEL OPERADOR**

a) Fuerza ejercida por el pedal. La bicicleta se relaciona con la posición del operador.

b) Controles continuos. Los reguladores de dirección, los frenos y los pedales de cambios, etc., son ejemplos de controles continuos, por lo cual dependen más directamente de la posición del operador que de las posiciones de los demás componentes.

c) Singularidad. Un elemento dado de una máquina puede ser tratado sólo como control, o puede tener otras funciones, tales como los de indicación.

d) Dimensiones. La mayor parte de los controles operan en una sola dimensión, los pocos como los denominados platos ligeros, pueden operar en dos o más.

e) Modalidad. Los controles, salvo raras excepciones, son siempre manuales o con el pie.

**B. DETALLES DE DISEÑO**

**A.** Los controles de pie son más apropiados de fuerza que los de mano, ya que permiten aplicar una mayor cantidad de fuerza.

**B.** EN EL TRABAJO SENTADO LA POSICIÓN OPTIMA ESTA A LA ALTURA DE LOS CODOS; LA POSICIÓN SENTADO PERMITE APLICAR UNA FUERZA MAYOR QUE LA POSICIÓN DE PIE

**C.** EN EL TRABAJO DE PIE LA POSICIÓN OPTIMA ESTA A LA ALTURA DE LOS HOMBROS PARA EMPUJAR LA PALANCA Y A 70 cm. DEL SUELO PARA ATRAERLA



A

EN EL TRABAJO SENTADO LA POSICION OPTIMA ESTA A LA ALTURA DE LOS CODOS; LA POSICION SENTADO PERMITE APPLICAR UNA FUERZA MAYOR QUE LA POSICION DE PIE

EN EL TRABAJO DE PIE LA POSICION  
OPTIMA ESTA A LA ALTURA DE LOS  
HOMBROS PARA EMPUJAR LA PALANCA Y  
A 70 cm. DEL SUELO PARA ATRAERLA

a) Fuerza e información. Los pedales de la bicicleta se relacionan casi exclusivamente con la transmisión de fuerza. Muchos controles industriales más típicos a través de los cuales se transmite una cantidad considerable de fuerza tienen también aspectos significativos de control; en cambio, otros controles pequeños, tales como botones de presión, interruptores, necesitan fuerzas de empuje o de torsión insignificantes para su operación, por lo cual deben ser tratados estrictamente como problemas de control.

b) Controles continuos y discontinuos. Los requerimientos de diseño son diferentes para los controles continuamente variables y los que marcan pasos. Estos últimos pueden ser simplemente binarios o contener un gran número de pasos separados.

c) Singularidad. Un elemento dado de una máquina puede ser tratado sólo como control, o puede tener otras funciones, tales como las de indicador.

d) Dimensiones. La mayor parte de los controles operan en una sola dimensión, unos pocos como los denominados plumas ligeras, pueden operar en dos o más.

e) Modalidad. Los controles, salvo raras excepciones, son siempre operados con la mano o con el pie.

## B. DETALLES DE DISEÑO

Los controles de pie son propios para la aplicación de fuerzas grandes sobre una pequeña escala lineal, o en movimientos rotativos. Los controles de mano, palancas y ruedas, se prestan más para altas fuerzas de empuje; los virajes rápidos se alcanzan mejor con una manivela. Los controles de mano y de pie pueden usarse para la transmisión de información. Para más de dos posiciones separadas, los controles de mano son generalmente superiores a los de pie. Además, una posición continua o de rastreo puede obtenerse con

pequeñas palancas o botones. El teclado, cuando se diseña adecuadamente, constituye un admirable instrumento para transmisión de señales discontinuas. Algunas de las más altas velocidades de información transmitida por el hombre (más de 20 partículas/s, bits/s), se logran con el teclado. (Ver en la Fig. N° 13, controles de mano y de pie).

Existen previsiones muy bien establecidas en relación con los movimientos de los controles y las respuestas correspondientes. El movimiento de una palanca hacia adelante, por ejemplo, puede accionar el vehículo en la misma dirección o puede dar lugar al incremento en algunos parámetros, tales como la velocidad misma del vehículo o la velocidad de flujo. (1.19) (7.2)

### TABLA N° 3

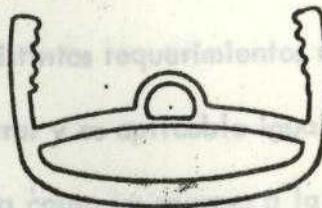
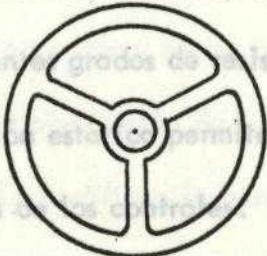
#### PARA ALTAS FUERZAS DE EMPUJE DOS CONOCIDOS CONTROLES CLASIFICADOS CON BASE EN UN SISTEMA TAXONOMICO

CLASIFICACION	PERILLA DE OLLA ELECTRICA	SWITCH DE CAMBIO DE LUZ DE AUTOMOVIL
Fuerza/información	Información	Información
Singularidad	También es indicador	Sólo control
Número de dimensiones	1	1
Modalidad	Mano	Pie
Discontinuo/continuo	Continuo	Discontinuo
Uso	Fijación	Cambio binario

## CONTROLES DE MANO Y DE PIE

### C. RESISTENCIA DE LOS CONTROLES

Es deseable cierto grado de resistencia de los controles para soportar el peso del miembro con que el operador los maneja. Aun así, con frecuencia el bajo nivel de sensibilidad a la presión de los manos y de los pies, para ayudar al o.h. a hacer movimientos suaves, y para minimizar la posibilidad de una operación inadvertida.



Diferentes grados de resistencia facilitan los diferentes requerimientos de los controles. La fricción estática permite soportar peso sin operar el control directamente a cualquier posición de los controles. La resistencia elástica combina la facilidad de la posición neutra y resiste la desviación total del control, a partir de esa posición. La homodifusión viscosa facilita cambios suaves en la posición de los controles, provee al o.h. de una retroinformación sobre las órdenes dadas y minimiza y equilibra los efectos de la vibración. La resistencia por inercia impide los cambios de dirección de los movimientos del control y puede neutralizar los efectos de la vibración. Por lo tanto, el tipo de resistencia óptimo para cada aplicación en particular depende de numerosas variables.

### VOLANTES (RUEDAS) DE LOS CONTROLES

#### PARA ALTAS FUERZAS DE EMPUJE

una retroinformación sobre las órdenes dadas y minimiza y equilibra los efectos de la vibración. La resistencia por inercia impide los cambios de dirección de los movimientos del control y puede neutralizar los efectos de la vibración. Por lo tanto, el tipo de resistencia óptimo para cada aplicación en particular depende de numerosas variables.

(7.2)

B

### 9. AGRUPAMIENTO DE LOS INDICADORES Y DE LOS CONTROLES

Los paneles de control, los tableros y los comportamientos de los controles requieren una atención considerable sobre las características y consideraciones de diseño de cada elemento. En general, la ubicación de los indicadores debe relacionarse con la visibilidad y la de los controles con la postura del o.h. Para examinar estos dos problemas se han desarrollado varios métodos.

#### PEDALES

La disposición del sistema de pedales es un problema que va de la mano con la aplicación de algunos princi-

#### PARA APPLICACION DE FUERZAS GRANDES

### C. RESISTENCIA DE LOS CONTROLES

Es deseable cierto grado de resistencia de los controles para soportar el peso del miembro con que el operador los maneje, para contrarrestar el bajo nivel de sensibilidad a la presión de las manos y de los pies, para ayudar al o.h. a hacer movimientos suaves, y para minimizar la posibilidad de una operación inadvertida.

Diferentes grados de resistencia facilitan los distintos requerimientos de los controles. La fricción estática permite soportar peso sin operar y es aplicable igualmente a cualquier posición de los controles. La resistencia elástica causa un regreso a la posición neutra y resiste la desviación total del control, a partir de esa posición. La humedificación viscosa facilita cambios suaves en el desplazamiento de los controles, provee al o.h. de una retroinformación sobre los cambios de posición del control y contrarresta los efectos de la vibración. La resistencia por inercia impide los cambios de dirección de los movimientos del control y puede neutralizar los efectos de la vibración. Por lo tanto, el tipo de resistencia óptimo para cada aplicación en particular depende de numerosas variables.

(7.2) De ellos se ilustran en la Figura N° 14.

### 9. AGRUPAMIENTO DE LOS INDICADORES Y DE LOS CONTROLES

Los paneles, las consolas, los tableros y los compartimientos de los controles requieren una atención centrada sobre las características y consideraciones de diseño de cada elemento individual. En general, la ubicación de los indicadores debe relacionarse con la visibilidad y la de los controles con la postura y alcance del o.h. Para examinar estos dos problemas se han desarrollado varias técnicas.

La disposición del equipo puede racionalizarse con la aplicación de algunos prin-

### DIRECCIONES ESPERADAS

cipios. La selección óptima del sitio y las posiciones de los instrumentos y de los controles pueden obedecer a principios, tales como la frecuencia del uso y la urgencia. El agrupamiento puede hacerse sobre bases funcionales, concentrando los elementos relacionados con cada parte de la planta o proceso. Algunas veces la secuencia de las operaciones durante el arranque, la operación o el cierre, puede indicar mejor la juxtaposición apropiada de los instrumentos y de los controles. El problema de la identificación de los elementos surge en la disposición de los equipos (layouts) más complejos. Se presentan algunas soluciones. La codificación estandarizada de las posiciones de los indicadores, tal como se utiliza parcialmente en los paneles de vuelo de los aviones, o de los controles, como en los mandos principales de los vehículos, puede ser posible. Puede también codificarse por colores; los controles que normalmente no pueden inspeccionarse visualmente, pueden tener mangos codificados. Además de las previsiones que existen en relación con la dirección de los movimientos de los instrumentos y controles individuales, existen estereotipos populares sobre el movimiento relativo de los instrumentos y de los controles; algunos de ellos se ilustran en la figura N° 14.

Un buen plano o disposición debe tener en cuenta no sólo la operación normal del equipo, sino también el mantenimiento. Un diseño cuidadoso puede conducir a enormes economías en el largo plazo, si se presta atención adecuadamente a aspectos tales como el diagnóstico de fallas, facilidad de acceso al equipo, compatibilidad de las partes e interrelaciones y el diseño de manuales de mantenimiento y operación. (7.2) (7.1) (8.1)

### 10. DESTREZA HUMANA: ALGUNOS RASGOS GENERALES

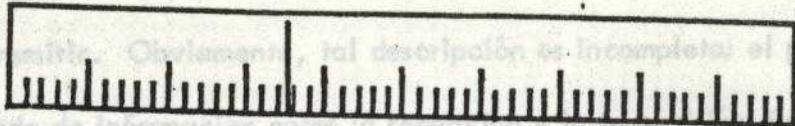
El ser humano, tal como se describe en las secciones 1 al 9, es un recipiente vacío,

b) SOTON DESLIZANTE

FIG: 14

### DIRECCIONES ESPERADAS

que se obtiene de ciertos tipos de ingreso de información y que posee un repertorio de información. Otra cosa es que tal descripción sea incompleta, el movimiento tiene una dirección general, pero no se sabe cuál es. La figura muestra la dirección general de los movimientos sobre la recta de información.

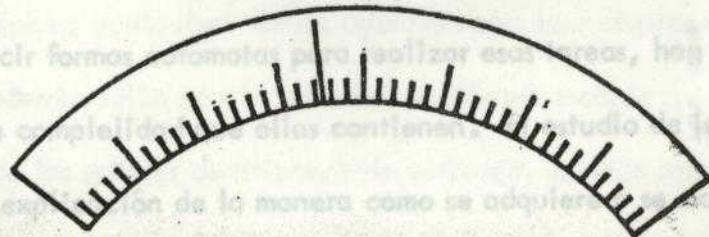


En la figura se muestra la dirección general de los movimientos. Los instrumentos que realizan tales movimientos tienen direcciones de respuesta diferentes y las cuales dependen de la naturaleza del acontecimiento futuro y la generalidad de la actividad. Los instrumentos que realizan actividades espontáneas constituyen algunos de los atributos de aquella parte del desarrollo humano que ha sido designada como el desarrollo general de "destreza". Es interesante observar la que la Ergonomía propone como la definición de destreza:

a



La destreza posee por alto la complejidad de los rangos organizativos de actividades tan sencillas como correr hacia abajo por una escalera o leer una página escrita a mano. Las habilidades de producir formas geométricas para realizar estos trazos, han llamado la atención sobre los niveles de complejidad de los instrumentos controlados. El estudio de la destreza humana se ha centrado en la adquisición de la misma como se adquiere la destreza que conviene la habilidad para manejar ciertas clases complejas.



Algunas muy importante parte de la adquisición habilita se realiza en la transmisión de información. La figura muestra la dirección general de los instrumentos que se utilizan en los procesos perceptivos y motorios, y no en el movimiento de los instrumentos. Un avión sirve como ejemplo. La destreza de un piloto reside primordialmente en su habilidad para seleccionar las señales más concuerda de su medio ambiente en el momento apropiado y para organizarlas de tal manera que se produzca una respuesta correcta. El movimiento resultante no es en realidad,

LA GRAFICA MUESTRA LAS DIRECCIONES ESPERADAS DEL MOVIMIENTO DE LOS INSTRUMENTOS COMO CONSECUENCIA DEL AJUSTE DE LOS CONTROLES EN UNA TAREA FIJA:  
a) BOTON ROTATIVO  
b) BOTON DESLIZANTE

con el lanzador de bombas.

En el fondo extremo del sistema humano de procesamiento de información, los órganos capaz de recibir ciertos tipos de ingreso de información y que posee un repertorio de información para transmitir. Obviamente, tal descripción es incompleta; el procesamiento inteligente y adaptado de información entre la recepción y la transmisión de información; la formulación de políticas y estrategias; la anticipación de acontecimientos futuros y la generación de actividades espontáneas, constituyen algunos de los atributos de aquella parte del comportamiento humano que ha sido denominado con el apelativo general de "destreza". Es esta destreza la que la Ergonomía propone desarrollar.

Es fácil pasar por alto la complejidad de los rasgos organizativos de actividades tan comunes como correr hacia abajo por unas escaleras o leer una página escrita a mano. Los intentos de producir formas autómatas para realizar esas tareas, han llamado la atención sobre los niveles de complejidad que ellas contienen. El estudio de la destreza humana se relaciona con la explicación de la manera como se adquiere o se mantiene la habilidad para desempeñar actividades complejas.

Aunque mucha parte de la actuación hábil se realiza en la transmisión de información, en un gran número de casos la esencia de la destreza reside en los procesos perceptivos y centrales, y no en el movimiento. El pilotaje de un avión sirve como ejemplo. La destreza de un piloto reside primordialmente en su habilidad para seleccionar las señales adecuadas de su medio ambiente en el momento apropiado y para organizarlas de tal manera que se produzca una respuesta correcta. El movimiento resultante no es, en realidad, difícil de hacer. Por otro lado, sin embargo, en unos pocos casos especiales, las acciones físicas sólo pueden ser producidas por expertos, como sucede con el jugador de golf o con el lanzador de jabalina. (2.9)

Se ha acumulado una extensa literatura en relación con el estudio experimental del

procesamiento de información. En el lado extremo del sistema humano de procesamiento de información, las señales son recibidas y almacenadas. Este almacenaje de corto plazo constituye una parte esencial del sistema de manejo de información. Una frase, o aun una simple palabra podría ser ininteligible si el único dato disponible en cualquier momento fuera un valor que describa la señal física instantánea. Por ello, las señales se integran en el tiempo para producir grabaciones mentales de suficiente duración para ser utilizadas. En este punto ocurre un proceso de filtración selectiva y las señales relevantes son transmitidas mientras se rechazan las no deseadas. Esta capacidad humana para seleccionar señales es verdaderamente digna de consideración. Un ejemplo puesto a menudo es el de un cuarto en donde tienen lugar muchas conversaciones; cualquiera de los oyentes tiene una considerable capacidad de selección sobre la conversación que le interesa; en alguna medida ayuda a ello la característica direccional de las señales auditivas. Sin embargo, cuando todas las voces proceden de un mismo sitio, queda todavía alguna capacidad en el oyente para escoger la voz que desea escuchar.

La información seleccionada debe ser procesada antes de que sea posible una respuesta. El tipo de procesamiento que tiene lugar depende del grado de destreza. En algunas ocasiones, las operaciones que deben realizarse son de una lógica con la cual se está familiarizando, tales como sumar o comparar. En ellas se hace uso de subrutinas depositadas en la memoria de largo plazo; los ejemplos simples incluirían las tablas de sumar y los sistemas de clasificación. En otros casos, se realizan procesos más complejos, en donde se utilizan las probabilidades subjetivas de éxito; éstas son manipuladas en combinación con juicios de valor antes de que se produzcan las decisiones.

Se ha acumulado una extensa literatura en relación con el estudio experimental del procesamiento humano de información. Con todo, algunas de las preguntas fundamentales permanecen sin respuesta. Es difícil, por ejemplo, estimar la capacidad aprovechable de la memoria de largo plazo. Se han hecho algunos estimados del orden de  $10^8$  partículas (bits), pero los argumentos aducidos están muy lejos de ser concluyentes; además, muy poco se conoce sobre las bases físicas de la memoria. Los estudios de los efectos de señales que ocurren en una proximidad cercana en el tiempo, indican que las demoras de procesamiento pueden presentarse si la segunda de dos señales sigue a la primera demasiado cerca. Estos hallazgos indican que la máxima velocidad humana de respuesta para tareas típicas de control es del orden de 2 respuestas/s. Si las señales llegan a una mayor velocidad, entonces serán combinadas, postergadas o completamente ignoradas, de acuerdo con las condiciones que prevalezcan. (1.15) (1.1) (1.19)

La mayor parte de los movimientos exigen una respuesta coordinada de parte de un gran número de grupos de músculos. Actividades tales como los movimientos (swing) del golf, involucran casi todos los músculos del cuerpo y, debido al grado de organización requerido, tales movimientos pueden producirse solamente como resultado de un largo programa de entrenamiento. La respuesta total es organizada centralmente antes de que empiece ningún movimiento. Los ajustes pequeños se hacen dentro del programa principal de movimiento antes de comenzar la secuencia total. Con práctica, el operador adiestrado está en condiciones de producir una secuencia continua de señales con la amplitud de información correcta en cada una y donde el conjunto presenta patrones críticos de tiempo entre las señales secuenciales. Una vez que se comienza el proceso, no es posible ningún control; el programa preestablecido sigue su propio curso. Esta adaptación al tiempo es apli

cable a toda destreza sicomotora. El experto está en condiciones de anticipar hechos y organizar su atención y sus movimientos de tal manera que resulte un patrón de comportamiento de flujo fácil. Para el observador, el operador altamente adiestrado aparece a menudo como si tuviera una gran cantidad de tiempo para realizar sus movimientos, aunque ellos pueden realmente ser más lentos que los de un novicio que no ha llegado a dominar los problemas de adaptación al tiempo. Este problema es familiar a quienes recuerdan que les hacían falta manos y tiempo durante sus primeros intentos para conducir un automóvil en una zona urbana congestionada. (5.7) (2.3)

Los mecanismos de control envueltos en la actuación adiestrada no están sujetos normalmente a una inspección consciente; el operador experto no es necesariamente un técnico en la naturaleza de su experticia. Es un lugar común para mucha gente altamente especializada el tener puntos de vista equivocados con respecto a su habilidad, particularmente cuando ella comprende actividad a altas velocidades. En algunos casos, la destreza puede ser enseñada a otros por métodos que incluyen principios falsos, los cuales, sin embargo, pueden ayudar a producir la respuesta correcta en el aprendiz. La relación entre la verdad y la adquisición de pericia no es de ninguna manera simple. Sin entrenamiento continuo y sin ensayos, la pericia tiende a perderse. Muchos otros factores, incluyendo la fatiga, la edad, la compulsión ambiental y ciertas drogas, producen también decrementos de naturaleza temporal o permanente. La resistencia a tales factores dan una buena medida del nivel de pericia. Por ejemplo, el rendimiento de un operador de mediana pericia, puede ser difícil de distinguir del de un experto, bajo condiciones favorables; sin embargo, bajo presión, los niveles pueden llegar a ser dramáticas.

camente diferentes. Una ventaja de esta desintegración de pericia, bien sea producida naturalmente o por medios artificiales, es que procura una forma para estudiar la naturaleza de los sistemas organizativos involucrados. (2.2) (4.5)

## 11. RELACIONES DINAMICAS ENTRE LOS INDICADORES Y LOS CONTROLES

El desempeño de la pericia humana exhibe una buena cantidad de rasgos relativamente estables que demandan consideración en el diseño de las relaciones dinámicas entre los indicadores y los controles. Esas relaciones pueden concebirse en cualquiera de dos formas desde el punto de vista del operador humano. Un indicador puede producir una señal de mando que debe ser diseñada para relacionarla adecuadamente con la respuesta requerida, o bien el indicador señala el resultado de una acción sobre los controles y debe construirse de manera que se acople al resultado esperado. En una situación típica de curva cerrada puede ser poco significativo saber si un hombre está controlando el resto del sistema o éste lo está controlando a él. Esta percepción de la situación, no obstante, es importante y forma la base de la distinción entre indicadores de mando e indicadores de información. El director de vuelo de los aviones corrientes, por ejemplo, es un indicador de mando de tal manera que un movimiento de la barra a la derecha debe ser interpretado como una orden de vuelo en la misma dirección. Otros instrumentos indican la dirección del error, de manera que un movimiento del indicador a la derecha pueden mostrar la necesidad de un movimiento de los controles hacia la izquierda.

Adicionalmente a estas relaciones cualitativas, indicadores-controles, las interacciones cuantitativas deben acoplarse a las naturales atenuaciones, retardos y aceleraciones que son rasgos inherentes a la actuación humana. La relación de engranaje entre

el desplazamiento del control y el movimiento del indicador, por ejemplo, puede ser optimizada en relación con la velocidad o con la precisión de la respuesta humana requerida. Algunas relaciones se ilustran en la figura N° 15. Desafortunadamente, las convenciones para expresar esta relación como un ratio control-indicador producen un valor que es la recíproca de la medida usual de la ganancia del sistema. Por lo tanto, aunque la ganancia del contralor humano puede variar dentro de una amplia gama, debe tomarse nota del efecto que sobre la actuación tiene un valor dado de ganancia previsto en la ejecución de una tarea. Dentro de lo posible, el diseño debe ajustarse a la escala óptima de actuación del operador. (7.1) (7.2) (1.5)

## 12. CONTROLES MANUALES

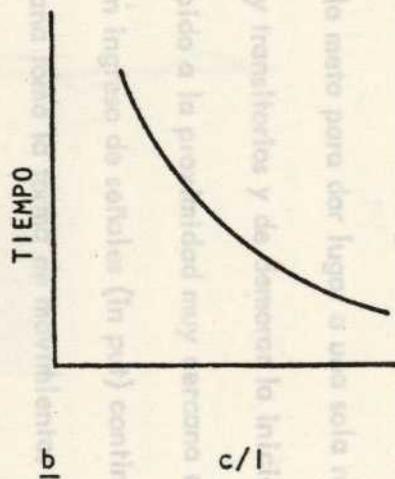
Un nuevo grupo de problemas surge cuando se requieren reacciones a una señal del indicador, continuamente variable, o a una secuencia de señales discontinuas en sucesión muy cercana. En la década de los cuarenta se realizaron algunos experimentos simples en Estados Unidos e Inglaterra, en los cuales se solicitó a los operadores rastrear los pasos de unas funciones. De ellos resultó el conocimiento de ciertos rasgos básicos de la actuación humana en tales casos.

Primero, un rastreo de esa naturaleza no puede realizarse sin error. En la figura N° 16 se ilustran algunas características típicas de la respuesta humana. Hay una demora del orden de 200 ms. si no existen previsiones, antes de la iniciación de la respuesta. La parte principal del movimiento sigue un comportamiento de balística y puede ser requerida de movimientos correctivos secundarios antes de que se alcance la meta deseada. El grado de los movimientos correctivos da una medida de la destreza del operador. Surgen,

FIG: 15

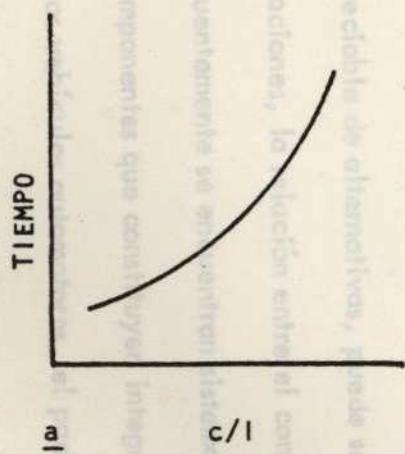
**EFFECTOS DEL RATIO. CONTROLES SOBRE LA FIJACION DE LOS TIEMPOS****INDICADORES**

Enormes problemas adicionales cuando los pasos que deben seguir para el retraso de la ejecución mínima se encuentren demasiado ligados. Entonces, se corre el peligro de agrupar los cambios breves y transitorios y de ignorar la influencia de una respuesta a un cambio del indicador, debido a la proximidad muy cercana de una señal previa de señal de respuesta. Sin un ingreso de señales (In put) continuamente hacia el operario, la respuesta humana permanece inactiva a una velocidad aproximada de 2 movimientos/s.

**TIEMPO REQUERIDO PARA COMPLETAR EL AJUSTE A LOS LIMITES DE UNA PRECISIÓN PERCEPCIONAL****EFFECTOS DEL RATIO.**

Cuando es posible la anticipación, bien sea por previsión de un trabajo irregular o la existencia de un patrón regular de ingreso de información al operador (In put), la efecto se facilita y se toma más precisa. Un operador tiene más, por ejemplo, frecuentes series de pedidas dentro de una determinada amplitud de tiempo o con un alto grado de precisión. En la práctica, como es lógico, es imposible anticipar con certeza en qué momentos de orden puede encontrar muchas aplicaciones. Sin embargo, la habilidad humana para prever resultados con base en la previsión o la anticipación (por más dado, escogido entre una cantidad apreciable de alternativas, puede ser altamente útil).

En muchas situaciones, la relación entre el control del indicador y los controles de los controles. En la medida en que el control del indicador es aproximadamente constante a posición o a desplazamiento desde un punto de referencia, es aproximadamente lo integral, con respecto al tiempo, de la posición del punto considerado. Si los movimientos no es lineal. Frecuentemente se encuentra distorsión en los cuales el valor del indicador tiene componentes que compuyen integralmente el tiempo de los movimientos de los controles. En la medida en que el control del indicador es constante a posición o a desplazamiento desde un punto de referencia, es aproximadamente

**RELACION ENTRE ESTE RATIO Y EL TIEMPO REQUERIDO PARA EFECTUAR UN AJUSTE BURDO DEL 10%, POR EJ., DEL VALOR REQUERIDO**

además, problemas adicionales cuando los pasos que deben seguirse para el rastreo de la meta misma se encuentran demasiado ligados. Entonces, se corre el peligro de agrupar dos o más cambios de la meta para dar lugar a una sola respuesta; de ignorar completamente los cambios breves y transitorios y de demorar la iniciación de una respuesta a un cambio del indicador, debido a la proximidad muy cercana de una unidad previa de señal de respuesta. Aun con un ingreso de señales (in put) continuamente variable hacia el operador, la respuesta humana toma la forma de movimientos discontinuos a una velocidad aproximada de 2 movimientos/s.

Cuando es posible la anticipación, bien sea por previsión de un rastreo irregular o por la existencia de un patrón regular de ingreso de información al operador (in put), la respuesta se facilita y se torna más precisa. Un operador diestro puede, por ejemplo, rastrear senos de ondas dentro de una determinada amplitud de frecuencia con un alto grado de precisión. En la práctica, como es lógico, es improbable que la habilidad humana para rastrear senos de onda pueda encontrar muchas aplicaciones. Sin embargo, la habilidad para rastrear con base en la previsión o la anticipación de un patrón dado, escogido entre una cantidad apreciable de alternativas, puede ser en extremo útil.

En muchas situaciones, la relación entre el correspondiente indicador y los controles no es lineal. Frecuentemente se encuentran sistemas complejos en los cuales el valor del indicador tiene componentes que constituyen integrales de tiempo de los movimientos de los controles. En los vehículos automotores, el parámetro básico del indicador, en cuanto a posición o a desplazamiento desde un punto de referencia, es aproximadamente la integral, con respecto al tiempo, de la posición del pedal acelerador. Si los movi-

FIG: 16

**RESPUESTA PRODUCIDA POR UN CAMBIO DE PASOS EN FUNCION DE UNA META**

miles del pedal no son frecuentes, el acelerador del vehículo lo toca la mayor parte del tiempo. Sin embargo, si se hace frecuentes movimientos del pie, el pedal se convierte más propiamente en una "meta" y al conductor se enfrenta con un sistema de segundo orden.

Se han hecho intentos para establecer una función de transición para el conductor que sea más fácil de manejar, pero existen dificultades por el hecho de que el conductor no puede tocar el pedal como los maquinistas. La actuación humana varía en función de la velocidad media y momento.

Además, al hombre suelen hacerle pesados y problemáticos los cambios de velocidad o sus recorridos y proyecciones. Con todo, numerosos estudios han indicado que la transferencia puede ser expresada en la fórmula siguiente:

$$H(t) = \frac{K_0 + K_1 t}{(1 + T_{n^2})^{1/2} + T_{p^2}}$$

(1)

Donde:

$K_0$

= Función humana de transferencia

$K_1$  = Gomodio del operador

$T_{n^2}$  = Constante de tiempo, de 0,2 a 0,5 segundos (1)

$T_{p^2}$  = Constante del tiempo de retardo neuromotor, de 0,1 a 0,2 segundos (2)

$T_p$  = Constante del tiempo compensatorio de retardo, de 5 a 20 segundos (3)

$T_n$  = Tiempo de retroalimentación, de 0,1 a 0,3 segundos (4)

1. Tiempo en segundo.

2. Operador específico.

mientos del pedal no son frecuentes, el acelerador del vehículo toma la función aproximada de un control de velocidad y la tarea velocidad-control incorpora un sistema de primer orden. Si se hacen frecuentes movimientos del pie, el pedal se convierte más propiamente en "acelerador" y el conductor se enfrenta con un sistema de segundo orden.

Se han hecho intentos para establecer una función de transferencia para el contralor humano, pero existen obvias dificultades por el hecho de que el hombre no posee rasgos estables como las máquinas. La actuación humana varía con la práctica y con la fatiga y presenta una variabilidad momento a momento.

Además, el hombre recuerda hechos pasados y predice los futuros, y ajusta su comportamiento a esos recuerdos y predicciones. Con todo, a pesar de esas fuentes de variabilidad, numerosos estudios han indicado que, dentro de límites razonables, la función humana de transferencia puede ser expresada en la fórmula general:

$$H(s) = \frac{Ke^{-ts} (1 + T_L s)}{(1 + T_n s)(1 + T_i s)}$$

en donde:

$H(s)$  = Función humana de transferencia

$K$  = Ganancia del operador

$T_L$  = Constante de tiempo, de 0,2 a 0,5 segundos (s)

$T_n$  = Constante del tiempo de retardo neuromuscular, de 0,1 a 0,2 segundos (s)

$T_i$  = Constante del tiempo compensatorio de retardo, de 5 a 20 segundos (s)

$T$  = Tiempo de iniciación de la respuesta, de 0,1 a 0,3 segundos (s)

$ts$  = Tiempo en segundos

$e$  = Operador específico

EL PAPEL DE LOS FACTORES HUMANOS Y LOS SISTEMAS

El conocimiento de los límites del desempeño humano en el control es esencial si el hombre va a ser asignado a funciones de control dentro de un sistema. Las soluciones de ingeniería proveen a menudo las características necesarias del sistema. La activación y simplificación del indicador sirve como ejemplo. En el control de sistemas normales de cuarto orden, el desempeño humano es extremadamente pobre. La provisión de un indicador que contenga componentes de señales procedentes de varios puntos puede hacer factible la tarea. (1.2) (2.9) (7.1) (7.2)

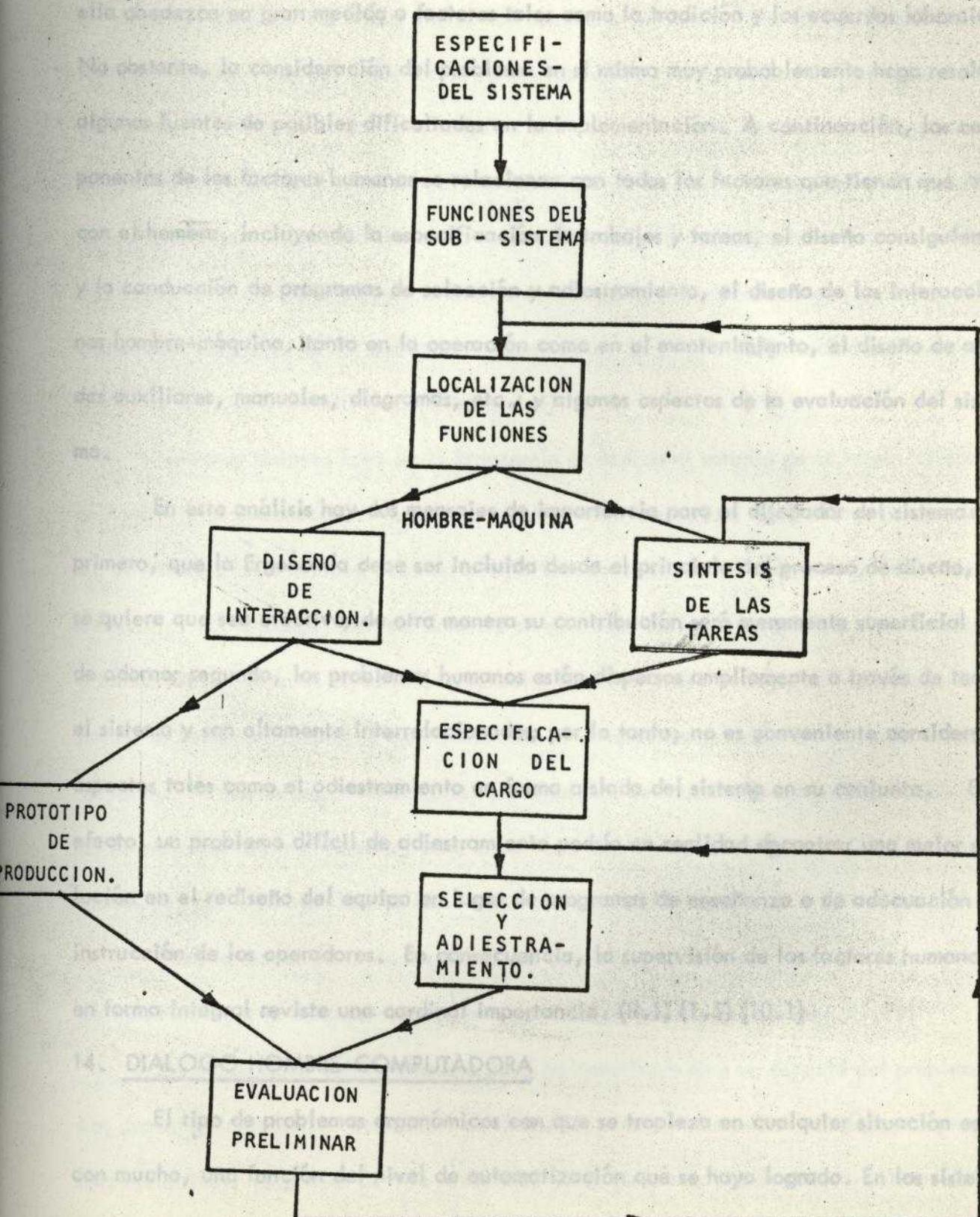
### 13. DISEÑO DEL SISTEMA

El advenimiento de los rápidos avances tecnológicos ha puesto de relieve, en los últimos años, la necesidad de prestar una atención sistemática al diseño de sistemas complejos que utilizan vastos recursos y que puedan implementarse muy pronto después de su concepción inicial. Esta tradición se debe en gran parte a la cantidad de proyectos en los campos de defensa y aeroespacio, pero muchas de las técnicas de planeamiento, diseño, control y evaluación han encontrado aplicación en otros campos. En todos estos sistemas existen aspectos sustanciales del trabajo del hombre que, para desarrollarlos en forma apropiada, se hace necesario considerar el papel de los factores humanos en su diseño. Algunos autores han diseñado esquemas que describen la naturaleza de estas funciones, y en la figura N° 17 se muestra uno de ellos.

En orden cronológico, el primer grupo de cuestiones se refiere a la localización de las funciones entre el hombre y las máquinas. Para ésto se dispone de algunos lineamientos generales que comprendían las ventajas y desventajas que deben ser tenidas en cuenta en los intentos de racionalizar esta decisión. En la práctica, es probable que

FIG: 17

## EL PAPEL DE LOS FACTORES HUMANOS Y LOS SISTEMAS



ESTE DIAGRAMA SIMPLIFICADO INDICA EL PAPEL DE LAS PRINCIPALES ACTIVIDADES DE LOS FACTORES HUMANOS EN EL DISEÑO DE SISTEMAS

ella obedezca en gran medida a factores tales como la tradición y los acuerdos laborales. No obstante, la consideración del problema en sí mismo muy probablemente haga resaltar algunas fuentes de posibles dificultades en la implementación. A continuación, los componentes de los factores humanos se relacionan con todos los factores que tienen que ver con el hombre, incluyendo la especificación de trabajos y tareas, el diseño consiguiente y la conducción de programas de selección y adiestramiento, el diseño de las interacciones hombre-máquina, tanto en la operación como en el mantenimiento, el diseño de ayudas auxiliares, manuales, diagramas, etc.; y algunos aspectos de la evaluación del sistema.

Una muy extensa área de la Ergonomía se dedica al estudio de la interacción entre el hombre y el sistema. En este análisis hay dos mensajes de importancia para el diseñador del sistema: primero, que la Ergonomía debe ser incluida desde el principio del proceso de diseño, si se quiere que sea efectivo; de otra manera su contribución será meramente superficial o de adorno; segundo, los problemas humanos están dispersos ampliamente a través de todo el sistema y son altamente interrelacionados; por lo tanto, no es conveniente considerar aspectos tales como el adiestramiento en forma aislada del sistema en su conjunto. En efecto, un problema difícil de adiestramiento podría en realidad encontrar una mejor solución en el rediseño del equipo en lugar de programas de enseñanza o de adecuación e instrucción de los operadores. En consecuencia, la supervisión de los factores humanos en forma integral reviste una cardinal importancia. (8.1) (1.5) (10.1)

#### 14. DIALOGO HOMBRE-COMPUTADORA

El tipo de problemas ergonómicos con que se tropieza en cualquier situación es, con mucho, una función del nivel de automatización que se haya logrado. En los sistemas

sonal auxiliar, no han recibido, hasta ahora, ninguna atención. La experiencia con los mecanizados simples, las tareas que se han separado del hombre han sido la provisión de la fuente de energía básica, y las tareas rutinarias repetitivas de control. Con altos niveles de automatización, se asigna a la máquina una cantidad mayor de elementos de procesamiento de información y control. El advenimiento de la computadora digital dio nacimiento a un incremento significativo de la información cuyo procesamiento se deja a la máquina, empezando con funciones de rutina de computación y continuando con procesos de decisión más complejos en los cuales se utilizan tanto técnicas algorítmicas como heurísticas (tanto de cálculo matemático como inventivo). (5.8)

Una muy extensa área de la Ergonomía se dedica al estudio de la interacción entre el hombre y la computadora. La interacción es muy compleja y las primeras sistemas, como es natural, tomaron muy poco en cuenta los requerimientos humanos. El más reciente desarrollo, sin embargo, particularmente en el campo de las artes gráficas, ha dado lugar a formas de indicadores altamente aceptables desde el punto de vista del operador. En general, la transmisión humana de información al computador presenta dificultades mucho mayores. Se puede lograr fácilmente, por ejemplo, la transmisión de palabras habladas de la máquina hacia el hombre, pero en el reconocimiento automático de las palabras habladas por parte de aquella, se han hecho muy pocos progresos.

Para la mayor parte de los fines, los aparatos más satisfactorios para la transmisión de información a la máquina continúan siendo los teclados y los botones. (1.19)

La interacción con la máquina en sí no constituye sino un aspecto del problema. Los aspectos ergonómicos del diseño de utensilios y material auxiliar, incluyendo programas ejecutivos, lenguajes de alto nivel para fines generales y especiales y rutinas de sistemas de control, cuya diseño y operación adecuados son altamente dependientes de su utilización. (10.1)

FIG. N° 18 EL SISTEMA DINAMICO V.A.M.E. DENOMINADO

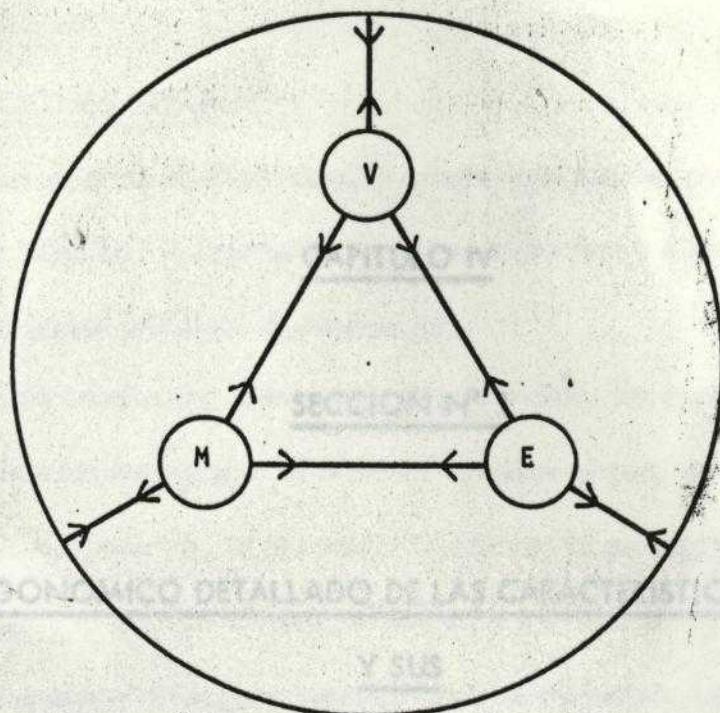
sonal auxiliar, no han recibido, hasta ahora, ninguna atención. La experiencia con las computadoras en las dos últimas décadas ha originado cambios considerables de actitud con respecto a esas máquinas, tanto por parte del usuario casual como de los diseñadores profesionales de sistemas. Hoy ya está pasado de moda pensar en términos de plantas completamente computarizadas, en las cuales el hombre no tiene cabida. La tendencia más reciente es la concepción de un sistema apoyado en la computación en el cual el hombre mantiene el papel decisorio central, pero es servido por el computador el cual realiza, a gran velocidad y con alta precisión, todo el procesamiento de datos que el hombre necesita. A éste se deja, por lo tanto, la realización de tareas que puede desempeñar excepcionalmente bien, tales como la identificación de modelos y de políticas de largo plazo, el señalamiento de normas para situaciones específicas y la formulación de juicios de valor. No hay que olvidar que aunque parezca paradójico en pleno Siglo XX, el hombre sigue siendo el eje y la máquina la periferia del universo económico, técnico y social.(10.2)

### 15. EL MODELO V.A.M.E.

A continuación se ofrece un paradigma, a manera de esquema conceptual que indica las interacciones entre los varios componentes dentro de un sistema típico de control. La máquina M, los equipos y materiales auxiliares E y los elementos vivos V, se interactúan unos con otros y con su medio ambiente A. Este modelo, ilustrado en la figura N° 18, aclara las interacciones que merecen consideración a nivel de diseño del sistema, cuyo éxito depende de las relaciones óptimas entre sus componentes. Tal enfoque puede producir remedios más eficaces que el tradicional intento de identificar "causas" únicas de un desempeño poco satisfactorio.

Resulta claro, entonces, que el operador humano ocupa una posición central en los sistemas de control, cuyo diseño y operación adecuados son altamente dependientes de su utilización. (10.1)

FIG. N° 18 EL SISTEMA DINAMICO V.A.M.E. DENOMINADO  
H.E.L.S. EN LOS TEXTOS DE IDIOMA INGLES



EN ESTE SISTEMA SE MUESTRAN LAS INTERACCIONES ENTRE LA MAQUINA  
(M) EQUIPOS Y MATERIALES AUXILIARES (E) Y LOS ELEMENTOS VIVOS  
(V) Y ENTRE CADA UNO DE ESTOS COMPONENTES Y EL MEDIO AMBIENTE

SECCION N° 1

ANALISIS ERGONOMICO DETALLADO DE LAS CARACTERISTICAS DEL HOMBRE  
Y SUS CONDICIONES DE TRABAJO

IV. CONSIDERACIONES GENERALES

Como se ha repetido muchas veces, y es una cosa otra cosa e independiente del tipo de relación, la Ergonomía **CAPITULO IV** se ocupa de las condiciones de trabajo de su actividad principal de acuerdo con:

Este capítulo contiene: **SECCION N° 1**

ANALISIS ERGONOMICO DETALLADO DE LAS CARACTERISTICAS DEL HOMBRE  
Y SUS  
CONDICIONES DE TRABAJO

La pregunta parece sencilla de contestar, pero la verdad es que no.

En efecto, de los factores que influyen en la calidad profesional de un trabajo son, entre otros, los siguientes:

**A. LA RAPIDEZ DE PERCEPCION**

Esta cuestión ofrece un amplio campo de estudio, principalmente al psicólogo experimental, de particular importancia para la Ergonomía.

Además, al sentido de la vista, la percepción de los colores y el sentido auditivo son el objeto de innumerables estudios y sus complejidades tratanos en otras secc-

## SECCION N° 1

### ANALISIS ERGONOMICO DETALLADO DE LAS CARACTERISTICAS DEL HOMBRE

### Y SUS CONDICIONES DE TRABAJO

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Como se ha repetido muchas veces, y aparte de cualquier otra cosa e independiente mente del tipo de relación, la Ergonomía se refiere al hombre y a las condiciones de trabajo dentro de su actividad principal de producción.

Este capítulo comprende, como su nombre lo indica, las características más resaltantes del hombre haciendo énfasis en: el cuerpo y sus dimensiones, el cuerpo en movimiento, la precisión de los movimientos, la percepción auditiva, la percepción de las vibraciones, la percepción visual, el ambiente físico, el esfuerzo y el bienestar.

Se ha dicho que el trabajador especializado se diferencia del trabajador ordinario por la precisión y la exactitud de los movimientos con que ejecuta su tarea. Pero, cómo llega dicho trabajador a sincronizar tan perfectamente los movimientos que tiene que realizar? La pregunta parece sencilla de contestar, pero en realidad no lo es.

En efecto, de los factores que influyen en la habilidad profesional de un trabajador figuran, entre otros, los siguientes:

#### A. LA RAPIDEZ DE PERCEPCION

Esta cuestión ofrece un amplio campo de estudio, principalmente al psicólogo experimental y es de particular importancia para la Ergonomía.

Así, el sentido de la vista, la percepción de los colores y el sentido auditivo constituyen de por sí objeto de innumerables estudios y serán ampliamente tratados en este mismo capítulo.

### B. LA CAPACIDAD INTELECTUAL

Este es otro de los factores que influyen en el rendimiento del trabajador. Como todo el mundo sabe, los tests de inteligencia proporcionan una medida aproximada de la capacidad mental y de la rapidez de comprensión de las personas y pueden indicar con exactitud razonable si un individuo tiene la capacidad suficiente para emprender un trabajo determinado. También la memoria constituye un elemento importante y es indispensable en muchas especialidades.

En cuanto a la capacidad intelectual como factor fundamental del desempeño humano, aunque no abundemos en detalles en el presente capítulo, está sin embargo diseminada a lo largo de este trabajo.

### C. LA MOTIVACION

El tratamiento a este tema, en cambio es diferente. Hemos de ver aquí las razones por las cuales una persona es más tenaz y constante que otra o por qué lo es hoy más de lo que fue ayer, es necesario profundizarlo.

Podemos estudiar, por ejemplo, su capacidad de concentración en una tarea que implica un esfuerzo continuo de atención para descubrir errores que se deslizan de cuando en cuando, a intervalos irregulares, y podemos ver también como esa capacidad varía si hablamos con el sujeto durante el experimento, si lo dejamos tranquilo, si le ofrecemos una recompensa por cada error que descubra, etc.

Por otra parte, el medio ambiente, el diseño apropiado y el confort o bienestar influyen poderosamente en los niveles de motivación y serán ampliamente tratados en este capítulo.

que lo provocan particularmente, por ejemplo, el piloto segura manteniendo su capacidad de trabajo.

Esa condición del hombre constituye otro de los factores que han sido ampliamente estudiados, en especial después de la segunda guerra mundial en razón de la importancia evidente que tiene el volver a dar formación a las personas de cierta edad para que puedan mantenerse durante más tiempo en sus empleos. Aunque es obvio que a medida que el hombre envejece se producen en él ciertas transformaciones, la investigación muestra, por ejemplo, que el grado en que una persona puede elegir libremente su método de trabajo y el tiempo que puede invertir en su tarea constituyen un factor que debe tenerse en cuenta para determinar las diferencias que se registran por razón de la edad. Este ha sido el resultado de mucho estudios experimentales. (3.2)

#### E. LA FATIGA

Es también de sentido común que el exceso de fatiga puede influir adversamente en la habilidad profesional de un trabajador. En los primeros tiempos de la psicología este fenómeno se estudió con ayuda de sencillos experimentos que implicaban, por ejemplo, la elevación de pesos con un solo dedo, hasta provocar el agotamiento de un músculo o de un grupo de músculos. Hoy en día los experimentos que se realizan para determinar los efectos de la fatiga son mucho más complicados. Quizá los más conocidos sean los efectuados en Cambridge, Inglaterra, con una cabina de pilotaje especialmente ideada para apreciar la disminución de facultades que se acusaba en los pilotos de aviación después de permanecer en servicio durante períodos cada vez más prolongados. Estos experimentos pusieron de manifiesto el trastorno que se producía en la capacidad de reaccionar de los pilotos que continuaban en servicio hasta caer en un grado de fatiga mucho más compleja y agotadora que presentaban en ese momento.

que la puramente muscular; como, por ejemplo, el piloto seguía manteniendo su capacidad de tener la reacción apropiada, pero a destiempo, en vez de equivocarse enteramente de reacción. (2.8)

#### F. LA FORMACION PROFESIONAL

Por último, hay que tener en cuenta también los efectos de la formación profesional previamente adquirida. No obstante, en este terreno se presentan problemas de solución muy difícil; puede afirmarse que, en igualdad de condiciones, el operario debidamente adiestrado será más experto que aquel cuya formación es insuficiente. Pero quién será más experto, si el operario que ha recibido una hora de formación durante ocho días o el que ha adquirido su capacitación o adiestramiento en ocho horas durante una sola jornada; si el operario que aprende en grupo o aquel que lo hace solo; si el operario que ha recibido una formación sistemática o aquel que no la ha adquirido sistemáticamente; son cuestiones de cuya solución se ocupa la Ergonomía sirviéndose de la psicología experimental. (4.7)

#### 2. EL CUERPO Y SUS DIMENSIONES

Es estudio del cuerpo humano y sus dimensiones, es decir, las características del hombre a los fines de su utilización en el trabajo, es necesario y ha sido tarea de muchos estudios sobre la materia.

Lamentablemente en nuestro país no hay investigaciones realizadas, lo que no nos impide hacer uso de algunos datos que a nuestro juicio bien pueden asimilarse a las características promedio del trabajador venezolano de nuestros días. Veamos a continuación algunos modelos de importancia que no sólo nos dan idea de los elementos indispensables de conocimiento en la materia, sino que sirven para ilustrar los ejemplos y otras consideraciones que presentamos en este y otros capítulos. (3.3)

TABLA N° 4

## ALGUNOS ELEMENTOS Y MEDIDAS DEL CUERPO HUMANO (HOMBRE SUIZO)

ELEMENTOS	DIMENSIONES (Mts.)					
	HOMBRE			MUJER		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
1. Estatura de pies	1.84	1.72	1.60	1.71	1.60	1.49
2. Distancia de los ojos al suelo	1.73	1.61	1.49	1.61	1.50	1.39
3. Distancia entre los codos levantados	0.99	0.92	0.85	0.92	0.85	0.78
4. Distancia de los hombros a los dedos	0.95	0.86	0.77	0.86	0.78	0.70
5. Distancia del codo a los dedos	0.51	0.47	0.43	0.47	0.43	0.39
6. Distancia de la rodilla al suelo	0.59	0.54	0.49	0.54	0.49	0.44
7. Distancia de la corva al suelo	0.47	0.43	0.39	0.43	0.39	0.35
8. Distancia de los glúteos a las rodillas	0.66	0.60	0.54	0.63	0.57	0.51
9. Distancia de los glúteos a la corva	0.53	0.48	0.43	0.51	0.46	0.41
10. Espesor de los muslos sentado	0.18	0.15	0.12	0.18	0.15	0.12
11. Distancia entre los codos	0.50	0.43	0.36	0.45	0.37	0.29
12. Ancho de espaldas	0.51	0.47	0.43	0.48	0.42	0.36
13. Ancho de posaderas sentado	0.43	0.38	0.33	0.46	0.41	0.36
14. Talla sentado	0.97	0.90	0.83	0.91	0.85	0.79

ELEMENTOS	DIMENSIONES (Mts.)					
	HOMBRE			MUJER		
	Máxima	Media	Mínima	Máxima	Media	Mínima
15. Distancia del hombro al codo	0.41	0.37	0.33	0.40	0.36	0.32
16. Distancia del codo al asiento	0.28	0.23	0.18	0.28	0.23	0.18

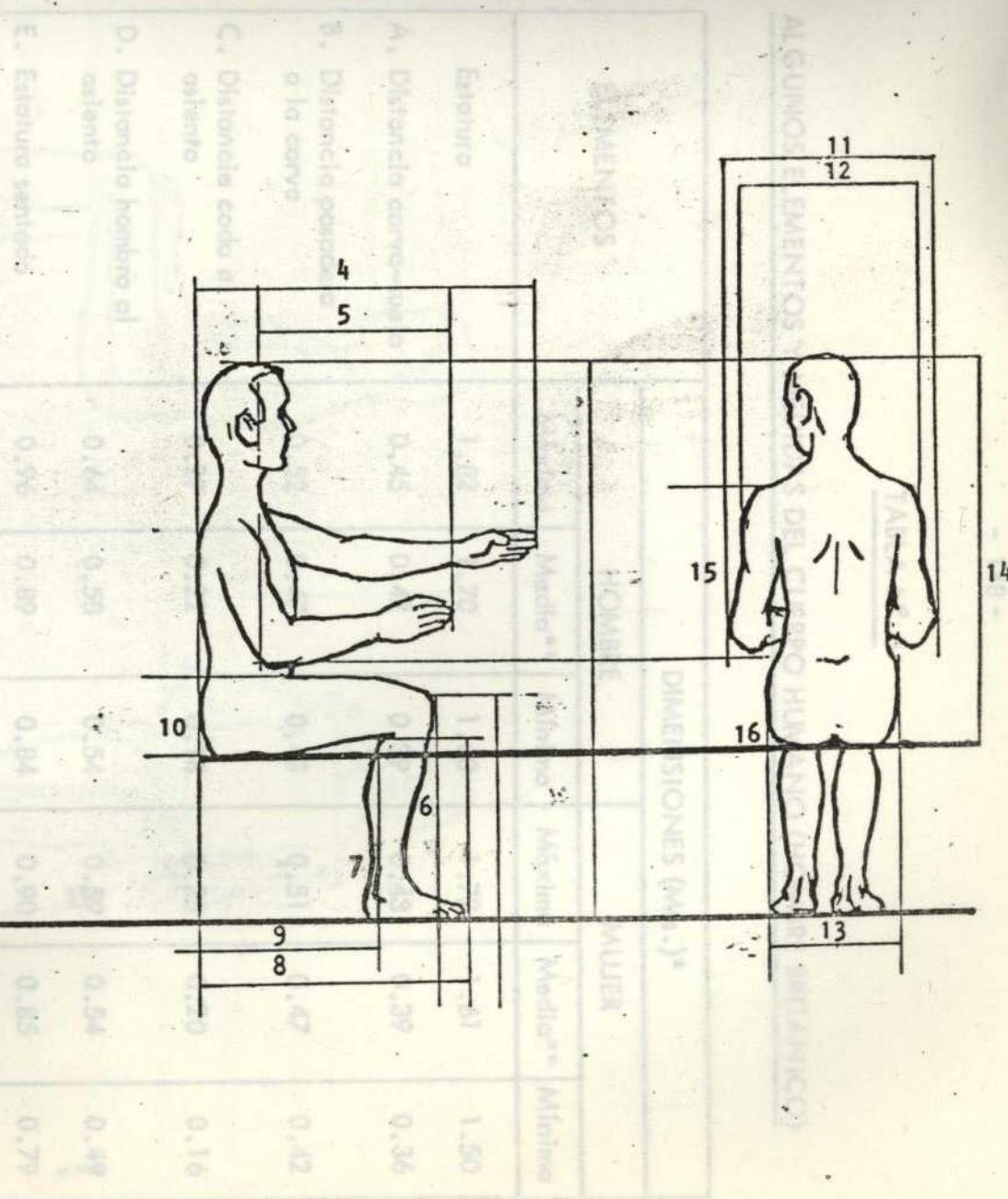
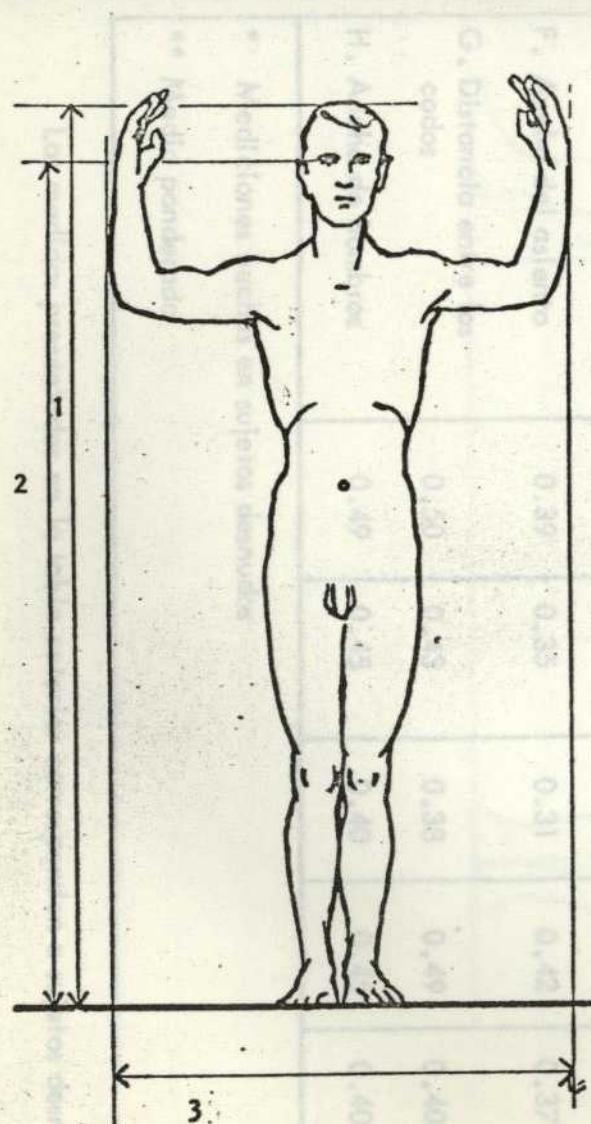
Las medidas presentadas en la tabla anterior corresponden a sujetos calzados y vestidos de empresas de la región noroccidental de Suiza.

La figura N° 19, que sigue, está en función e ilustra los datos de la tabla N° 4.

Otra valiosa y muy reveladora información es la que se refiere a medidas y dimensiones del cuerpo humano en trabajadores de diferentes regiones del Reino Unido, que aparece en la tabla N° 5.

Aunque por tratarse de fuentes diferentes y, en consecuencia, de investigadores distintos no hay coincidencia total en cuanto a las áreas o sectores del cuerpo humano en los datos obtenidos en la región noroccidental de Suiza, son perfectamente utilizables y casi analógicamente afines. Más reveladoras aún, en este sentido, son las conclusiones que presentaremos cuando analicemos las medidas correspondientes a obreros venezolanos, tabla N° 6 y correspondiente figura N° 21.

FIG. N°: 19



presos del Retiro Universitario.

La figura N° 20, que sigue, este es función de ilustrar la tabla N° 5.

TABLA N° 5

## ALGUNOS ELEMENTOS Y MEDIDAS DEL CUERPO HUMANO (HOMBRE BRITANICO)

ELEMENTOS	DIMENSIONES (Mts.)*					
	HOMBRE			MUJER		
	Máxima	Media**	Mínima	Máxima	Media**	Mínima
Estatura	1.82	1.70	1.60	1.72	1.61	1.50
A. Distancia corva-suelo	0.45	0.42	0.39	0.43	0.39	0.36
B. Distancia posadera a la corva	0.52	0.47	0.43	0.51	0.47	0.42
C. Distancia codo al asiento	0.27	0.22	0.18	0.25	0.20	0.16
D. Distancia hombro al asiento	0.64	0.58	0.54	0.59	0.54	0.49
E. Estatura sentado	0.96	0.89	0.84	0.90	0.85	0.79
F. Ancho del asiento	0.39	0.35	0.31	0.42	0.37	0.34
G. Distancia entre los codos	0.50	0.43	0.38	0.49	0.40	0.34
H. Ancho de hombros	0.49	0.45	0.40	0.45	0.40	0.36

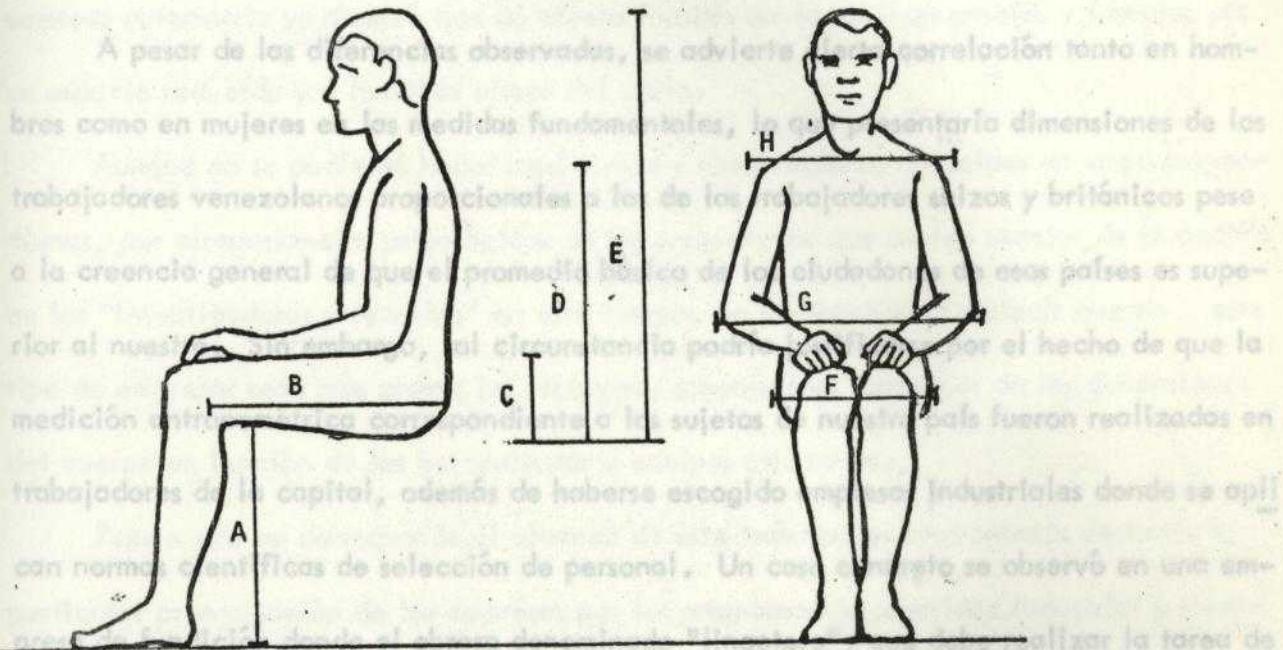
\* Mediciones hechas en sujetos desnudos

\*\* Media ponderada

Las medidas presentadas en la tabla anterior corresponden a sujetos desnudos de empleados del Reino Unido.

La figura N° 20, que sigue, está en función e ilustra la tabla N° 5.

Aunque en las mediciones correspondientes a trabajadores y trabajadoras venezolanos se siguieron las recomendaciones señaladas en este trabajo, relativos a que la forma más adecuada de medición es la que se realiza en sujetos vestidos y calzados ya que sus dimensiones y movimientos son más reales que los correspondientes a sujetos desnudos, es fácil observar algunas diferencias sustanciales de la comparación de los cifras venezolanas con respecto a las suizas e inglesas.



A pesar de los cambios observados, se advierte una correlación tanto en hombres como en mujeres en las medidas fundamentales, lo cual contrastaría dimensiones de los trabajadores venezolanos con las suizas e inglesas. La diferencia entre las dimensiones de los trabajadores venezolanos y las suizas e inglesas pese a la creencia general de que el promedio de altura de los ciudadanos de esos países es superior al nuestro, parece ser que el contraste se produce por el hecho de que la medición en Venezuela corresponde a los sujetos que normalmente fueron realizados en trabajadores de la capital, otoñales de haberse escogido trabajos industriales donde se aplicó con normas científicas de selección de personal. Un caso curioso se observó en una empresa de la capital que realizaba la fabricación de lingotes para la fundición, alizar la torca de levantar por medio de esfuerzo vertical de brazos y hombros los lingotes, utilizando una maquinaria diseñada para hombres de estatura superior a 1,75 m., fue necesario colocar una plataforma a fin de permitir el rendimiento deseable, no obstante seleccionarse para este trabajo obreros de estatura superior al promedio nacional. Otra observación necesaria en lo que se refiere a los trabajadores venezolanos y en donde tenía influencia la altura de los zapatos, es lo de que se constataron dimensiones ligeramente superiores a las suizas y británicas debido, quizás, a la circunstancia actual de uno modo que impone calzados de tacón alto.

Aunque en las mediciones correspondientes a trabajadores y trabajadoras venezolanas se siguieron las recomendaciones señaladas en este trabajo, relativas a que la forma

Luego de diversas visitas de estudio a plantas industriales, principalmente de los más adecuada de medición es la que se realiza en sujetos vestidos y calzados ya que sus dimensiones y movimientos son más reales que los correspondientes a sujetos desnudos, es fácil observar algunas diferencias sustanciales de la comparación de las cifras venezolanas con respecto a las suizas e inglesas.

A pesar de las diferencias observadas, se advierte cierta correlación tanto en hombres como en mujeres en las medidas fundamentales, lo que presentaría dimensiones de los

Aunque no se pudieron hacer mediciones directas en los trabajadores venezolanos proporcionales a las de los trabajadores suizos y británicos pese a la creencia general de que el promedio básico de los ciudadanos de esos países es superior al nuestro. Sin embargo, tal circunstancia podría justificarse por el hecho de que la medición antropométrica correspondiente a los sujetos de nuestro país fueron realizadas en trabajadores de la capital, además de haberse escogido empresas industriales donde se apli

Pase a que no existen normas científicas de selección de personal. Un caso concreto se observó en una empresa de fundición donde el obrero denominado "lingotero", que debe realizar la tarea de levantar por medio de esfuerzo vertical de brazos y hombros los lingotes, utilizando una maquinaria diseñada para hombres de estatura superior a 1,75 m., fue necesario colocar una plataforma a fin de permitir el rendimiento deseable, no obstante seleccionarse para

este trabajo obreros de estatura superior al promedio nacional. Otra observación necesaria en lo que se refiere a las trabajadoras venezolanas y en donde tenía influencia la altura de los zapatos, es la de que se constataron dimensiones ligeramente superiores a las suizas y británicas debido, quizás, a la circunstancia actual de una moda que impone calzados de tacón alto.

ALGUNOS ELEMENTOS Y MEDIDAS DEL CUERPO HUMANO (HOMBRE VENEZOLANO)

Luego de diversas visitas de estudio a plantas industriales, principalmente de las ramas metalúrgica, textil, de calzado, de enlatado de alimentos y jugos, automotriz, etc., se pudo palpar que en muy pocas de ellas la selección de personal está en función de los requerimientos mínimos para que la interacción hombre-máquina se realice dentro de las normas condicionantes del diseño y operación de los equipos. Por ejemplo, en una empresa automotriz se observó que un obrero fornido debía realizar pasajes y trabajos por un espacio reducido y a limitada altura del suelo.

Aunque no se pudieron hacer mediciones y observaciones detenidas en empresas medianas, por circunstancias psicológicas de los propietarios que suelen recelar de la acción de los "investigadores y técnicos" en este campo, no es aventurado deducir que en este tipo de empresas sean más graves los problemas ergonómicos derivados de las dimensiones del cuerpo en función de las herramientas y equipos utilizados.

Pese a que no corresponde al alcance de este trabajo, es conveniente destacar la particular preocupación de las empresas por los programas de seguridad industrial y médico asistenciales. Más reveladora aún fue la observación de que tanto en las empresas privadas visitadas como en dependencias oficiales vinculadas a estos aspectos, las inquietudes e investigaciones ergonómicas corresponden a profesionales de la medicina.

13. Distancia de codo a codo	0,69	0,48	0,35	0,50	0,41	0,36
* Mediciones en sujetos vestidos y calzados						
** Media ponderada						

La figura N° 21 que sigue, está en función a ilustrar la Tabla N° 6.

TABLA N° 6

ALGUNOS ELEMENTOS Y MEDIDAS DEL CUERPO HUMANO (HOMBRE VENEZOLANO)

ELEMENTOS	DIMENSIONES (Mts.)*					
	HOMBRE			MUJER		
	Máxima	Media**	Mínima	Máxima	Media**	Mínima
1. Estatura	1,83	1,71	1,59	1,76	1,66	1,61
2. Distancia del hombro a los dedos	0,86	0,75	0,63	0,73	0,68	0,63
3. Distancia del codo a los dedos	0,54	0,48	0,41	0,44	0,42	0,39
4. Distancia de la corva al suelo	0,59	0,51	0,44	0,55	0,51	0,46
5. Distancia de las posaderas a la corva	0,56	0,46	0,40	0,51	0,48	0,43
6. Ancho de hombros	0,55	0,46	0,40	0,41	0,38	0,34
7. Ancho de posaderas	0,54	0,38	0,30	0,52	0,42	0,33
8. Estatura sentado	0,99	0,86	0,73	0,91	0,84	0,80
9. Distancia hombro al codo	0,42	0,36	0,31	0,35	0,33	0,31
10. Distancia del codo a las posaderas	0,29	0,22	0,15	0,29	0,24	0,19
11. Distancia de codo a codo	0,63	0,48	0,35	0,50	0,41	0,36

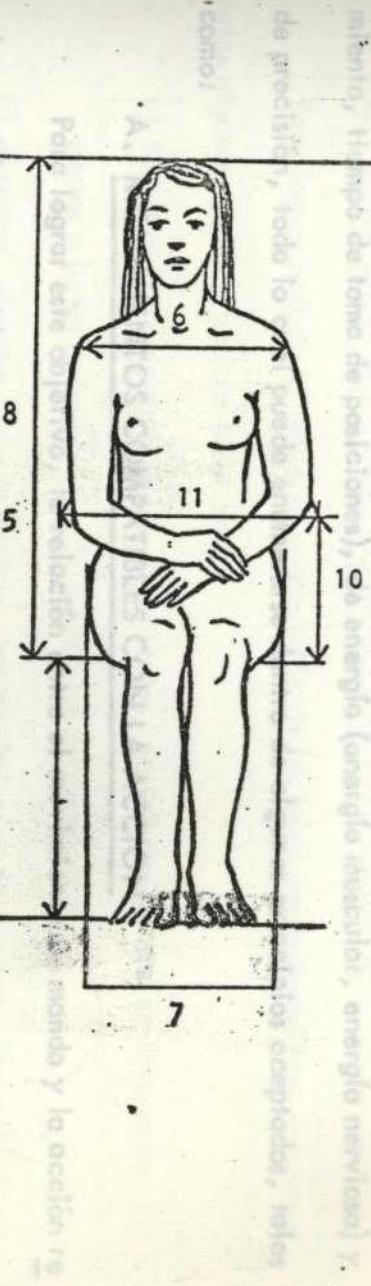
\* Mediciones en sujetos vestidos y calzados

\*\* Media ponderada

La figura N° 21 que sigue, está en función e ilustra la Tabla N° 6.

### 3. EL CUERPO EN MOVIMIENTO

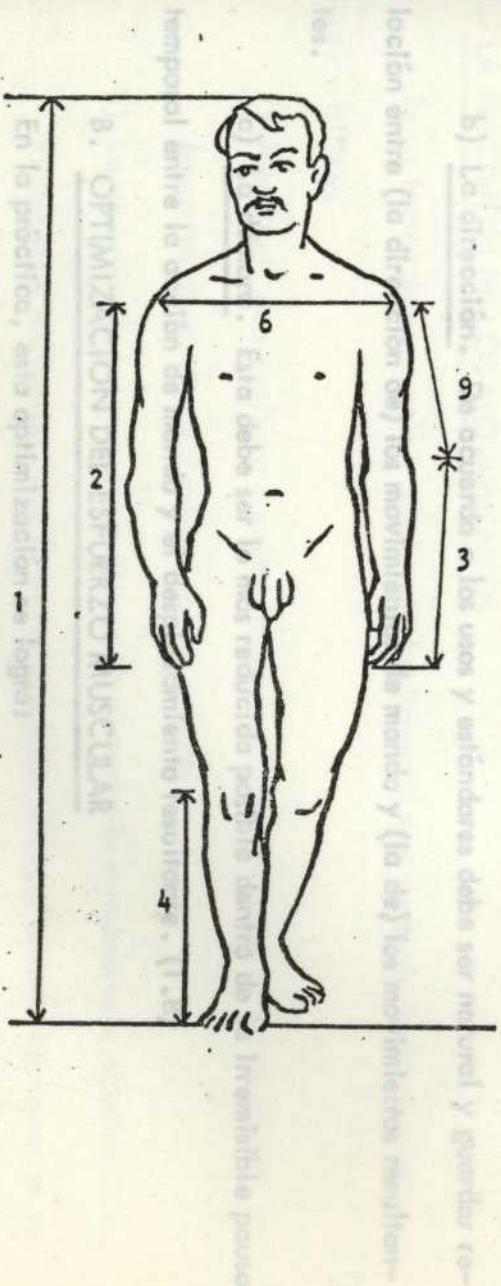
Los movimientos del cuerpo son provocados por exigencias fisiológicas y psicológicas. Someterse a esas exigencias es realizar una gama de tiempo (tiempo de desplazamiento, tiempo de torno de posiciones), energía (energía muscular, energía nerviosa) y precisión, todo lo cual depende de la coordinación entre los órganos implicados, tales como:



a) Luz distancia: Este es un factor fundamental a tal extremo, que existe para cada

situación una relación óptima, entre la distancia recorrida por el pie y el resultado resultante.

b) La dirección: La orientación de los pies y estándares debe ser natural y guardar relación entre (la dirección de) los movimientos de mano y (la de) los movimientos resultantes.



a) Colocando los materiales y los útiles cerca o en su uso más cercano al punto de utilización

transportar

FIG: 21

### 3. EL CUERPO EN MOVIMIENTO

Los movimientos del cuerpo son provocados por exigencias fisiológicas y psicológicas. Someterse a esas exigencias es realizar una ganancia de tiempo (tiempo de desplazamiento, tiempo de toma de posiciones), de energía (energía muscular, energía nerviosa) y de precisión, todo lo cual puede enumerarse dentro de algunos principios aceptados, tales como:

#### A. MOVIMIENTOS COMPATIBLES CON LA ACCION

Para lograr este objetivo, la relación entre el movimiento de mando y la acción resultante debe ser establecida tomando en consideración:

a) La distancia. Este es un factor fundamental a tal extremo, que existe para cada situación una relación óptima, entre la distancia recorrida por el mando y el desplazamiento resultante.

b) La dirección. De acuerdo a los usos y estándares debe ser natural y guardar relación entre (la dirección de) los movimientos de mando y (la de) los movimientos resultantes.

c) La demora. Esta debe ser lo más reducida posible dentro de la irremisible pausa temporal entre la acción de mando y el desplazamiento resultante. (1.8)

#### B. OPTIMIZACION DEL ESFUERZO MUSCULAR

En la práctica, esta optimización se logra:

a) Colocando los materiales y los útiles cerca o en el más adecuado punto de utilización;

b) Sacando provecho de la gravedad, haciendo deslizar o trasladando en vez de transportar;

c) Fraccionando las cargas y aumentando la velocidad de los movimientos;

d) Acercando las posiciones correspondientes al final y al comienzo del ciclo de trabajo. (1.8)

### C. REDUCCION DEL ESFUERZO MUSCULAR ANTAGONICO

Para lograr reducir el esfuerzo u oposición de los músculos antagonicos, son necesarias algunas reglas prácticas tales como:

a) Encadenar y automatizar los movimientos, de tal manera que se favorezcan los gestos o actos automáticos y se eviten los premeditados;

b) Alternar, siempre que sea posible, los movimientos de contratación y de distensión;

c) Evitar los cambios básicos de dirección usando preferiblemente los movimientos circulares o elípticos. (1.17)

### 4. LA PRECISION DE LOS MOVIMIENTOS

Es un factor de economía y eficiencia fundamental que depende de las siguientes características:

i) Amplitud, que conlleva a evitar la tendencia que se tiene de sobre estimar las pequeñas distancias y a subestimar las grandes.

ii) La posición de las manos, ya que se ha demostrado en numerosos estudios de mo-

vimientos y de tiempo, que la mayor precisión se logra cuando las manos se colocan a la altura del codo y cerca del cuerpo.

iii) Los miembros utilizados, porque si bien es verdad que se obtiene una precisión más elevada con los mandos de mano que con los de pie, no lo es menos que

### D. LA RAPIDEZ DE LOS MOVIMIENTOS

Este es un factor fundamental que siempre se estipula en el trazo y depende de la

POSICION DE LOS MANDOS

cuando debe aplicarse una fuerza que requiera indistintamente el uso de las manos o de los pies, es posible obtener una precisión igual o del mismo orden. (1.8) (2.3)

A. LOS MOVIMIENTOS DE AJUSTE

Un sencillo ejemplo como buscar una posición deseada en un receptor de radio, sirve para comprender la importancia de los movimientos de ajuste. Se comprende que la precisión de estos movimientos depende sobre todo de la relación entre la magnitud del desplazamiento sobre el cuadrante y la magnitud del movimiento ejecutado sobre el botón de mando. La relación óptima depende del grado de precisión requerida; así, para tolerancias muy severas, se considera necesario desplazamiento de la aguja en el cuadrante de 30 a 50 mm. por vuelta; para grandes tolerancias se permitirá un desplazamiento de 60 a 150 mm. por vuelta. (1.3) (7.1) (7.2)

B. LOS MOVIMIENTOS DE BUSQUEDA CIEGA

Estos movimientos aunque no son los más recomendables son bastante frecuentes y requieren una ordenada precisión. Tomemos como ejemplo encontrar una palanca de seguridad en la oscuridad. La posición óptima de los mandos se encontrará a la altura de los hombros o ligeramente por debajo y de cara al operador. (Ver figura N° 22)

La distancia mínima entre los mandos, de acuerdo con experiencias, es en la zona hábil de 15 a 20 cm. y en cualquier otra zona de 30 a 40 cm. (2.3)

C. LOS MOVIMIENTOS LINEALES

Estos movimientos ejecutados a mano libre sobre un plano horizontal requieren de una precisión que varía según la dirección del movimiento. Ella se considera, como lo muestra la figura N° 23, elevada a 135° y 315° y se estima baja a 45° y 225°. (2.3)

D. LA RAPIDEZ DE LOS MOVIMIENTOS

Este es un factor fundamental que siempre se estipula en el trabajo y depende de la

### POSICION DE LOS MANDOS

duración del registro EN MOVIMIENTOS DE BUSQUEDA CIEGA la situación, como lo ha demostrado la observación de numerosos casos.

Es posible, entonces, establecer que:

a) El registro sensorial será más rápido cuando:

- i) La señal se distingue claramente al fondo;
- ii) La señal es intenso o de gran dimensión;
- iii) La señal visual aparece al centro del campo de visión;
- iv) La señal es auditiva o fácil en lugar de visual y, finalmente,
- v) Cuando la señal es clara y aguda en voz de grave.

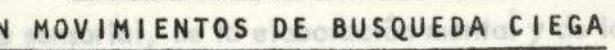
b) La elaboración mental es más rápida cuando:

- i) Se reduce la selección entre muchas posibilidades de respuestas;
- ii) La nueva señal surge después de ejecutar la respuesta precedente;
- iii) La señal se sincroniza a intervalos regulares;
- iv) Los señales de acción se anuncian por señales de advertencia;
- v) El sentido del movimiento de mando es compatible con la acción resultante y, finalmente,

CUANDO SE TRATA, POR EJEMPLO, DE ENCONTRAR UN DISPOSITIVO DE SEGURIDAD DURANTE LA NOCHE, LA POSICIÓN OPTIMA DE LOS MANDOS ~~ESTA EN LOS HOMBROS~~ es más eficiente en los ~~ESTA A LA ALTURA DE LOS HOMBROS O LIGERAMENTE DEBAJO Y DE FRENTE AL OPERADOR~~

c) La ejecución de la respuesta es más rápida:

- i) En los movimientos en los pies y en el plano horizontal de izquierda a derecha;
- ii) Cuando la distancia recorrida por el mando es corta;
- iii) Cuando la fuerza que debe ejercerse es pequeña y, por último,
- iv) Cuando se realiza una extensión de los miembros en lugar de una flexión. (2.3)



duración del registro sensorial, de la elaboración mental y de la ejecución, como lo ha demostrado la observación de numerosos casos.

Es posible, entonces, establecer que:

a) El registro sensorial será más rápido cuando:

- i) La señal se distingue claramente al fondo;
- ii) La señal es intensa o de gran dimensión;
- iii) La señal visual aparece al centro del campo de visión;
- iv) La señal es auditiva o táctil en lugar de visual y, finalmente,
- v) Cuando la señal auditiva es aguda en vez de grave.

b) La elaboración mental es más rápida cuando:

- i) Se reduce la selección entre muchas posibilidades de respuesta;
- ii) La nueva señal surge después de la ejecución de la respuesta precedente;
- iii) La señal se sucede a intervalos regulares;
- iv) Las señales de acción se anuncian por señales de advertencia;
- v) El sentido del movimiento de mando es compatible con la acción resultante y, finalmente,
- vi) Lo que ha sido verificado con detenimiento, la elaboración mental es más eficiente en las personas de sexo masculino y menores de 40 años.

c) La ejecución de la respuesta es más rápida:

- i) En las manos que en los pies y en el plano horizontal de izquierda a derecha;
- ii) Cuando la distancia recorrida por el mando es corta;
- iii) Cuando la fuerza que debe ejercerse es pequeña y, por último,
- iv) Cuando se realiza una extensión de los miembros en lugar de una flexión. (2.3)

## 5. LA PERCEPCIÓN - LA AUDICIÓN

El sentido del oído es fundamental para ejercer adecuadamente ciertas actividades del medio ambiente. Puede estar altamente desarrollado y percibir, por ejemplo, unas cuantas vibraciones en el funcionamiento de una máquina y -algunas veces adosándose a otros sentidos- puede dar la señal de alarmo oídas de una avería grave o de la amenaza de peligro. Es el último sentido de que se pierde conciencia si bien se domina y el primero que actúa al despertar.

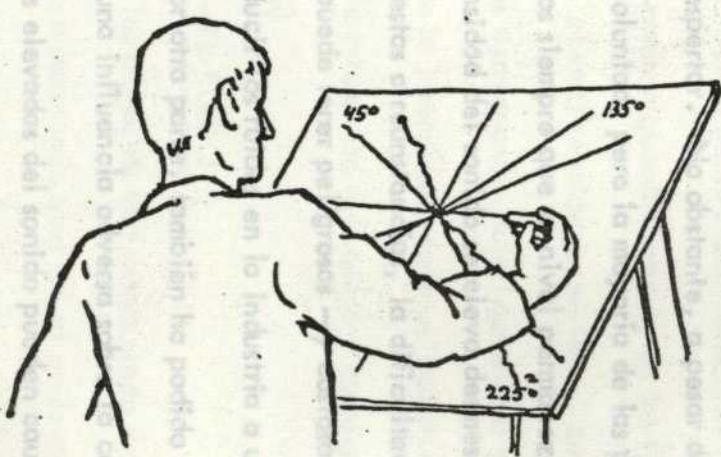
No debe suprimirse ni volverse a olvidar que su gran importancia este sentido incluye sonidos muy altos, siles, golpes, etc., que no deben ser ignorados ni despreciados.

Cuando la intensidad de los sonidos supera cierto límite de tolerancia, se produce dolor auditivo.

La intensidad de los sonidos que se toleran varía considerablemente, dependiendo la percepción auditiva de cada individuo.

La intensidad de los sonidos que se toleran varía considerablemente, dependiendo la percepción auditiva de cada individuo.

### MOVIMIENTOS LINEALES



**LA PRECISIÓN DE LOS MOVIMIENTOS LINEALES EJECUTADOS A MANO LIBRE SOBRE UN PLANO HORIZONTAL VARÍA SEGUN LA DIRECCIÓN DEL MOVIMIENTO**

Los Intensidades elevadas del sonido pueden causar verdadero dolor auditivo. A medida que aumenta la intensidad del sonido, la precisión de los movimientos lineales ejecutados a mano libre disminuye.

Si, el disparo de un cañón produce en la proximidad del mismo un ruido de unos 175 decibeles, lo que puede producir inmediatamente dolor de oídos e incluso la ruptura del tímpano.

Intensidades superiores a 80 decibeles pueden dañar la función del oído medio, según la duración de la exposición al ruido. Y, en cierto medida, en la compresión intensidad del sonido, es decir, la proporción de frecuencias elevadas.

La recuperación de la función auditiva se verifica al le expulsión al ruido si se

breve duración, pero si lo mismo se prolonga, el efecto puede hacerse permanente y dar lugar a daños irreversibles.

## 5. LA PERCEPCION - LA AUDICION

El sentido del oído es fundamental para apreciar adecuadamente ciertas características del medio ambiente. Puede estar altamente desarrollado y percibir, por ejemplo, pe-  
queñas alteraciones en el funcionamiento de una máquina y —algunas veces adelantándose

No es necesario hacer mucho más que demostrar que —después de la visión del mundo— el oído es nuestra más importante fuente de información. Las dimensiones sonoras —que no son las únicas que sirven a nuestra orientación— son las más intensas y las más complejas. Es el último sentido de que se pierde conciencia antes de dormirse y el primero que actúa al despertar. No obstante, a pesar de su gran importancia, este sentido no puede suprimirse a voluntad, pero la mayoría de las personas pueden acostumbrarse in-  
cluso a sonidos muy altos siempre que su nivel permanezca bastante constante.

Cuando la intensidad del sonido se eleva desmesuradamente, puede entorpecerse la comunicación oral; en estas circunstancias, la dificultad de oír cualesquiera instrucciones o una señal de alarma puede tener peligrosas —y costosas— consecuencias. Por esta razón resulta conveniente reducir los ruidos en la industria a un nivel que permita comunicarse fácilmente entre sí. Por otra parte, también ha podido demostrarse que los ruidos de intensidad elevada ejercen una influencia adversa sobre la calidad del trabajo.

Las intensidades elevadas del sonido pueden causar verdaderas lesiones al oído. Así, el disparo de un cañón produce en la proximidad del mismo un ruido de unos 175 decibe-  
les, lo que puede producir inmediatamente dolor de oídos e incluso la ruptura del tímpano. Intensidades superiores a 80 decibeles pueden alterar la función del oído medio, según la duración de la exposición al ruido y, en cierta medida, de la composición intrínseca del sonido, es decir, la proporción de frecuencias elevadas.

La recuperación de la función auditiva se verifica si la exposición al ruido es de

breve duración, pero si la misma se prolonga, el efecto puede hacerse permanente y dar lugar a sordera, que al principio puede reducirse a una escala limitada de frecuencia, aumentando después progresivamente. Al tratar el tema del ruido volveremos sobre éstos y algunos nuevos elementos.

No es necesario hacer mucho énfasis para demostrar que, después de la vista, el oído es nuestra más importante fuente de información sensorial. Las dimensiones principales de los sonidos que sirven a nuestra discriminación son el tono y la intensidad, cuyas características se presentan esquemáticamente en las figuras Nos. 24 y 25. La primera hace referencia al tono, el cual se mide en periodos, que son una medida física de la frecuencia del sonido que corresponde subjetivamente a la altura del sonido o tono. La segunda se relaciona con la intensidad, cuya unidad de medida es el decibel (db), que es una medida física de la intensidad del sonido y corresponde subjetivamente a la sonoridad o fuerza sonora. (1.10)

## 6. LA PERCEPCION – EL RUIDO

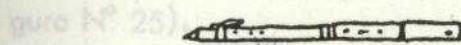
A medida que las máquinas van aumentando de tamaño y son más rápidas y cada vez más numerosas, va aumentando también el ruido que producen, de manera que, en unión de la contaminación del aire, se considera en la actualidad el ruido como uno de los mayores inconvenientes de la civilización. Se suele definir el ruido como un sonido desagradable, definición que ilustra adecuadamente su carácter subjetivo. Así, por ejemplo, un sonido estrepitoso en el desierto no constituye un ruido a menos que lo oiga alguien.

El sonido constituye una forma de energía que se propaga en ondas alternadas de compresión y expansión en un medio físico (generalmente el aire), y su velocidad varía

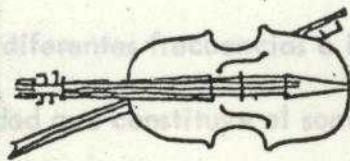
FIG.: 24

## LIMITES DE LA AUDICIÓN

### (TONO)

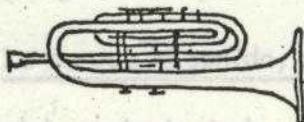


A technical illustration of a violin and its bow. The violin is oriented vertically, with its neck pointing upwards. The bow is positioned across the strings. Above the violin, there are two sets of numerical markings: '2500' on the left and '11' on the right. To the right of the violin, there is a wavy line representing sound waves.



**NOTA SUPERIOR DEL  
PICCOLO**

## NOTA SUPERIOR DE LA FLAUTA



## NOTA SUPERIOR DE LA TROMPETA



DIAPASON



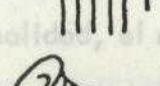
500



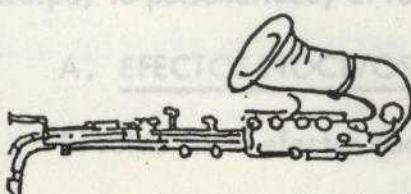
En el sonido humano se han detectado perjudiciales ruidos que alteran el rendimiento y las comunicaciones.



250

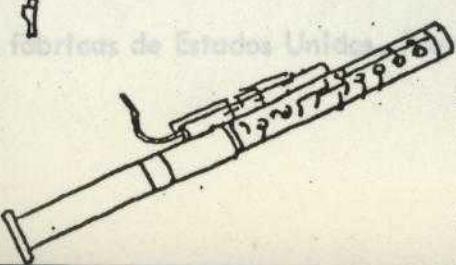


el cuadro, la personalidad, el rendimiento y las comunicaciones.



100

## NOTA INFERIOR DEL SAXOFON



500 NOTA INFERIOR DEL  
BAJON BASSON

25 INFRASONIDO

IMITE SUPERIOR  
E LA AUDICION

**REGISTRO DE LA VEGA HUMANA**

LIMITE INFERIOR  
DE LA AUDICION

según la densidad del medio en que se transmite. Las características del sonido puro son su tono o diapason (que se mide según sus vibraciones por segundo; por ejemplo, el do medio del piano tiene 256 vibraciones por segundo) y su intensidad (que se mide en decibeles o fonos, por ejemplo, el ruido producido en una oficina de mecanografía tiene una intensidad de unos 60 decibeles; el de un taller ruidoso, 80 decibiles, y el producido por un avión de propulsión a chorro puede llegar a tener 150 decibeles de intensidad). (Véase figura N° 25).

Sin embargo, la mayor parte de los sonidos no son puros, sino que están compuestos por diferentes frecuencias e intensidades. Aparte las complejas variaciones de tono e intensidad que constituye el sonido, otras características que deben tenerse en cuenta son su duración, regularidad y modulación. También han de recordarse otras propiedades, a saber: 1º) La de que el sonido, como otras formas de energía, está sometido a la ley de "la inversa del cuadrado de las distancias" (por ejemplo, si se dobla la distancia desde el punto de emisión del sonido se reduce la intensidad del mismo cuatro veces y si se triplica dicha distancia se reduce su intensidad nueve veces); 2º) El hecho de que el sonido puede reflejarse en superficies duras, de suerte que en un espacio cerrado este fenómeno da lugar a un aumento del nivel del sonido por un efecto acumulativo de las resonancias. (1,10)

En el ser humano los efectos más perjudiciales causados por el ruido se registran en el cuerpo, la personalidad, el rendimiento y las comunicaciones.

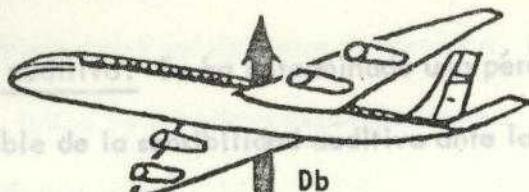
#### A. EFECTOS NOCIVOS SOBRE EL CUERPO

El ruido tiene efectos nocivos sobre el cuerpo, como lo demuestran ensayos hechos en fábricas de Estados Unidos, Francia e Inglaterra. Veamos los efectos más significativos:

FIG: 25

## INTENSIDAD DEL SONIDO

a) En el operario



ii) intensos a partir de 85 db;

**PRUEBA DEL PULSO REACTOR**

ii) Agudos, dentro de 1000 periodos o más.

**PRUEBA DEL MOTOR A PISTON**

Db

SENSACION DOLOROSA

SENSACION DESAGRADABLE

**MARTILLO NEUMATICO**

UMBRAL DE LA TORTURA

110

**REMACHADO EN TALLER**

100

**LAMINACION EN CALIENTE**

90

VOZ GRITADA

**MAQUINA DE TEJER**

80

**TORNO**

70

VOZ MEDIA

**PRENSA MEDIANA**

**MAQUINA DE ESCRIBIR NORMAL**

60

**OFICINA DE MECANOGRAFIA**

50

SUSURROS

**MAQUINA DE ESCRIBIR SILENCIOSA**

40

**OFICINA DE NEGOCIOS**

30

**RESIDENCIA TRANQUILA**

20

**LIGERA BRISA EN LAS HOJAS**

10

**AUSENCIA ABSOLUTA DE AUDICION**

0



El ruido tiene efectos perjudiciales en la salud y la condicidn que frecuentemente originan

reacciones que en el pasado fueron confundidas con los psicologos y preocupación de los padres.

Estos efectos se manifiestan principalmente:

a) En el aparato auditivo. Se ha determinado una pérdida, primero fugaz, pero progresivamente irreversible de la sensibilidad auditiva ante la presencia de ruidos:

- i) Intensos a partir de 85 db;
- ii) Agudos, dentro de 1000 períodos o más, y
- iii) Prolongados, cuando continúan durante seis meses o más.

El ejemplo clásico de sordera profesional es el del operario que maneja una remachadora frecuentemente dentro del espacio cerrado constituido por las paredes metálicas de una caldera, los radiotelegrafistas y modernamente, entre otros, las operaciones de computadoras y los llamados "disc jockeys". Son muchas las personas de estos oficios que padecen de sordera, aunque no necesariamente respecto de todos los sonidos al comienzo; sin embargo, la sordera inicial, correspondiente a una gama de frecuencia, se extiende después a todas las frecuencias del sonido percibidas por el oído. No siempre la sordera constituye un obstáculo en cuanto al rendimiento del trabajador, pero si puede afirmarse que representa una pérdida grave por lo que se refiere al contacto con el mundo exterior; en muchos países, la legislación prevé el pago de una indemnización cuando la sordera se debe a causas profesionales.

b) En el organismo. Se observa una reacción general del organismo que da lugar a mediano y en todo caso a largo plazo al agotamiento, la fatiga y el enfraquecimiento o pérdida de peso sostenida.

#### B. EFECTOS NOCIVOS SOBRE LA PERSONALIDAD

El ruido tiene efectos nocivos sobre la personalidad que frecuentemente originan reacciones que en el pasado fueron confusión de los psicólogos y preocupación de los padres. Estos efectos se manifiestan principalmente:

a) En la moral. Suele crear sentimientos de malestar, inconformidad, enojo y tristeza que ha sido posible, luego de laboriosa experimentación, atribuirlos a ruidos:

- i) Intensos, de 75 db o más;
- ii) Agudos, entre 1000 períodos o más, y
- iii) Intermitentes y superfluos. Se ha podido, asimismo, precisar que los ruidos intermitentes causan irritabilidad y violencia; igualmente que los superfluos o inevitables, se soportan mal y pueden dar origen a reacciones diversas cuando no se eliminan.

b) En las relaciones sociales. Como consecuencia directa del ruido o indirectamente de su incidencia en otras reacciones, ya más ruidosas, pueden sobrevenir a la larga, algunas modificaciones del carácter que se manifiesta por inestabilidad e irritabilidad.

### C. EFECTOS NOCIVOS SOBRE EL TRABAJO

El ruido tiene efectos nocivos en el trabajo que repercuten en el rendimiento del individuo y en las comunicaciones.

a) Efectos sobre el rendimiento. Estudios realizados permiten analizarlos dentro de distintas actividades:

- i) En la actividad manual. Los que superan una intensidad de 65 db y perjudican la actividad manual que demanda un alto grado de coordinación y una atención sostenida.
- ii) En la actividad de supervisión visual. Ocasionan perturbación donde las señales son raras y poco aparentes.
- iii) En la actividad rápida y casi intensiva. Crean problemas cuando y donde la atención está regida por la máquina.

iv) En la actividad mental. Originan desajustes cuando se demanda una concentración y una reflexión sostenidas.

b) Efectos sobre las Comunicaciones. Quizás una de las actividades más perjudicadas por la percepción de los ruidos son las comunicaciones. Así, las que dependen del hombre y son verbales suelen ser ocultadas por el ruido, dando lugar a repeticiones irritantes, pérdidas de tiempo, errores y, en definitiva, una baja considerable de la calidad del trabajo.

Las comunicaciones, que dependen de la máquina o del ambiente son reducidas o suprimidas totalmente, ocasionando graves riesgos de errores, de accidentes y de ruptura o interrupción del proceso, y una consecuente baja de la calidad del trabajo. (1.10)

(1.14) (2.1)

## 7. LA PERCEPCION - LAS VIBRACIONES

Aunque el ruido constituye la fuente más corriente de vibraciones del medio ambiente, son muchas las herramientas manuales, tales como los martillos neumáticos, las perforadoras y las rectificadoras, que exponen a los trabajadores a los efectos perjudiciales de las vibraciones percibidas por los huesos y los músculos. En algunos casos, la fuente de la vibración no la constituye la herramienta manual misma, sino el artículo que se fabrica, como, por ejemplo, cuando se procede a la rectificación de piezas metálicas en las rectificadoras o en el caso de algunas de las máquinas utilizadas en la industria del calzado.

El principal efecto de las vibraciones es alterar el control nervioso de las pequeñas arterias, fenómeno que provoca, en el caso de las manos, la llamada "mano dormida", condición en que los dedos palidecen y existe una sensación de hormigueo y pérdida de la sensibilidad.

Otros efectos secundarios de las vibraciones son, por ejemplo, los observados entre los conductores de locomotoras o entre los miembros de las tripulaciones de los aviones; no obstante, los datos científicos al respecto son muy escasos y hasta la fecha son muy pocas las pruebas directas que demuestran la producción de daños para la salud. (4.9)

## 8. LA PERCEPCION - LA VISION

Al referirnos a la audición señalábamos la importancia de este sentido sólo superada por el de la vista. Un estudio sobre cien reseñas sensoriales, demostró que 80 de ellas nos vienen por intermedio de la vista. El ojo y las terminaciones nerviosas de la retina constituyen un mecanismo muy complicado y sensible, que funciona eficazmente en una amplia gama de condiciones. La sensación visual depende de cuatro factores externos fundamentales, a saber: las proporciones del objeto que se mira, la intensidad de la luz que lo ilumina, el contraste entre el objeto y el medio que lo rodea y la duración. Como todos estos factores se influyen recíprocamente, las tareas en que interviene especialmente la vista deben estudiarse con cuidado para equilibrarlas acertadamente en beneficio de la comodidad y del rendimiento del trabajador.

Es sabido que las funciones de convergencia y de acomodación que cumple el ojo se reducen a movimientos de los músculos oculares. No obstante la aparente simplicidad de ello, el trabajo ocular ocasiona un gasto de energía y, a la postre, una fatiga.

Veamos los aspectos más importantes que dentro del campo de la Ergonomía atañen a la visión:

### A. LA FATIGA VISUAL

Evitarla o atenuarla es función de más de una disciplina, pero provocarla es culpa del hombre y de su trabajo y ello se logra sometiendo los músculos a una tensión muy fuerte

y prolongada y dejando ejercer sobre ellos tensiones contrarias y simultáneas.

Los delicados movimientos del globo ocular para conseguir una visión correcta y los movimientos aún más delicados de los músculos que hacen que la pupila se dilate o contraiga y que el cristalino pueda entonces acomodarse a la mayor o menor distancia de los objetos, pueden fatigar si las condiciones son desfavorables, de la misma forma que los rápidos movimientos de los pequeños músculos de la mano durante un período excesivo de tiempo pueden producir calambres. El trabajo intensivo con una débil iluminación (Ver Fig. Nº 26), como por ejemplo sucedía antiguamente con los mineros de carbón y con los jefes de trenes, produce el llamado nistagmo, consistente en contracciones involuntarias del globo ocular, con la consiguiente perturbación de la visión. (1.6)

Lo anterior nos lleva a considerar que el ojo es un instrumento de trabajo y más aún que es un órgano en trabajo constante, por lo que es necesario evitarle los esfuerzos inútiles (Ver Fig. Nº 27), todo lo cual se logra, primero asegurando un nivel de iluminación apropiado al objeto del trabajo y segundo reduciendo los contrastes de luz para una iluminación uniforme. (2.8) (1.6)

#### B. DISCRIMINACION VISUAL DE LOS OBJETOS

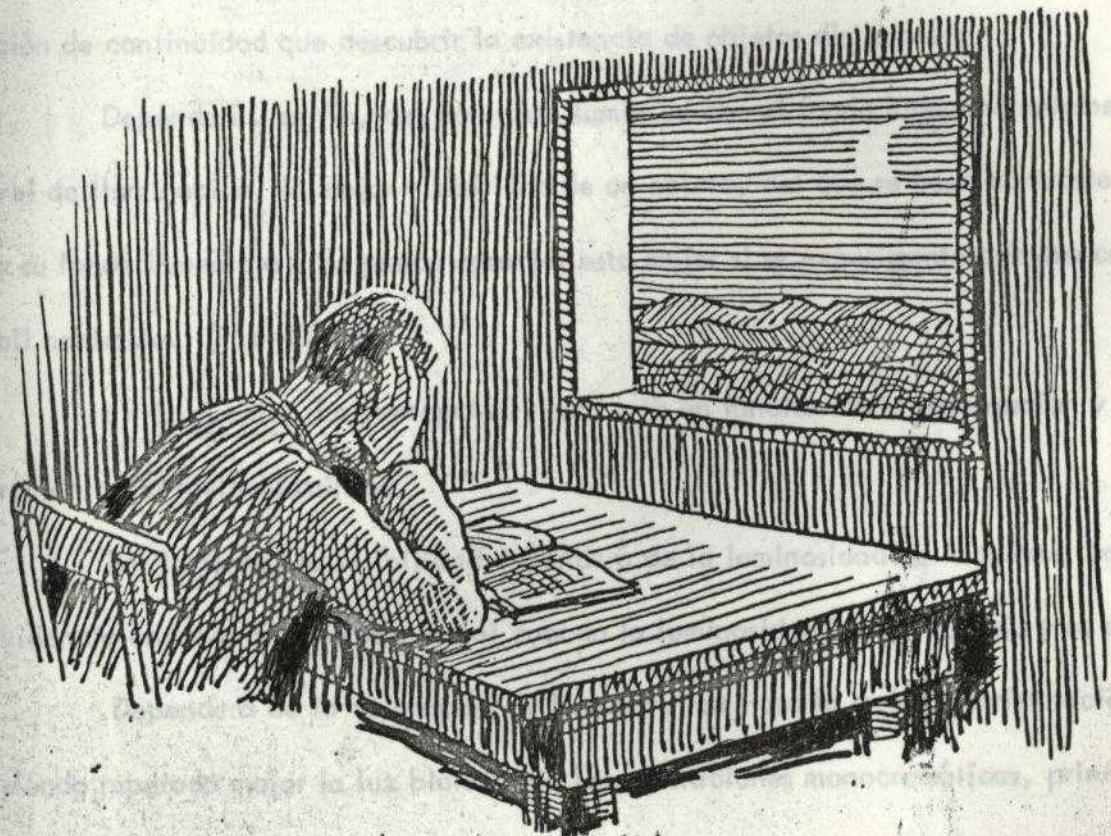
La mejor percepción o discriminación de los objetos está en función: del objeto, de la fuente y del hombre. Los dos primeros son exógenos o un tanto fuera del hombre, cuando menos directamente, y el último es propiamente imputable al individuo y a sus condiciones de su vista y hábitos.

a) El objeto. Dependerá del tamaño, de la forma y del contraste lumínico con el fondo, la aportación del objeto al compendio de su discriminación.

El tamaño influye en la precisión y rapidez de identificación, la que será baja

FIG: 26 "A" Se observan rayas y distorsiones visuales.

### FATIGA VISUAL



UNA DE LAS CAUSAS DE LA FATIGA ES  
EL SOMETIMIENTO DE LOS MÚSCULOS DEL  
OJO A UN EFUERZO PROLONGADO Y FUERTE

para objetos de dimensiones inferiores a 12 minutos de arco o sea objetos menores de 4 mm. observados a una distancia de 25 cm. y mayor a dimensiones superiores.

Dependerá igualmente de la forma del objeto, por lo que será con toda seguridad más fácil detallar la presencia de un punto, de una línea o de una ruptura dentro de una solución de continuidad que descubrir la existencia de objetos distintos.

Dependerá, en fin, del contraste lumínico con el fondo independientemente del nivel de iluminación, la mejor visibilidad de un objeto, del que se haga contraste entre él y su fondo inmediato. Se puede apreciar esto mejor si se experimenta primero con un débil contraste. (1.6) (1.14)

b) La fuente. La percepción visual está en función de la iluminación y de la coloración de la fuente lumínica.

Por lo tanto, la visibilidad dependerá de la luminosidad de la fuente; por eso se evidencia una mayor ganancia visual cuando la luminosidad inicial es baja y se aumenta.

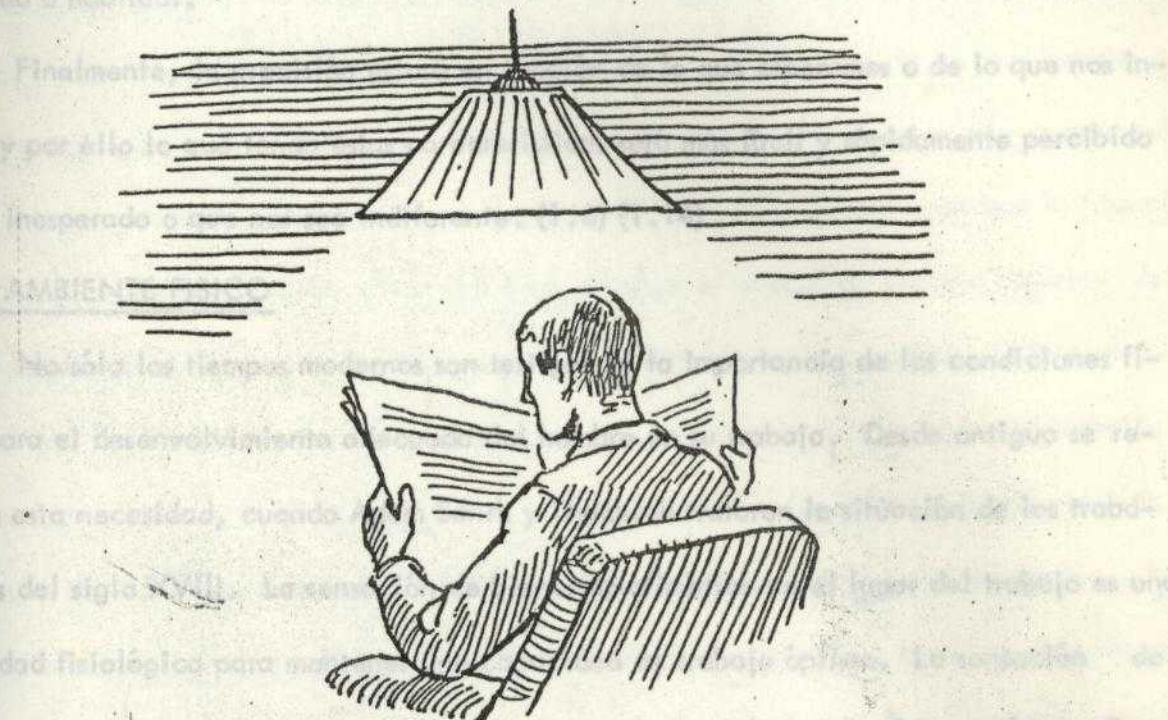
Dependerá de la coloración de la fuente luminosa la mejor discriminación visual, siendo reputada mejor la luz blanca que las coloraciones monocromáticas, principalmente las tonalidades de color azul o rojo. (1.6)

c) El hombre. Finalmente, la percepción visual depende de la sensibilidad del ojo; los hábitos del hombre y su precisión o expectativa-interés serán elementos directos imputables al individuo en la mejor percepción de los objetos. Cuando la sensibilidad ocular se adapta al sujeto que se mira, se logra una mejor discriminación. Se ha determinado que al ojo le hace falta más de media hora para adaptarse completamente a la oscuridad, mientras que sólo necesita de pocos segundos para restablecer su adaptación a la luz. Es aceptado que la luminosidad del sujeto que se mira no debe ser más de cien veces inferior a la luminosidad precedente.

FIG: 27 "B"

## SUPRESION DE LA FATIGA VISUAL

Independemos o crecer los objetos de acuerdo a las dimensiones, colores y orientación con el fondo o hábitual.



A. EL ORGANISMO  
LA FATIGA SE SUPRIME ASEGURANDO UN  
NIVEL DE ILUMINACION APROPIADO  
BASICAMENTE SOBRE EL OBJETO DE TRABAJO

Ya se ha indicado anteriormente que el trabajo muscular produce energía calorífica, peso, como en el calor de la actividad que la temperatura del cuerpo humano se mantenga constantemente a  $37^{\circ}\text{C}$  para que las funciones fisiológicas se realicen normalmente, todo exceso de calor (hipertermia) provoca una respuesta que impide que el organismo para conseguirlo sea su propia actividad. La actividad que impide el exceso de calor es el sudoramiento.

Dependerá de los hábitos adquiridos la mejor discriminación que hagamos; por ello tenderemos a apreciar los objetos de acuerdo a las dimensiones, colores y orientación acos tumbrada o habitual.

Finalmente, la precisión estará en función de lo que esperamos o de lo que nos interesa y por ello lo que tenga estas características será más fácil y rápidamente percibido que lo inesperado o que nos sea indiferente. (1.6) (1.14)

## 9. EL AMBIENTE FISICO

No sólo los tiempos modernos son testigos de la importancia de las condiciones físicas para el desenvolvimiento adecuado del hombre en su trabajo. Desde antiguo se recuerda esta necesidad, cuando Adam Smith y Thackrah trataron la situación de los trabajadores del siglo XVIII. La sensación de bienestar climático en el lugar del trabajo es una necesidad fisiológica para mantener una capacidad de trabajo óptima. La sensación de confort climático depende sobre todo de tres propiedades del medio ambiente físico: Temperatura, humedad y ventilación. Cuando se sale de la zona de confort, los mecanismos del equilibrio térmico entran en función y provocan un desperdicio de la energía calórica disponible para el trabajo.

### A. EL ORGANISMO HUMANO Y LA HIPERTERMIA

Ya se ha indicado anteriormente que el trabajo muscular produce energía calórica, pero, como es absolutamente necesario que la temperatura del cuerpo humano se mantenga constantemente a 37°C para que las funciones fisiológicas se realicen normalmente, todo exceso de calor(hipertermia) producido debe eliminarse. Los medios que emplea el organismo para conseguirlo son muy variados; así, por ejemplo, los vasos sanguíneos subcutáneos

se dilatan para poder emitir más energía calórica al medio ambiente, y, asimismo, el vapor acuoso eliminado por las vías respiratorias constituye también una fuente de eliminación de cierta cantidad de calor; no obstante, la principal pérdida de calor se efectúa gracias a la evaporación insensible o sensible del sudor. (4.1) Una de las propiedades especiales del agua es su elevado calor latente de evaporación. Para convertir un gramo de agua en vapor acuoso se requiere una energía de 54° calorías, lo que hace que la transpiración constituya una función primordial para eliminar el exceso de energía calórica del cuerpo humano; el volumen total de evaporación producida en la superficie de la piel se eleva, con frecuencia, a dos litros en el curso de una jornada de ocho horas de trabajo, lo que representa una pérdida de calor de 1.000 kilocalorías (es decir, grandes calorías, cada una de las cuales es igual a 1.000 pequeñas calorías). Para que las glándulas sudoríparas cuenten con agua suficiente para el proceso de evaporación, los vasos sanguíneos subcutáneos se dilatan para aumentar la circulación; este fenómeno no representa en sí problema alguno, pero si ha de aumentar al mismo tiempo la circulación sanguínea para aumentar la irrigación de los músculos al objeto de que éstos puedan desarrollar grandes esfuerzos físicos, una de las dos funciones citadas ha de alterarse, ya sea la regulación térmica del organismo o su capacidad de trabajo, o ambas cosas a la vez. Los experimentos realizados han demostrado que la carga fisiológica correspondiente a una determinada cantidad de trabajo puede variar considerablemente según las condiciones del medio ambiente; así, el trabajo que una persona puede realizar fácilmente durante mucho tiempo en un medio fresco y seco, la agota rápidamente si la temperatura y la humedad son elevadas. (4.1)

### B. LA TEMPERATURA

Una temperatura adecuada proporciona el máximo de rendimiento; en consecuencia una temperatura muy elevada comunica al cuerpo, tal como hemos visto, más calor del que puede eliminar dando origen al malestar, la irritabilidad, los errores de atención y la baja del rendimiento intelectual. Temperaturas altamente elevadas provocan una baja de la habilidad manual y son causa de accidentes y de pobre rendimiento en los trabajos pesados; temperaturas superiores, es decir, en el límite de 35° a 40° C, provocan una sobrecarga del sistema cardiovascular donde origina fatigas y marcada pérdida de peso.

Por otra parte, el cuerpo humano puede absorber energía calórica por radiación del medio ambiente que le rodea y, en presencia de un horno encendido, por ejemplo, la acumulación de calor puede ser considerable. Cuando el organismo humano no puede mantener la temperatura interna a un nivel humano constante, se hacen evidentes los diversos fenómenos causados por la acción de calor. (4.1)

Finalmente, una temperatura muy baja provoca un desperdicio excesivo de calor corporal, una agitación general, una disminución de la sensibilidad táctil y de la habilidad manual, un retraso de las reacciones y una baja de la atención. (4.1) (2.8) (3.5)

### C. LA HUMEDAD

Cuando no es adecuada, la humedad ambiente tiene importantes consecuencias sobre el hombre. Así, cuando es muy débil, impide la evaporación del calor del cuerpo por la piel, de donde viene una reducción paulatina de la tolerancia a altas temperaturas; cuando es muy fuerte, suele provocar catarros, irritaciones de las mucosas de las vías respiratorias y de los ojos y una excitación crónica que se traduce en frecuente tos.

del calor es inferior al necesario que depende de la combinación, en diferentes proporciones, de temperatura y humedad. El factor más determinante para facilitar el vapor saturado de agua ambiente se debe al hecho de que el aire húmedo se satura rápidamente de vapor acuoso. De consideración fundamental es la "temperatura efectiva corregida". Indica que abajo se pone de esta forma, si la saturación es completa, es decir, cuando existe una humedad relativa de temperatura, la temperatura radiante y el poder refrigerador del aire.

100 por ciento, la piel no podrá evaporar más agua, con el resultado de que el cuerpo humano no puede irradiar más energía calórica y aumenta, en consecuencia, su temperatura interior. Si existe suficiente corriente de aire se desplaza fácilmente la capa de aire húmedo que envuelve al cuerpo, con lo que disminuye la saturación ambiente de vapor acuoso, pero, de lo contrario, sobreviene rápidamente el agotamiento físico. (4.1) (4.8)

#### D. LA VENTILACION

Los movimientos o corrientes de aire tienen importancia principalmente en las fábricas donde no existe acondicionamiento artificial de aire y sus consecuencias son muy parecidas. Los criterios que se aplican en este caso son todavía relativamente arbitrarios y las cifras a las de la humedad o temperaturas inadecuadas.

Así, una corriente muy débil impide, entre otras cosas, la adecuada evaporación del calor del cuerpo por la piel y una corriente muy fuerte produce un enfriamiento o un aclaramiento excesivo del cuerpo. (4.1)

#### E. MEDICION DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS AMBIENTALES

Los aparatos e índices de que se dispone para calcular la acción de la temperatura, de la humedad y de la ventilación dentro de un ambiente determinado, son numerosos. El termómetro corriente proporciona una indicación general de la temperatura, pero otros termómetros especiales señalan la humedad relativa de la atmósfera o la temperatura radiante del medio ambiente; asimismo, el catatermómetro indica la velocidad de la corriente de aire y, en consecuencia, el poder de refrigeración del medio ambiente. Sin embargo, hasta la fecha no se ha construido instrumento alguno que proporcione un índice adecuado -

del grado de bienestar necesario que depende de la combinación, en diversas proporciones, de los citados factores. El método más aproximado para facilitar un valor conjunto de ellos, consiste en determinar la "temperatura efectiva corregida" índice que abarca el grado de temperatura, la temperatura radiante y el poder refrigerador del aire.

Probablemente el índice más conocido de la acción del calor es el establecido por Belding y Hatch, según el cual los diversos factores que contribuyen al aumento o a la pérdida de la energía calórica se expresan por una fórmula cuyo resultado ideal debería ser cero. Todos los valores de los factores mencionados anteriormente, así como la temperatura interna del cuerpo y el índice de transpiración, figuran en esa fórmula. De esta manera recurriendo a este índice, pueden calcularse el período máximo de trabajo permisible en determinadas condiciones de calor y humedad y el tiempo de descanso necesario para restablecer el equilibrio térmico. Los criterios que se aplican al respecto son todavía relativamente arbitrarios y los estudios fisiológicos habrán de intensificarse aún más antes de poder establecer normas definitivas que sirvan de orientación a la dirección de las empresas si bien se van adquiriendo cada vez más conocimientos al respecto y son ya muchos los datos científicos que pueden aplicarse eficazmente. (10.1) (4.14)

## 10. EL ESFUERZO ESTATICO

Así como existe el esfuerzo dinámico, que se refiere al hombre en movimiento, podemos hablar del esfuerzo estático, que ocurre cuando el hombre realiza su trabajo en una posición más o menos fija o estable.

Por lo tanto el esfuerzo estático lo ejerce el hombre, pero a él estarán íntimamente vinculados los diferentes elementos que conforman el denominado puesto o sitio de trabajo, tales como: el conjunto mesa-silla, los soportes, las rampas y escaleras, las puertas, los

cielorrasos, los pasillos y corredores, etc., todo ello relacionado como lo señala la Ergonomía, con la mejor adaptación del trabajo y de los equipos, herramientas y útiles, al hombre.

#### A. EL CONJUNTO MESA-SILLA

Cuando nos referimos al conjunto mesa-silla, debemos pensar más que en una mesa y en una silla, en una combinación de componentes constituida por los elementos diseñados para el trabajo, principalmente del hombre en la planta o puesto de trabajo. La tabla N° 7 y la figura N° 28 muestran las dimensiones óptimas, a tales fines, de las diferentes partes de este conjunto. (9.1) (10.1)

TABLA N° 7

#### EL CONJUNTO MESA-SILLA

CONDICION	POSICION	SITUACION	HOMBRE	MUJER
Sin la persona:	1) Altura del suelo a la parte superior de la cubierta	óptimo	70 cm.	67 cm.
	2) Altura del suelo a la parte inferior de la cubierta	mínimo	66 cm.	62 cm.
Sin la persona:	3) Altura del espacio libre de la parte inferior de la cubierta al asiento	mínimo	17 cm.	17 cm.
	4) Distancia del asiento a la parte superior de la cubierta	óptimo	26 cm.	26 cm.

CONDICION	POSICION	SITUACION	HOMBRE	MUJER
Con la persona sentada	1) Espacio entre el dorso de la silla y la altura de los muslos.		46 cm.	43 cm.
	2) Altura del asiento al reposar sobre los talones.	reducida	38 a 43 cm.	
	3) Profundidad del asiento.	óptima	43 cm.	41 cm.
	4) Ancho del asiento.	mínimo óptimo	39 cm.	41 cm.
	5) Inclinación del asiento.	óptima	6° a 7°	6° a 7°
	6) Altura del reposabrazos.	mínima	12,5 a 17 cm.	12,5 a 17 cm.
	7) Elevación del asiento sobre el suelo.	superior óptima inferior	15 a 20 cm.	17,5 a 20 cm.
	8) Ancho del respaldo.	óptima	30 a 32,5 cm.	30 a 32,5 cm.
	9) Inclinación del respaldo.	13° a 20°		

### PUESTO DE TRABAJO. CONJUNTO MESA-SILLA

#### B. LAS SILLAS Y LOS SOPORTES

Al igual que cuando se habló de las mesas, en este caso presento el conservar la relación sillas-mesas, la vinculación de estos con el hombre en posición de trabajo, lo cual el diseño incluye que contemplan los siguientes aspectos, algunos de los cuales aparecen en la figura N° 29:

Numeradas por la parte superior de la figura, por lo tanto:

1) La superficie de trabajo del escritorio debe ser plana;

CONDICION	POSICION	SITUACION	HOMBRE	MUJER
Con la persona:	5) Espacio libre debajo de la mesa a la altura de las rodillas	mínimo	46 cm.	43 cm.
	6) Altura de la silla al soporte para los pies	regulado	39 a 48 cm.	
Sin la persona:	7) Profundidad del asiento	óptimo	42 cm.	41 cm.
	8) Ancho del asiento	mínimo	39 cm.	41 cm.
	9) Inclinación del asiento	óptimo	6° a 7°	6° a 7°
	10) Altura del espaldar	óptimo	12,5 a 17 cm.	12,5 a 17 cm.
	11) Elevación del espaldar sobre el asiento	borde inferior	17,5 a 20 cm.	17,5 a 20 cm.
	12) Ancho del espaldar	óptimo	30 a 32,5 cm.	30 a 32,5 cm.
	13) Inclinación del espaldar	zona útil	13° a 25°	13° a 25°

## B. LAS SILLAS Y LOS SOPORTES

Al igual que cuando nos referimos al conjunto mesa-silla, debemos tener presente al considerar la relación sillas-soportes, la vinculación de éstos con el hombre en posición de trabajo, por lo cual el diseño tendrá que contemplar los siguientes aspectos, algunos de los cuales aparecen en la figura N° 29:

a) Numerosos puntos de apoyo al cuerpo, por lo que:

i) La superficie de apoyo del asiento debe ser grande;

## LAS SILLAS Y LOS SOPORTES

II) El asiento debe ser relajante pero no malo;

III) El asiento debe tener una altura regulable;

IV) El nivel del asiento debe coincidir con el de la mesa y

V) La curvatura del asiento debe corresponder a la espalda producida;

b) Deberá ademáns cumplir las siguientes condiciones:

I) El borde del asiento debe quedar a

II) Los asientos deben ser suaves,

III) El soporte del asiento sea sencillo;

IV) El respaldo del asiento sea largo y esté bien curvado;

V) Las palas de los sillones deben tener una inclinación;

VI) El soporte para los pies debe permitir una buena posición;

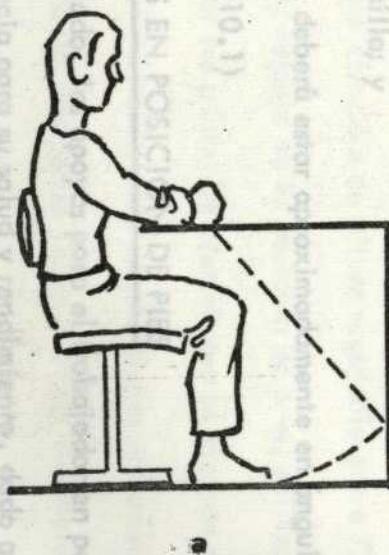
VII) La altura superior del pedestal permita muchas posiciones;

VIII) Señalarán en el pedestal que evite deslizamientos;

IX) Tener una altura regulable, la cual tendrá que ajustarse después de lo del

nivel de la silla y

X) Finalmente, deberá estar apropiadamente armado y de los materiales más duraderos.

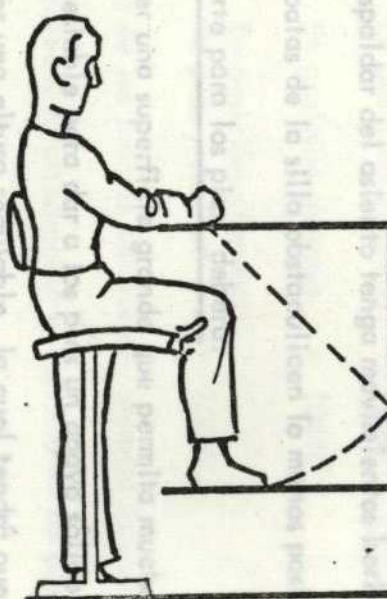


**EL ASIENTO DEBE TENER  
UNA ALTURA REGULABLE**

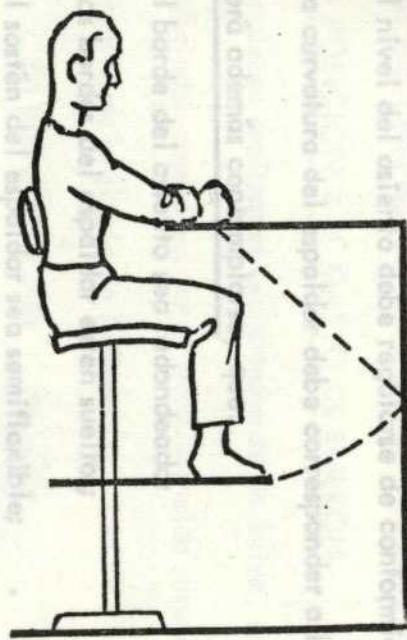
C. LOS APOYOS EN POSICIÓN FIJA  
Según se ha estudiado, el mejor asiento para el pie (Fig. N° 30),

reviste especial importancia para su uso y rendimiento, dado que:

- La circulación de la sangre en las piernas es más lenta;
- Todo el peso del cuerpo reposa en una superficie muy restringida;
- El mantenimiento del equilibrio entraña una tensión muscular constante, la



**LOS SOPORTES DE LOS PIES DEBEN  
TENER UNA ALTURA REGULABLE.**



- ii) El asiento debe ser relleno pero no muelle;
- iii) El asiento debe tener una altura regulable;
- iv) El nivel del asiento debe regularse de conformidad con el de la mesa; y
- v) La curvatura del espaldar debe corresponder a la de la espalda promedio.

b) Deberá además contemplarse, que:

- i) El borde del asiento sea redondeado;
- ii) Los bordes del espaldar estén sueltos;
- iii) El sostén del espaldar sea semiflexible;
- iv) El espaldar del asiento tenga movimientos horizontales; y
- v) Las patas de la silla obstaculicen lo menos posible,

c) El soporte para los pies, deberá:

- i) Tener una superficie grande que permita muchas posiciones;
- ii) Ser estable para dar a los pies un apoyo sólido que evite deslizamientos;
- iii) Tener una altura regulable, la cual tendrá que ajustarse después de la del nivel de la silla; y
- v) Finalmente, deberá estar aproximadamente en ángulo recto a las pantorrillas. (9.1) (10.1)

### C. LOS APOYOS EN POSICION DE PIES

Según se ha estudiado, los apoyos para el trabajador en posición de pie (Fig. N° 30), revisten especial importancia para su salud y rendimiento, dado que:

- i) La circulación de la sangre en las piernas en esta posición es más lenta;
- ii) Todo el peso del cuerpo reposa en una superficie muy restringida;
- iii) El mantenimiento del equilibrio entraña una tensión muscular constante, la

cual aumenta aún más cuando el cuerpo se aparta de la posición de equilibrio, por ejemplo, cuando se inclina hacia adelante; y, por último,

- iv) La habilidad manual disminuye en esta posición. (1.17) (9.1) (10.1)

#### D. LA POSICION Y EL GASTO DE ENERGIA

Según pruebas realizadas recientemente en Suiza, se ha determinado que la posición que tome el trabajador para ejecutar su trabajo incide directamente en el gasto de energía.

Tales pruebas aportaron el siguiente índice:

En posición de pies = 113%

En posición acostado = 100%

En posición sentado = 104%

En posición alternada  
de pies y sentado = 107%

El análisis de los índices anteriores, permite formular las siguientes recomendaciones:

- i) Favorecer la alternación de posiciones de pies y sentado, lo cual se logra por medio de apoyos en las estaciones de trabajo de pies (ver Fig. N° 30), con asientos sobre elevados de altura regulable entre 72 cm. y 92 cm.;
- ii) Favorecer el cambio de la posición de pies, utilizando un suelo suave, que permita alternar los puntos de presión que se ejercen sobre el pie (Ver Fig. N° 31).
- iii) Favorecer el mantenimiento de posiciones cómodas, disponiendo los mandos normales dentro del campo de visión y a una distancia conveniente para los ojos, dentro de los límites siguientes:

Distancia mínima de los ojos	32 cm.
------------------------------	--------

Distancia máxima de los ojos	75 cm.
------------------------------	--------

Distancia óptima de los ojos	50 cm.
------------------------------	--------

- 184 -

v) Involviendo plazas o sillas de proyección para suprimir el esfuerzo de trabajo.

los puestos peligrosos o malvados. (2.3) (4.3)

#### E. LAS MESAS Y LOS ESCRITORIOS

Estos son elementos que deben ser estudiados en su diseño y conformarlos a las necesidades de los trabajadores en función de la talla individual.

Las soluciones propias.

##### a) Los sillones.

- i) Como se muestra en el dibujo anterior de la cubierta, las dimensiones 75 cm. x 100 cm. se consideran óptimas al alcanzar sin esfuerzo un documento que se encuentra:

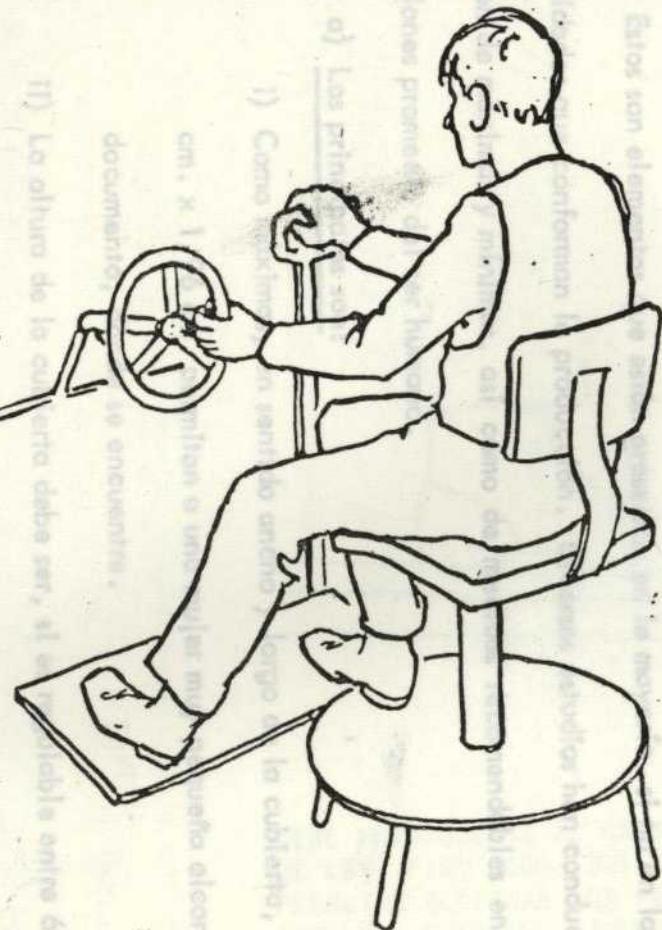
- ii) La altura de la cubierta debe ser, si deseable entre 60 y 80 cm., y si no es regulable, de 70 cm.

- iii) El espacio entre los cuerpos del escritorio, se tolera entre un mínimo de 40 cm. y un máximo de 80 cm. Son preferibles las medidas al ancho en igualdad a la mitad de la longitud.

Por medio de bancos acondicionados para el puesto de trabajo de pie



POR MEDIO DE BANCOS ACONDICIONADOS  
PARA EL PUESTO DE TRABAJO DE PIE



POR MEDIO DE SILLAS SOBRE ELEVADAS  
DE ALTURA REGULABLE.

v) Los sillas elevadas con respaldo y asiento de losas separadas o de madera principal sobre asiento de 78 cm. x 56 cm. o 79 cm. x 55 cm. y respaldos elevables 80 cm. x 160 cm.

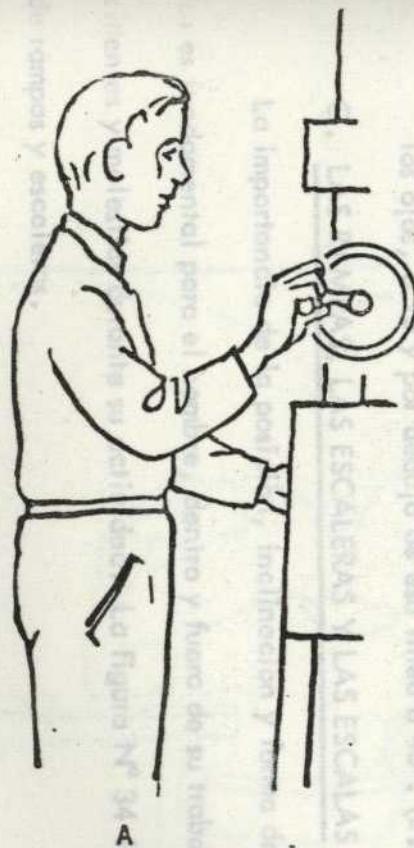
- v) Instalando placas o rejas de protección para suprimir el esfuerzo de evitar las partes peligrosas o salientes. (2.3) (4.3)

#### E. LAS MESAS Y LOS ESCRITORIOS

Estos son elementos que están presentes en la mayoría, si no en la totalidad de las actividades que conforman la producción. Diversos estudios han conducido a la determinación de máximas y mínimas, así como de medidas recomendables en función de las dimensiones promedio del ser humano.

##### a) Las principales son:

- i) Como máximas, en sentido ancho y largo de la cubierta, las dimensiones 75 cm. x 1,96 cm. permiten a una mujer muy pequeña alcanzar sin esfuerzo un documento, donde se encuentre.
- ii) La altura de la cubierta debe ser, si es regulable entre 60 y 80 cm., y si no es regulable, de 70 cm.
- iii) El espacio entre los cuerpos del escritorio, se tolera entre un mínimo de 46 cm. y un máximo de 87 cm. Son preferibles los planos donde el ancho es igual a la mitad del largo, lo cual maximiza el número de combinaciones posibles.
- iv) Como mínimos tolerables, se consideran los siguientes: Ancho y largo de la cubierta con medidas de 60 x 75 cm., dimensiones que permiten a un hombre muy grande trabajar con comodidad sobre un documento. (Ver Fig. N° 32).
- v) Las proporciones en cuanto a largo y ancho de los escritorios o del plano de trabajo principal son: aceptables 78 cm. x 156 cm. o 79 cm. x 158 cm. y recomendables 80 cm. x 160 cm.

POSICION DE LOS CONTROLES Y GASTO DE ENERGIA

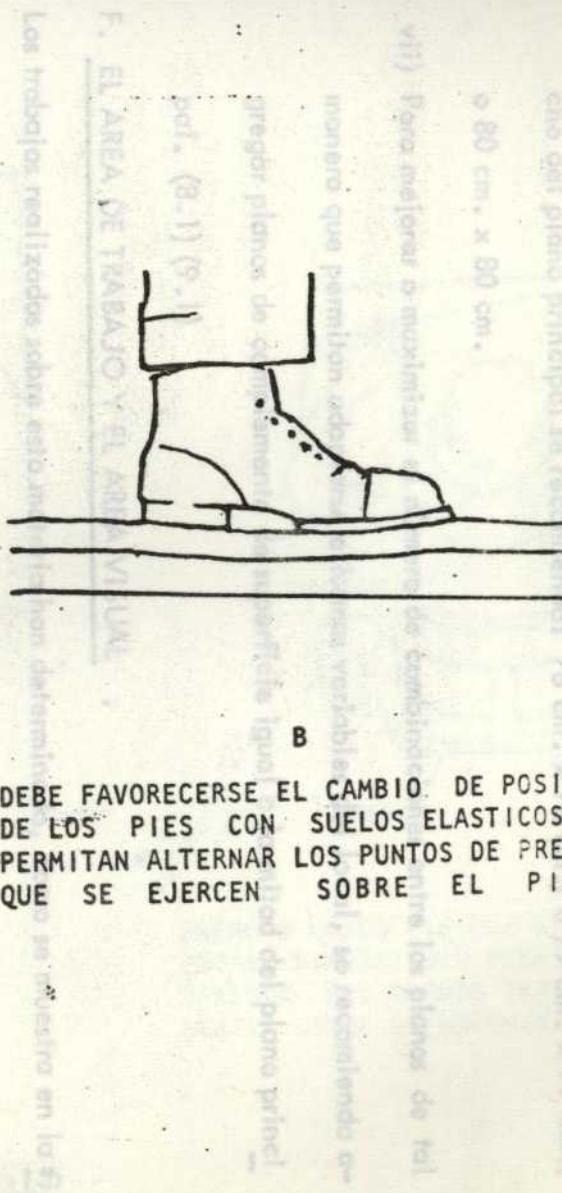
A

**PARA AHORRAR GASTO DE ENERGIA DEBEN FAVORECERSE LAS POSICIONES SUELTAS COLOCANDO LOS MANDOS MANUALES DENTRO DEL "CAMPO DE VISION" Y A UNA DISTANCIA CONVENIENTE PARA LOS OJOS**

b) En cuanto al área visual, que se encuentra por encima de los ojos, por debajo de los mismos y entre los pies de 30 a 60 cm.

a) En cuanto al órbito de trabajo, el ancho óptimo de lo gato para identificar y manipular los objetos de trabajo es, para las manos, de 60 cm. y para los pies, de 30 a 60 cm.

Figura N° 33, que:



B

**DEBE FAVORECERSE EL CAMBIO DE POSICION DE LOS PIES CON SUELOS ELASTICOS QUE PERMITAN ALTERNAR LOS PUNTOS DE PRESION QUE SE EJERCEN SOBRE EL PIE.**

A continuación se presentan datos y recomendaciones de una serie de elementos para ayudar en cálculos y diseños nómicos:

- vi) En cuanto al plano de punta para superficies cuadradas de lados iguales al ancho del plano principal se recomienda: 78 cm. x 78 cm.; o 79 cm. x 79 cm.; o 80 cm. x 80 cm.
- vii) Para mejorar o maximizar el número de combinaciones entre los planos de tal manera que permitan adaptarse a formas variables del local, se recomienda agregar planos de complemento de superficie igual a la mitad del plano principal. (8.1) (9.1)

#### F. EL AREA DE TRABAJO Y EL AREA VISUAL

Los trabajos realizados sobre esta materia han determinado, como se muestra en la figura N° 33, que:

- a) En cuanto al área de trabajo, el ancho óptimo de la zona para identificar y manipular los objetos de trabajo es, para las manos, de 60 cm. y para los pies de 30 a 60 cm.
- b) En cuanto al área visual, que se encuentra por encima de la línea horizontal a los ojos, a 15° y por debajo de esa línea a 45°. (2.3) (1.6) (9.1)

#### G. LAS RAMPAS, LAS ESCALERAS Y LAS ESCALAS

La importancia de la posición, inclinación y forma de las rampas, escaleras y escalones es fundamental para el hombre, dentro y fuera de su trabajo, en función de la fatiga, accidentes y molestias durante su actividad. La figura N° 34 ilustra en materia de pendientes de rampas y escaleras.

A continuación se presentan datos y recomendaciones sobre las características de toda una serie de elementos para ayuda en ascensos y descensos ajustados a mediciones ergonómicas:

a) Rompas. Su pendiente debe ser menor que la inclinación aceptable de  $20^{\circ}$ .

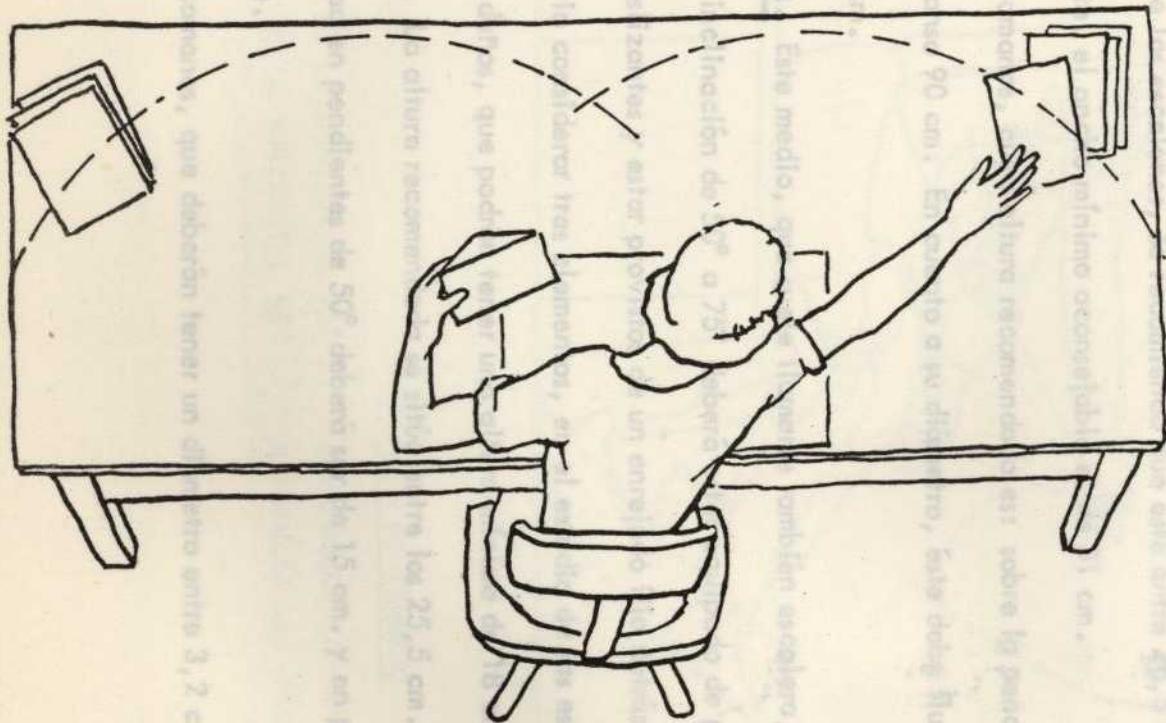
b) Escalones. Es necesario que el escritorio esté en un ángulo entre un niño y un adulto de  $20^{\circ}$  y no más.

i) La pendiente, o inclinación, debe ser menor de  $20^{\circ}$  y no más.

ii) Los escalones, que pueden tener una altura máxima de  $20$  cm, recubriendo que su inclinación fluctúe entre  $30^{\circ}$  y  $45^{\circ}$ .

iii) Los escritorios que tienen una altura mínima de  $13$  cm., pero se recomienda una entre  $16$  cm., y  $18$  cm. En cuanto a la profundidad del escritorio, recomendamos una entre  $50$ , cm., y  $55$ , cm. El ancho mínimo recomendado es de  $1$  cm.

iv) Los posiciones de la silla se recomiendan: sobre la pendiente de  $90$  cm., (alto o bajo), debe dejar huecos de  $3,2$  cm., y  $3,5$  cm.



**ANCHO Y LARGO MAXIMOS DE LA CUBIERTA:**  $75$  cm x  $196$  cm  
**ESTAS DIMENSIONES PERMITEN AUN A UNA MUJER PEQUEÑA-ALCANZAR SIN ESFUERZO UN DOCUMENTO DONDE SE ENCUENTRE**

**ANCHO Y LARGO MINIMO:**  $60$  cm x  $75$  cm  
**ESTAS DIMENSIONES PERMITEN A UNA PERSONA MUY GRANDE TRABAJAR COMODAMENTE SOBRE UN DOCUMENTO CORRIENTE**

a) Rampas. Su pendiente suele estar comprendida entre un mínimo de  $0^{\circ}$  y un máximo aceptable de  $20^{\circ}$ . No obstante, se recomienda como pendiente ideal la de  $15^{\circ}$ .

b) Escaleras. Es necesario considerar tres elementos en el estudio de las escaleras, a saber:

- i) La pendiente, que aun cuando se permiten mínimos de  $20^{\circ}$  y máximos de  $50^{\circ}$ , se recomienda que su inclinación fluctúe entre  $30^{\circ}$  y  $45^{\circ}$ .
- ii) Los escalones, que pueden tener una altura máxima de 20 cm. y una mínima de 13 cm., pero se recomienda una entre 16 cm. y 18 cm. En cuanto a la profundidad de los escalones, se recomienda que esté entre 26,5 cm. y 30,5 cm. Finalmente, el ancho mínimo aconsejable es de 51 cm.
- iii) Los pasamanos, cuya altura recomendada es: sobre la pendiente 85 cm. y sobre el descanso 90 cm. En cuanto a su diámetro, éste debe fluctuar entre 3,2 cm. y 3,5 cm.

c) Escalas. Este medio, que suele llamarse también escalera, o escalera de mano, cuando tiene una inclinación de  $50^{\circ}$  a  $75^{\circ}$  deberá estar equipado de peldaños abiertos, revestidos de antideslizantes y estar provistos de un enrejado fijo detrás de los peldaños.

Es necesario considerar tres elementos, en el estudio de las escalas, a saber:

- i) Los peldaños, que podrán tener una altura mínima de 18 cm. y una máxima de 30 cm. La altura recomendada se sitúa entre los 25,5 cm. y los 23 cm. La profundidad en pendientes de  $50^{\circ}$  deberá ser de 15 cm. y en pendientes de  $75^{\circ}$ , de 7,5 cm.
- ii) Los pasamanos, que deberán tener un diámetro entre 3,2 cm. y 3,5 cm., man-

FIG. N°: 33

**AREA VISUAL Y AREA DE TRABAJO**

en los escalones con inclinación de 75° o 90°, se recomienda que su ancho equipados de escalones tubulares y de dos pasamanos que sobrepongan la extremidad de la escala por lo menos en 90 cm.

- b) Los escalones deberán tener una altura mínima entre ellos de 23 cm. y una máxima de 40 cm., recomendándose una altura media de 27 cm. o 30,5 cm. El ancho mínimo de los escalones recomendado es de 30 cm. La distancia libre detrás de ellos de 3 cm a 20 cm. (8.1) (8.4)

H. LAS PUERTAS

Tanto la altura como el ancho de las puertas, así como la elevación de los cierres, son detalles de los cuales los arquitectos deben ser asesorados por los diseñadores de los ambientes de trabajo.

- a) Las puertas, deben tener una altura mínima de 2 metros y los máximos convenientes a las necesidades de los usuarios. Deben tener su ancho mínimo sugerido entre 80 y 100 cm. para que una persona el mínimo ancho de 1,35 m. o 1,40 m. El espacio libre de la puerta debe ser suficiente para facilitar su juego y apertura sin causar inconveniente.

- b) Los escalones deben considerarse en las puertas en las circunstancias especiales.

AREA VISUAL

AREA DE TRABAJO

POR ENCIMA DE LA HORIZONTAL 15°

ZONA DONDE LA CAPACIDAD DE IDENTIFICAR Y DI-

POR DEBAJO DE LA HORIZONTAL 45°

MANIPULAR LOS OBJETOS DE TRABAJO ES OPTI-

tendrán una distancia entre ellos comprendida entre 53 cm. y 61 cm. En cuanto a las escalas con inclinación de 75° a 90°, se recomienda que estén equipadas de escalones tubulares y de dos pasamanos que sobrepasen la extremidad de la escala por lo menos en 90 cm.

- ii) Los escalones deberán tener una altura mínima entre ellos de 23 cm. y una máxima de 40 cm., recomendándose una distancia óptima de 28 cm. a 30,5 cm. El ancho mínimo de los escalones se recomienda de 30,5 cm. y la distancia libre de trás de ellos de 15 cm. a 20 cm. (8.1) (4.4)

#### H. LAS PUERTAS Y LOS CIELORRASOS

Tanto la altura como el ancho de las puertas, así como la elevación de los cielorrascos, son detalles de las construcciones que no deben ser descuidados por los diseñadores de los ambientes de trabajo. (10.1) (8.1)

a) Las puertas, deben tener una altura mínima de 2 metros y las máximas convenientes a las necesidades. Cuando se diseña para el paso de una sola persona su ancho mínimo deberá estar entre 0,80 m. y 0,85 m. y cuando lo son para más de una persona el mínimo será de 1,35 m. a 1,40 m. El espacio libre delante de la puerta, para facilitar su juego o apertura sin causar molestias o inconvenientes, no podrá ser menor de 1,80 m.

b) Los cielorrascos, deben construirse tomando en cuenta las circunstancias especiales requeridas de acuerdo a las características del sitio de trabajo y con base a la necesidad que tenga el individuo de trabajar sentado o de pie. En el primer caso, la altura mínima libre de obstáculos del cielorraso, deberá ser de 1,00 m. y en el segundo de 2,00 m.

## PENDIENTE DE RAMPAS Y ESCALERAS

## I. LOS PASILLOS Y CORREDORES

Los pasillos y corredores deben tener una pendiente no sólo para personas, sino que el suelo debe ser lo suficientemente inclinado para que los objetos diversos.

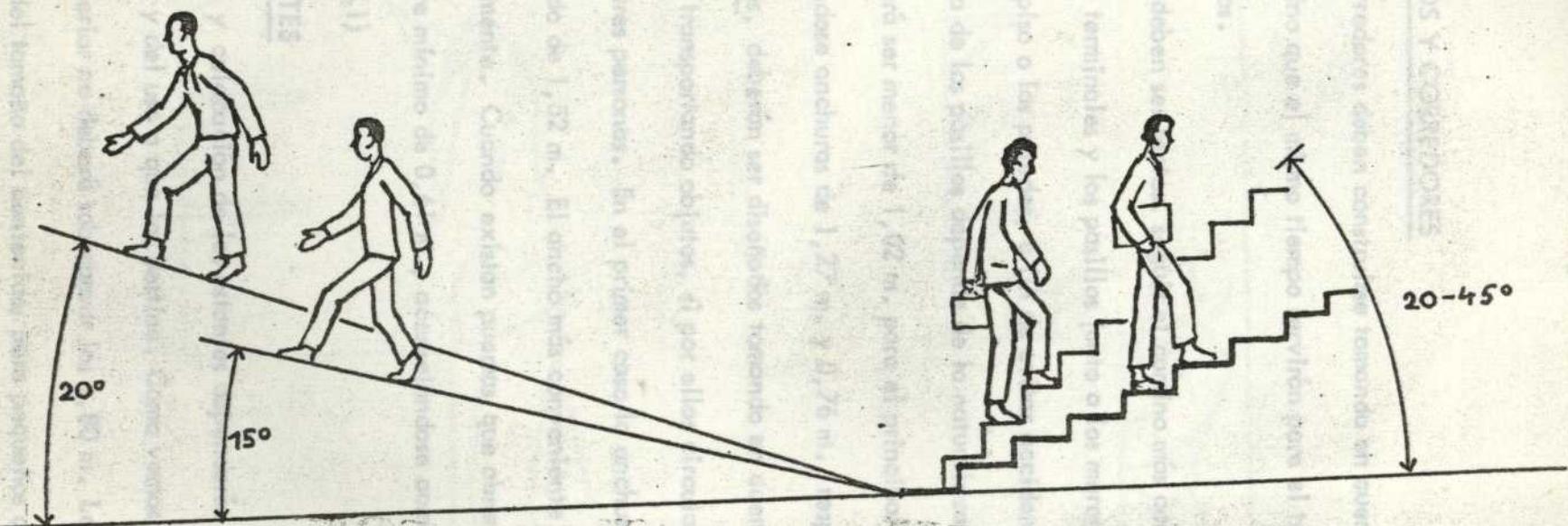
a) Los pasillos deben ser lo suficientemente anchos para que las personas y los objetos diversos se puedan mover con facilidad.

b) Deben evitarse los torniquetes, ya que si se detiene la persona que camina, se detiene todo lo que lleva en su mano o que lleva en su persona.

c) Los pasillos deben ser anchos para que las personas se puedan mover con facilidad.

d) Los pasillos deben ser anchos para que las personas se puedan mover con facilidad.

e) Los pasillos deben ser anchos para que las personas se puedan mover con facilidad.

PENDIENTE ENTRE  $0^{\circ}$  y  $20^{\circ}$ PENDIENTE RECOMENDADA:  $15^{\circ}$ PENDIENTE ENTRE  $20^{\circ}$  y  $45^{\circ}$ PENDIENTE RECOMENDADA  $30^{\circ}$  a  $45^{\circ}$

## I. LOS PASILLOS Y CORREDORES

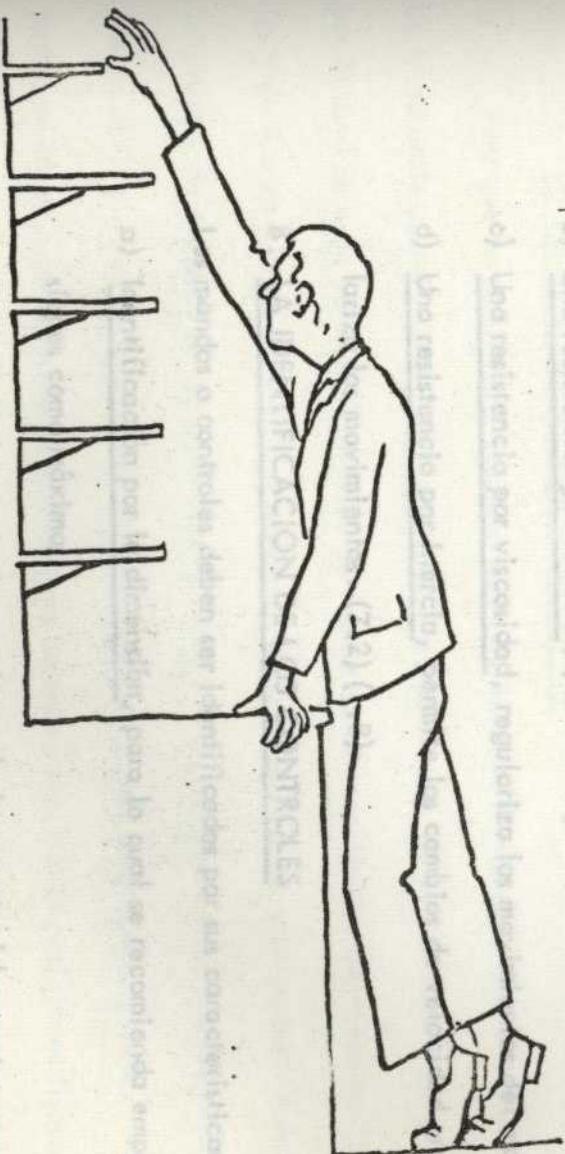
Los pasillos y corredores deben construirse tomando en cuenta que por ellos circularán no sólo personas, sino que al mismo tiempo servirán para el transporte, por distintos medios, de objetos diversos.

a) Los pasillos, deben ser rectos, seguir el camino más corto y cruzar en ángulo recto. Deben evitarse los terminales y los pasillos junto a los muros. Es conveniente colocar indicaciones sobre el piso o las paredes, a fin de evitar accidentes y facilitar la circulación. Aunque el ancho de los pasillos depende de la naturaleza del tráfico, de su intensidad y rapidez, no deberá ser menor de 1,02 m. para el principal y de 0,51 m. para los secundarios, recomendándose anchuras de 1,27 m. y 0,76 m., respectivamente.

b) Los corredores, deberán ser diseñados tomando en cuenta lo que se refiere al paso de personas libres o transportando objetos, si por ellos circulan parejas o cuando más grupos simultáneos de tres personas. En el primer caso la anchura mínima deberá ser de 1,12 m. y en el segundo de 1,52 m. El ancho más conveniente recomendado es de 1,37 m. y 1,85 m., respectivamente. Cuando existan puertas que abran sobre el corredor deberá dejarse un espacio libre mínimo de 0,61 m., aconsejándose como óptimo un espacio libre de 0,71 m. (10.1) (8.1)

## J. LOS ESTANTES

Las dimensiones y colocación de los estantes dependerán de la estatura y alcance promedio del operador y del uso a que los destine. Como vemos en la figura N° 35, la altura del entrepaño superior no deberá sobrepasar los 1,80 m. La profundidad de los anaquelos estará en función del tamaño del contenido; para pequeños objetos convienen profundidades de 0,40 m. y 0,50 m. para los de mayor tamaño.



LA ALTURA DE LA REPISA SUPERIOR

NO DEBE PASAR DE 180. cm.-



EL ESPACIO DISPONIBLE ENTRE DOS

ESTANTES DEBE SER SUPERIOR A 90 cm

dades grandes y para objetos grandes conviene una profundidad pequeña; finalmente, si espacio disponibile entre dos estantes dejado por superior a 0,90 m. (10,.) (8,1)

#### VI. EL ESPEJO DINAMICO

Este tema se refiere a la acción del operador humano sobre los controles o dispositivos de la máquina, acción que debe ser conveniente realización.

Todo lo anterior se logra mediante diseño apropiado y la ubicación adecuada de los diversos controles, así como su interrelación en función o coordinación.

Es necesario comprender las características generales de los mandos o controles; los cuales deben presentar el tipo apropiado de resistencia.

a) Una resistencia elástica, favorece al expresa o la posición zero.

b) Una resistencia por fricción, permite dejar el mando en posición fija.

c) Una resistencia por viscosidad, regulariza los movimientos y reduce las vibraciones.

d) Una resistencia permanente, es la más difícil de controlar, ya que requiere mucha fuerza para moverla.

Indicaciones para la elección de los tipos de resistentes:

a) Los resistentes elásticos y viscosos son más apropiados para la ejecución de movimientos sencillos.

b) Los resistentes por fricción y permanentes son más apropiados para la ejecución de movimientos más complejos.

b) Identificación por la forma, la cual claramente debe mostrar o sugerir la accionamiento deseado.

c) La identificación por el color, para lo cual debe usarse preferiblemente el rojo, dades grandes y para objetos grandes conviene una profundidad pequeña; finalmente, el espacio disponible entre dos estantes deberá ser superior a 0,90 m. (10.1) (8.1)

## 11. EL ESFUERZO DINAMICO

C. LA DISEÑO DE LOS MANDOS Este tema se refiere a la acción del operador humano sobre los controles o mandos de la máquina, acción que debe tender a facilitar y aliviar el esfuerzo necesario para la conveniente realización. Todo lo anterior se logra mediante el diseño apropiado y la ubicación adecuada de los diversos controles o mandos, cuyas características se estudian a continuación:

### b) Prop. A. RESISTENCIA DE LOS CONTROLES

c) Dup. Es necesario comprender las características generales, de los mandos o controles, los cuales deben presentar el tipo apropiado de resistencia.

a) Una resistencia elástica, favorece el regreso a la posición cero;

b) Una resistencia por fricción, permite dejar el mando en posición fija;

c) Una resistencia por viscosidad, regulariza los movimientos del mando; y

d) Una resistencia por inercia, permite los cambios de velocidad graduales y regulariza los movimientos. (7.2) (1.8)

### B. LA IDENTIFICACION DE LOS CONTROLES

Los mandos o controles deben ser identificados por sus características:

a) Identificación por la dimensión, para lo cual se recomienda empleo de 5 dimensiones como máximo;

b) Identificación por la forma, la cual claramente debe mostrar o sugerir la correspondiente operación de mando;

- c) La identificación por el color, para la cual debe usarse preferiblemente: el rojo, el verde, el anaranjado, el azul y el amarillo;
- d) La identificación por el nombre, que deberá ser breve y no técnico; concreto, legible y situado sobre el mando, o en su proximidad. (1.7) (7.2)

### C. LA SEGURIDAD DE LOS CONTROLES

En primer lugar, hay que tener en cuenta que los mandos no deben permitir una acción accidental, o al menos esta deberá evitarse en lo posible. Por otra parte, habrá de favorecerse la máxima seguridad de los mandos claves o críticos, lo cual se logra:

- a) Velando por su colocación y orientación;
- b) Proporcionándoles una resistencia mecánica adecuada;
- c) Duplicando los mandos; y
- d) Empotrándolos en un nicho o caja de seguridad, pero en todo caso bajo cubierta. (7.2) (4.4)

### D. LA SELECCION DE LOS CONTROLES

Hay que tener siempre presente que la selección de los controles o mandos depende de la naturaleza del movimiento (continuo o discontinuo), de su amplitud y de su fuerza, por lo cual se usan botones de presión de fuerza débil para ajustes sobre dos posiciones fijas y de fuerza grande para ajustes sobre dos posiciones fijas de gran poder. Asimismo, el interruptor de palanca se usa para ajustes sobre 2 o 3 posiciones fijas cuando se trata de fuerza débil y no es recomendable utilizarlo para ajustes de grandes fuerzas. Por otra parte, el interruptor rotativo se utiliza para ajustes sobre 3 a 24 posiciones fijas en fuerza débil y no es recomendable en los casos de fuerza grande; una modalidad de estos interruptores es el de botón, que sirve para ajustes continuos de amplitud débil y no es recomen-

presiones constantes y de 5 kg. como mínimo y 10 kg. como máximo para apoyado para fuerzas grandes. Otro control importante es el denominado volante, que no se recomienda para fuerza débil y es muy útil para ajustes continuos de amplitud débil cuando se trata de fuerzas grandes. Los controles llamados manivelas, se utilizan en fuerzas tanto débiles como grandes para ajustes continuos de gran amplitud. Las palancas se usan en fuerzas débiles para ajustes continuos de gran amplitud débil y en fuerzas grandes para ajustes continuos de amplitud débil; las palancas con gatillo son empleadas para ajustes entre 2 y 24 posiciones fijas. Por último, los controles identificados como de pedal, no son recomendables para fuerzas débiles, sino para ajustes continuos de amplitud débil, en fuerzas grandes.

A continuación analizamos con algún detalle las características de los principales controles o mandos, hasta aquí descritos. (7.2) (8.1)

a) Los botones a presión, permiten ajustes sobre dos posiciones; entre ellos los de presión a mano convienen a la aplicación de fuerzas débiles y su manipulación requiere sólo un pequeño espacio, mientras que los de pie convienen a la aplicación de fuerzas medianas.

Las principales medidas de botones de presión de pie, son:

i) El diámetro, mínimo de 12 mm. y máximo a necesidad; con un desplazamiento para zapatos;

ii) El desplazamiento para zapatos livianos de 12 mm. como mínimo y de 60 a 100 mm. como máximo y para zapatos pesados de 25 mm. como mínimo y de 60 a 100 mm. como máximo;

iii) La resistencia debe ser mínima de 2 kg. y máxima de 10 kg., para apoyos o

presiones constantes y de 5 kg. como mínimo y 10 kg. como máximo para apoyos elásticos acompañados de un fricción suave o floja al final de la carrera.

Las principales medidas para botones de presión a mano son:

- i) El diámetro mínimo de 12 mm. y el máximo que sea necesario;
- ii) El desplazamiento mínimo de 3 mm. y el máximo de 38 mm.;
- iii) La resistencia mínima será de 0,40 kgs. y la máxima de 1,6 kgs. de tipo elástico con una crepitación audible; y
- iv) La forma más recomendable es la cóncava o rugosa y deben poder identificarse por su color, dimensiones y posiciones. (7.2)

b) Los interruptores de palanca, permiten ajustes sobre 2 o 3 posiciones fijas; su manipulación es rápida, requieren poco espacio y permiten que varios interruptores puedan ser accionados simultáneamente.

Sus dimensiones recomendables son:

- i) Ancho mínimo 3 mm. y máximo 25 cm.;
- ii) Largo mínimo 12 mm. y máximo 50 mm.;
- iii) Desplazamiento mínimo  $40^\circ$  y máximo  $120^\circ$ ;
- iv) Resistencia mínima 0,5 kg. y máxima 2 kg.; éstas deben ser de tipo elástico, floja al final de la carrera manteniéndose el interruptor en posición fija; y
- v) La identificación debe ser posible por la dimensión, la forma, el nombre y la posición. (7.2)

c) Los interruptores rotativos, son convenientes a necesidades de ajustes sobre 3 a 24 posiciones fijas, con aplicación de fuerzas débiles. La manipulación de estos interruptores

es rápida, pero requiere un espacio relativamente grande. Las dimensiones recomendables son:

- i) Ancho con mínimo de 0 mm. y máximo de 25 mm.;
  - ii) Alto de 12 mm. como mínimo y 75 mm. como máximo;
  - iii) Largo de 25 mm. de mínimo y máximo deseable según convenga;
  - iv) Desplazamiento entre 2 posiciones, mínimo de  $15^\circ$  a  $30^\circ$  y máximo de  $40^\circ$ ;
  - v) Resistencia de un mínimo de 0,5 kg. y un máximo de 2 kg.;
  - vi) Formas preferibles, las de bastón y para la aplicación de fuerza mayor es recomendable la forma de estrella de cuatro puntas, evitándose en lo posible los redondos; y,
  - vii) Identificación, por la forma, el color y la posición. (7.2)
- d) Los volantes, son convenientes para ajustes continuos, lentos y precisos, de amplitud débil y que demanden la ejecución de una gran fuerza.

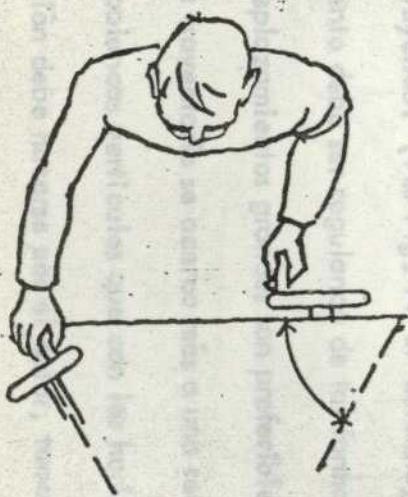
Los volantes funcionales se deben diseñar con las siguientes especificaciones:

- i) Diámetro mínimo 175 mm. y máximo 525 mm.;
- ii) Desplazamiento para rotaciones de menos de una vuelta de  $0^\circ$  en su mínimo y de un máximo práctico de  $60^\circ$  con un máximo absoluto de  $120^\circ$ ;
- iii) La resistencia mínima será de 2,5 kg. y la máxima de 15 kg. para una mano y de 25 kg. para dos manos;
- iv) La forma para desplazamiento superior a  $120^\circ$  debe ser circular y para inferiores, semicircular;
- v) La orientación para cargas pesadas debe estar con el eje paralelo al operador y en cargas livianas o medias, perpendicular a éste.

- vi) La identificación debe hacerse por el color;
  - vii) La empuñadura debe tener las siguientes medidas: Diámetro mínimo 18 mm. y máximo 50 mm. y ancho mínimo 150 mm. y máximo el que sea más conveniente.
  - viii) La forma debe ser moldeada de tal manera que pueda asegurar una mejor aprehensión.
- e) Las manivelas, son convenientes para ajustes continuos, rápidos, de gran amplitud y a todos los niveles de carga. (Ver figura Nº 36)

Las principales dimensiones de las manivelas son:

- i) Radio mínimo 12 mm., máximo para carga débil 112 mm. y para carga pesada 500 mm.;
- ii) Desplazamiento de dos vueltas o más;
- iii) Resistencia mínima de 1 kg., prefiriéndose una resistencia por inercia, la cual favorece la rotación del mando a velocidad constante; para rotaciones continuas y rápidas la resistencia del mando se debe situar entre 1 kg. y 2,5 kg., cuando el radio es pequeño (inferior a 45 mm.) y entre 2,5 kg. y 5 kg., cuando el radio es grande (hasta 100 mm.).
- iv) Diámetro mínimo del mango de 25 mm. para cargas ligeras y máxima de 75 mm. para cargas pesadas.
- v) Largo del mango, mínimo de 25 mm. y máximo de 75 mm.;
- vi) Resistencia del mango, que le permita girar libremente sobre su eje. (7.2)
- f) Las palancas. Son convenientes sobre todo para ajustes continuos de amplitud débil y a todos los grados de esfuerzo. Con respecto a las palancas, es necesario tener en

**POSICION DE LAS MANIVELAS "A" Y DE LOS VOLANTES "B"**

A

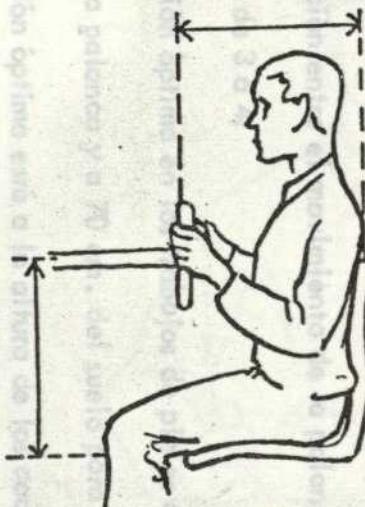
**PARA CARGAS  
LIGERAS**

v) Los volantes deben tener un diámetro mínimo de 15 cm. para que el giro sea más suave. Los volantes deben ser de tipo sólido y su diámetro óptimo es de 30 cm.

**PARA CARGAS  
PESADAS**

vi) Los volantes deben tener un diámetro mínimo de 15 o 25 cm. para que el giro sea más suave. Los volantes deben ser de tipo sólido y su diámetro óptimo es de 30 y 50 cm. para que el giro sea más suave. En este caso, el volante debe girar de impulsos. No se recomienda girar de impulsos con los dos manos un máximo de 15 kg. de carga en lugar de abriendo. (Ver FIG. N° 36)

- vii) Los volantes deben tener un diámetro mínimo de 15 cm. para que el giro sea más suave. Los volantes deben ser de tipo sólido y su diámetro óptimo es de 30 cm.
- viii) Los volantes deben tener un diámetro mínimo de 15 o 25 cm. para que el giro sea más suave. Los volantes deben ser de tipo sólido y su diámetro óptimo es de 30 y 50 cm. para que el giro sea más suave. En este caso, el volante debe girar de impulsos. No se recomienda girar de impulsos con los dos manos un máximo de 15 kg. de carga en lugar de abriendo. (Ver FIG. N° 36)
- ix) El desplazamiento angular debe ser lo menor posible. La velocidad angular debe ser la menor.
- x) La ejecución debe ser lo más rápida y sencilla como sea posible.



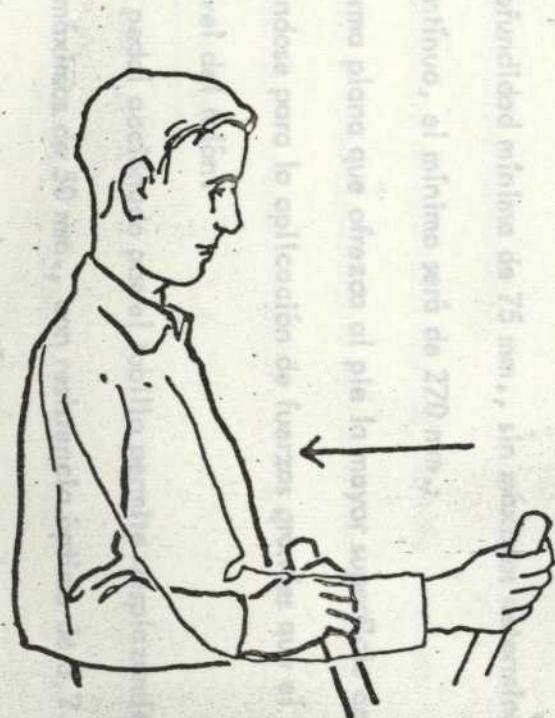
B

**PARA CARGAS PESADAS EL EJE DEBE ESTAR COLOCADO PARALELO AL OPERADOR; PARA CARGAS LIGERAS O MEDIANAS EL EJE DEBE ESTAR PERPENDICULAR AL OPERADOR**

cuenta que:

- i) Las agarraderas deben tener un diámetro mínimo de 38 mm. y máximo de 75 mm.;
- ii) El desarrollo, para que permita mayor precisión en un tiempo mínimo, debe guardar relación entre el movimiento de la palanca y el movimiento provocado, en términos de 3 a 4;
- iii) La posición óptima en los trabajos de pie es a la altura de los hombros para empujar una palanca y a 70 cm. del suelo para atraerla, en los trabajos sentado la posición óptima está a la altura de los codos; se ha observado que la posición sentado permite aplicar una fuerza mayor que la posición de pie;
- iv) La resistencia debe ser de tipo elástico y su óptimo correspondiente, a 1 kg.
- v) Los movimientos sagitales cuando son de una sola mano permiten un esfuerzo máximo de 15 a 25 kgs. y con las dos manos entre 30 y 50 kgs., también como máximo. En este tipo de movimiento la fuerza mayor se obtiene atrayendo en lugar de empujar. (Ver Fig. Nº 37 izquierda);
- vi) Los movimientos laterales, con una sola mano permiten un máximo de 10 kgs. y con las dos manos un máximo de 15 kgs.; se obtiene la mayor fuerza empujando en lugar de atrayendo. (Ver Fig. Nº 37 derecha);
- vii) El desplazamiento debe ser regulando de tal forma que se eviten los inferiores a 90°; para desplazamientos grandes son preferibles los mangos grandes de la palanca, cuya trayectoria se acerca más a una recta, obteniéndose la mayor amplitud con palancas verticales que con las horizontales;
- viii) La identificación debe hacerse por el color, tamaño, forma y posición. (7.2)

## MOVIMIENTOS DE LAS PALANCAS



EN LOS MOVIMIENTOS SAGITALES LA MAYOR FUERZA SE OBTIENE TIRANDO DE LA PALANCA

v) Los pedales, en vuelo permiten desplazamientos laterales, por ejemplo, tirando de la palanca lateralmente difícil no se logra el desplazamiento.



EN LOS MOVIMIENTOS LATERALES LA MAYOR FUERZA SE OBTIENE EMPUJANDO LA PALANCA

- v) El pedal acionado por la pluma permite desplazamientos laterales máximos de 100 mm., con resistencia mínima de 5 kgs., y máxima de 30 kgs. y
- v) El pedal acionado por la pluma permite desplazamientos laterales máximos de 100 mm., con resistencia mínima de 5 kgs., y máxima de 30 kgs. y

cual es de empleo frecuente; se puede anotar que para empleo ocasional existen otras formas de accionamiento.

g) Los pedales, se suelen preferir sobre todo para la aplicación de grandes fuerzas y la ejecución de movimientos continuos; su accionamiento exige mucho espacio, es menos preciso y menos rápido que el de los mandos manuales y su identificación es comparativamente difícil; no debe acudirse a estos mandos, sino cuando el trabajo lo exige estrictamente, por ejemplo, cuando las manos están ocupadas, cuando se debe aliviar el trabajo muscular de los brazos, cuando la fuerza del brazo es insuficiente, o cuando la acción sobre el pedal entraña la puesta en marcha de un mecanismo, en cuyo caso se deben preferir los pedales oscilantes o las barras accionadas por las rodillas; deben preverse varios pedales para permitir variar la posición del cuerpo, por ejemplo, un pedal para posición de pie y otro para trabajar sentado.

Las principales dimensiones y formas de los pedales son:

- i) Ancho de 90 mm. como mínimo y sin máximo establecido.
- ii) Profundidad mínima de 75 mm., sin máximos determinados, pero para empleo continuo, el mínimo será de 270 mm.;
- iii) Forma plana que ofrezca al pie la mayor superficie de apoyo posible, recomendándose para la aplicación de fuerzas grandes que el pedal tenga una barra al nivel del talón.
- iv) El pedal accionado por el tobillo permite desplazamientos mínimos de 12 mm. y máximos de 50 mm., con resistencia óptima de 3,2 a 4,5 kgs. y máxima de 5 kgs. y es de empleo continuo.
- v) El pedal accionado por la pierna permite desplazamientos mínimos de 12 mm. y máximos de 100 mm., con resistencia mínima de 5 kgs. y máxima de 30 kgs., e

cual es de empleo frecuente; se puede anotar que para empleo ocasional existen de hasta 100 kgs. de resistencia; la inclinación de pedales impone guardar un ángulo mínimo de 90° y máximo de 130° entre la tibia y el pedal en los accionados por el tobillo y cercano a 90° para los accionados por las piernas.

Cuando la acción sobre el pedal debe provocar una regulación continua, la mayor precisión se obtiene en posición sentado, con la pierna formando un ángulo de 120° con el muslo. (Ver Fig. N° 38 letra A). Cuando se trata de los pedales accionados por el tobillo y cuando la acción sobre el pedal sirve para ejercer un esfuerzo (Ver Fig. N° 38 letra B), la mayor eficiencia se obtiene en posición sentado, con el pedal situado al nivel del asiento y las piernas ligeramente flexionadas. (7.2)

## 12. EL ESFUERZO SENSORIAL

Este tipo de esfuerzo corresponde al que realizan los sentidos humanos directa, indirectamente o en forma combinada.

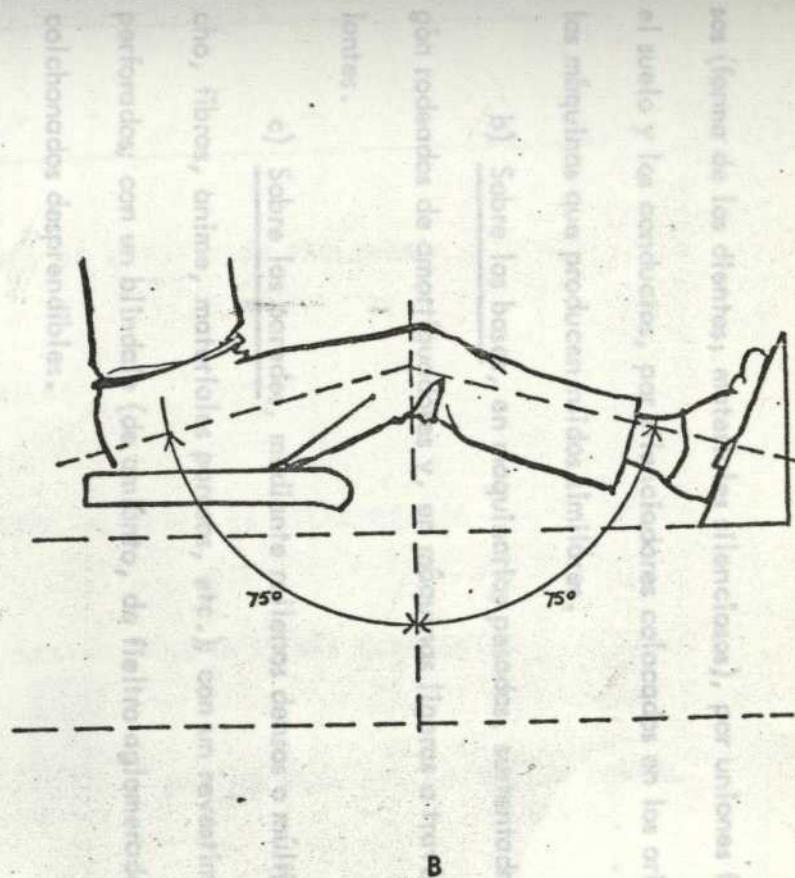
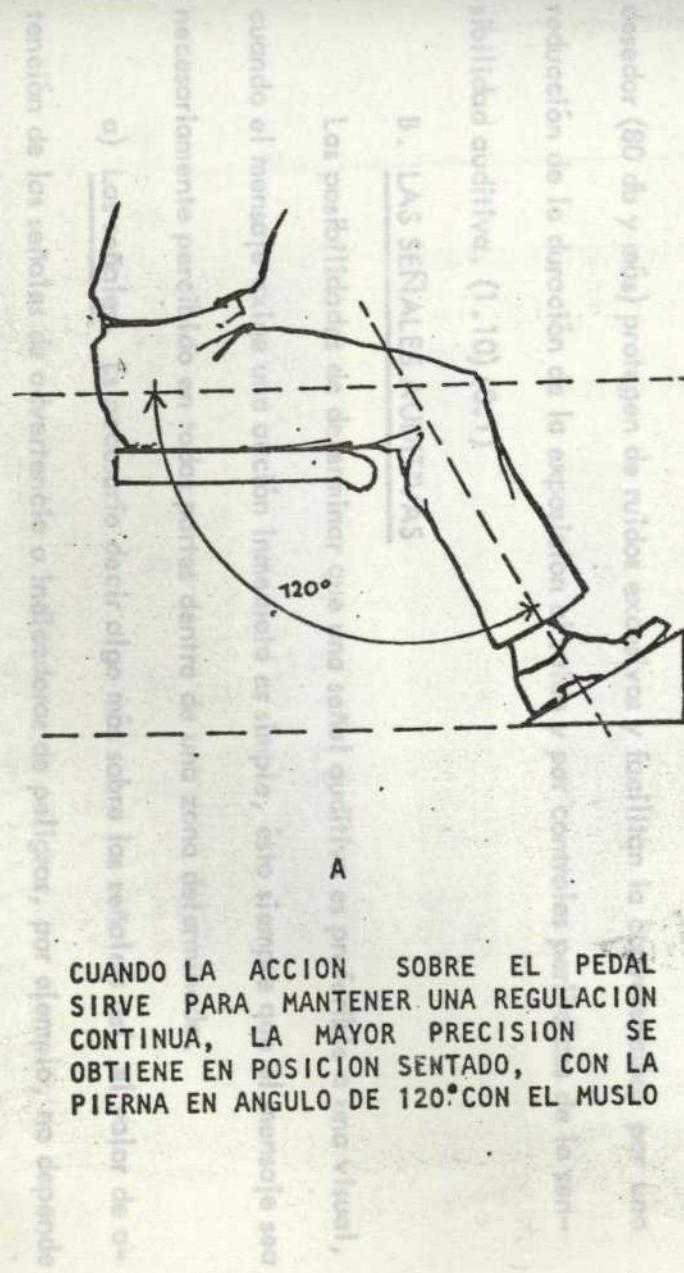
El tratamiento de este tema implica, no sólo la relación causa-efecto entre el respectivo sentido y su correspondiente estímulo, sino también los correctivos o alivios del individuo sometido al esfuerzo sensorial. (1.13) (1.14)

### A. EL RUIDO

La demostración de que un ruido intenso y prolongado provoca a la larga un deterioro del oído (Ver figura N° 39), conlleva acciones a tomar que deben orientarse:

- a) Sobre la máquina, mediante la desonorización de los carters, por revestimientos (fieltro, mastique blando debajo del barniz), por capotes y envolturas aislantes, por engrases y una supervisión del desgaste, por juntas antivibratorias, por engranajes silencio-

## POSICION DE LOS PEDALES



sos (forma de los dientes, materiales silenciosos), por uniones flexibles entre la máquina, el suelo y los conductos, por silenciadores colocados en los orificios y agrupando aparte las máquinas que producen ruidos similares.

b) Sobre las bases, en maquinarias pesadas, sustentadas sobre montajes de hormigón rodeados de amortiguadores y, en máquinas ligeras a través de ventosas y tapices aislantes.

c) Sobre las paredes, mediante rellenos densos o múltiples (lana de vidrio, corcho, fibras, anime, materiales porosos, etc.); con un revestimiento de materiales duros perforados; con un blindaje (de amianto, de fieltro aglomerado); y por la adición de colchonados desprendibles.

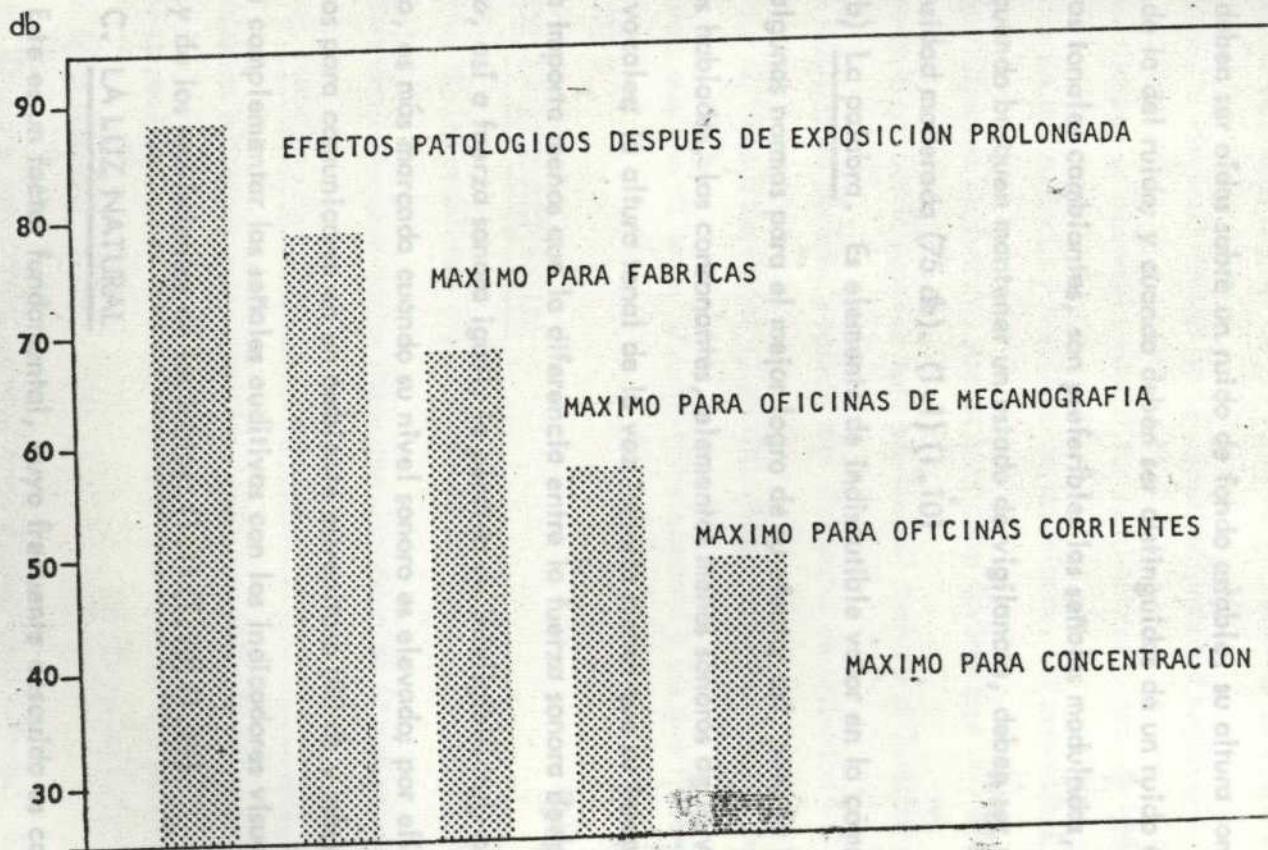
d) Sobre el individuo, es posible usando un casco en los ambientes en extremo ruidosos; tapones en las orejas o protectores de orejas, los cuales, en un ambiente ensor desedor (80 db y más) protegen de ruidos excesivos y facilitan la conversación; por una reducción de la duración de la exposición al ruido y por controles periódicos de la sensibilidad auditiva. (1.10) (8.1)

## B. LAS SEÑALES AUDITIVAS

Las posibilidades de determinar que una señal auditiva es preferible a una visual, cuando el mensaje exige una acción inmediata es simple, ésto siempre que el mensaje sea necesariamente percibido en todas partes dentro de una zona determinada.

a) Las señales. Es necesario decir algo más sobre las señales; así, el valor de atención de las señales de advertencia o indicadoras de peligros, por ejemplo, no depende sino de su intensidad, por lo que si las señales deben cubrir grandes distancias o bordear

## LIMITES ADMISIBLES DEL SONIDO



L. Lumen).

es un ruido de fondo, es necesario que sean complejos de sonidos crean si deben ser identificadas  
dificultos, es necesario que sean complejos de sonidos crean si deben ser identificadas

por identificación por sucesos tales como toques, golpes, etc., pero si los  
sonidos son sencillos, es más difícil distinguirlos entre sí. La diferencia entre el ruido de fondo y el ruido  
de un ruido de fondo sencillo y  
el ruido de un ruido de fondo complejo es que el ruido de fondo sencillo es  
muy fácil de distinguir, mientras que el ruido de fondo complejo es más difícil de distinguir.

En el caso de la concentración mental, el ruido de fondo contribuye más  
que el ruido de fondo sencillo. Los ruidos de fondo sencillos contribuyen más  
que los ruidos de fondo complejos. Los ruidos de fondo complejos contribuyen más  
que los ruidos de fondo sencillos.

La concentración mental es más difícil de mantener en la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-  
ponde bien a la concentración, pero res-

obstáculos, es necesario que sean compuestas de sonidos graves; si deben ser identificadas en un ruido de fondo, es necesario preferir los sonidos complejos que se prestan a una mejor identificación por su timbre, tales como toques de campana, gong, etc.; pero si las señales deben ser oídas sobre un ruido de fondo estable, su altura tonal debe diferir lo más posible de la del ruido; y cuando deben ser distinguidas de un ruido de fondo conjunto y de alturas tonales cambiantes, son preferibles las señales moduladas, por ejemplo las sirenas, y cuando busquen mantener un estado de vigilancia, deben ser repentinamente agudas y de intensidad moderada (75 db). (1.1) (1.10)

b) La palabra. Es elemento de indiscutible valor en la comunicación, pero requiere algunas normas para el mejor logro de su efecto; así, para la inteligibilidad de los mensajes hablados, las consonantes, elementos menos sonoros de la voz, contribuyen más que las vocales; la altura tonal de la voz importa menos que su intensidad; la intensidad absoluta importa menos que la diferencia entre la fuerza sonora de la voz y la del ruido de fondo, así a fuerza sonora igual, la pérdida de inteligibilidad, causada por el ruido de fondo, es más marcada cuando su nivel sonoro es elevado; por ello es necesario llevar audífonos para comunicarse en un ambiente estrepitoso (80 db y más) y mirar al interlocutor para complementar las señales auditivas con los indicadores visuales que vienen de la mimica y de los movimientos de los labios. (1.1) (1.10) (1.19)

### C. LA LUZ NATURAL

Este es un factor fundamental, cuyo frecuente descuido es causa de muchos problemas. Como es sabido la claridad se mide por la unidad LUX, que cuantifica la claridad de una superficie; normalmente la claridad exterior alcanza más de 5000 LUX ( 1 Lux =  $\frac{1 \text{ Lumen}}{\text{m}^2}$  ).

que bri El mejor provecho de esta fuente gratuita de energía se logra con claraboyas en el techo, ventanas cuya superficie debe igualar por lo menos un cuarto del área del suelo y asegurando la limpieza regular de las superficies cubiertas de vidrio.

luminosidad Como la claridad natural varía considerablemente según el momento del día y el estado del tiempo, es necesario estabilizar su nivel con aleros de vidrio o de lámina, cortinas claras en las ventanas y persianas en las mismas. Es conveniente recordar que la luz directa no difundida deslumbra, por lo cual debe favorecerse una iluminación uniforme, con ventanas cuyo borde superior esté próximo al techo y el inferior más elevado que el plano de trabajo; en paredes y techos con elementos de reflexión elevada (colores claros); con aleros, cortinas o persianas y, en fin, disponiendo los puestos de trabajo de frente a las ventanas que dan al norte, y perpendicularmente a las que tienen otras orientaciones.

(1.6) (4.8)

#### D. LA LUZ ARTIFICIAL

Uno de los problemas ergonómicos de la iluminación artificial es su adaptación al género de trabajo; veamos varios casos que dependen de la naturaleza del trabajo:

a) Trabajos sobre detalles minúsculos y fuertemente contrastados. Cuando estos trabajos reclaman esfuerzos muy sostenidos, como por ejemplo los trabajos de montajes finos y los que se realizan sobre textiles, requieren una luminosidad particular de más de 1200 Lux para cada puesto.

b) Trabajos sobre detalles muy finos y poco contrastados. Cuando estos trabajos reclaman esfuerzo sostenido, como por ejemplo los de pequeña mecánica, lectura de cuadrantes o de calibradores, costura, etc., se requiere una luminosidad de 600 a 1200 Lux,

que brinde claridad particular para cada puesto.

c) Los trabajos sobre detalles finos y muy contrastados que reclaman esfuerzo sostenido, como por ejemplo los trabajos de escritura, lectura, dibujo, etc., requieren una luminosidad de 240 a 600 Lux que ofrezca claridad localizada en lámparas de techo directamente encima de la cabeza.

d) Los trabajos sobre detalles finos o medianos, bien contrastados que no requieren un esfuerzo sostenido, como por ejemplo en corredores, lavabos, comedores, etc., pueden utilizar una luminosidad de 60 a 240 Lux y permiten una claridad general.

Pero no basta con una claridad adecuada, sino que es necesario "disponer juicio sadamente las fuentes de iluminación". Así, es necesario evitar contrastes violentos sobre el campo de observación y sobre la periferia, elevando el nivel de claridad general preferiblemente con paredes claras; el contraste máximo debe ser de 10 a 1; por otra parte, es necesario evitar la titilación en los tubos fluorescentes.

Es particularmente importante, a fin de mantener condiciones adecuadas de iluminación, evitar los reflejos directos por medio de iluminación indirecta, ya sea proveyendo los tubos de difusores y de pantallas protectoras o colocando las fuentes de iluminación a más de  $60^{\circ}$  sobre la dirección principal de la mirada. Es necesario, asimismo, evitar los reflejos indirectos, colocando las lámparas bastante lejos del techo, sirviéndose de fuentes de luz difusas, disponiendo las fuentes de luz de manera que formen un ángulo diferente con el plano de trabajo, al que tienen con la dirección normal de la mirada, y pintando los objetos de colores mates.

Finalmente, es conveniente evitar el desperdicio de luz manteniendo una claridad constante, lo que se logra entre otras formas limpiando las fuentes por lo menos cuatro

veces al año; prefiriendo las luces compuestas que se acercan a la claridad natural (luz del día, luz blanca) a las luces de color puro o blanco puro y reemplazando inmediatamente los tubos usados, reconocibles por el parpadeo de las extremidades. (1.6) (9.1)

### E. EL COLOR

El rendimiento del trabajador está ligado directamente a los problemas del uso de colores, por lo que se acepta definitivamente que éstos, en fábricas y oficinas, favorecen la producción cuando son utilizados adecuadamente.

Se ha observado con frecuencia, que la claridad está por debajo de las normas para un rendimiento óptimo, por lo cual se recomienda la utilización de colores con elevado factor de reflexión, tal como lo muestra la tabla N° 8 que sigue.

TABLA N° 8

#### RELACION ADECUADA DE COLORES

Región de la Sala	Tonalidad	Color	Factor de Reflexión
Cielo raso	Muy clara	Blanco, crema	Más de 70%
Parte alta de las paredes	De muy clara a clara	Verde pálido, beige, ocre	55%
Parte baja de las paredes	Clara	Verde, castaño, azul	50%
Máquinas	De clara a mediana claridad	Amarillo, verde claro, azul claro	50%
Piso	Mediana claridad	Castaño, verde	15 - 30%

Es conveniente tener presente que el color contrastado de un objeto permite advertirlo rápidamente; por lo tanto, se deben crear contrastes de color entre el objeto y el fondo y, siempre que sea posible, el objeto se debe destacar en claro, por ejemplo, la parte central móvil o importante de la máquina, más clara que el soporte; asimismo, el contraste de colores será soportado mejor por el organismo que el de luces; por lo tanto, donde sea necesario se deberá aumentar el contraste cromático y disminuir el luminoso.

Entre los efectos positivos del color adecuado o ventajas más notables, es posible señalar los siguientes:

a) Con respecto al ambiente, el color influye sobre el confort afectivo y, por lo tanto, se debe crear un ambiente cromático armonioso y tonificante, el cual, para las grandes superficies, corresponde a colores elevados y cálidos; para pequeñas superficies, a colores vivos y frescos; para trabajos repetitivos, a colores estimulantes y para trabajos intelectuales, a colores suaves.

b) Con respecto a la limpieza, es conocido que los colores "no ensuciadores" no tienen jamás apariencia propia, mientras que los colores claros incitan a la limpieza y la facilitan; por ello, se deben pintar las máquinas de colores claros que tengan un factor de reflexión de 50% en promedio, por ejemplo: de amarillo, verde claro, azul claro y castaño claro; la parte central de la máquina es conveniente pintarlo de verde claro, gris muy claro y variedades de beige.

c) Con respecto a la seguridad, es importante el color ya que puede adquirir significado y servir de símbolo (de señal), así por ejemplo: el amarillo indica peligro mecánico para advertir sobre pieza cortante, saliente, móvil, explosiva; el anaranjado indica peligro térmico para advertir pieza caliente; el rojo indica alarma para señalar peligro de

incendio, lucha contra el fuego, etc.; el verde indica seguridad y salvamento, para orientar sobre salidas de seguridad, local y material de primeros auxilios, etc.; y el azul significa advertencia, indicación para recordar no tocar, no virar, cerrar con precaución, etc.  
(1.6) (1.14) (4.8)

#### F. EL ARREGLO VISUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

Existen algunos procedimientos recomendables para la disposición de los puestos de trabajo que es conveniente tener presentes, entre los cuales debemos anotar:

- a) Maximizar el contraste entre el objeto y su fondo inmediato, escogiendo el fondo más claro o más oscuro posible y dirigiendo una pincelada luminosa sobre el objeto, de manera de ponerlo en relieve por el contraste de sombras y luces.
- b) Determinar la luminosidad del fondo, lo que implica establecer el coeficiente de reflexión del objeto y del fondo (ver tabla N° 9 más adelante); establecer el contraste entre el objeto y su fondo para lo cual puede emplearse la fórmula  $C = 100 \frac{(R_1 - R_2)}{R_1}$  donde C = Contraste y R = Coeficiente de reflexión; establecer la luminosidad del fondo en ASB, que es la unidad de luminosidad de superficie y cuyo aparato de medición es el posómetro (1 asb = 1 Apostilb = unidad de luminosidad de una superficie). A estos efectos la tabla N° 10, que aparece más adelante, es claro indicador, aunque es conveniente también no olvidar el contraste entre el objeto, el fondo y la magnitud de los detalles que deben obscurecerse; y, finalmente, establecer la claridad (E) requerida por el puesto de trabajo por medio de la fórmula  $E_{lux} = 100 \frac{\text{Luminosidad}_{asb}}{\text{coeficiente de Reflexión } R}$  del fondo), donde: luminosidad = L, por ejemplo: objetos de 1 mm. y un factor de reflexión R = 40% a controlar visualmente sobre un fondo de papel blanco (R = 80%). Tene-

mos entonces que  $C = 100 (80 - 40/80) = 50$ . Como los objetos de 1 mm. de tamaño, tienen  $L = 300$ , tendremos que  $E = 100 (300/80) = 375$  lux.

c) Determinar la luminosidad del ambiente, sobre la base de que el ambiente debe ser más oscuro que la zona de trabajo; de que se debe crear un ambiente progresivamente más sombreado que la zona de trabajo y de que la luminosidad del ambiente no debe ser más de diez veces inferior a la de la zona central, sin olvidar la utilización de color cuando se quiere crear un grado conveniente de luminosidad. (1.6) (4.8) (9.1)

TABLA N° 9

FACTORES DE REFLEXION EN %

Factor de Reflexión %	Color y Materiales	Factor de Reflexión %	Color y Materiales
5	Negro mate	55	Acero brillante, papel de periódico
10	Granito, calzada asfaltada	60	Arce, abedul, mármol blanco
15	Tinta de imprenta	65	Cromo o cubierta pulida brillante
20	Caoba, nogal	70	Esmalte blanco
25	Azul, calle pavimentada	75	Marfil, latón pulido brillante, aluminio
30	Rojo, verde, azul, hormigón	80	Blanco de cerusa, papel de dibujo blanco
35	Castaño, verde, tejas nuevas	85	Papel blanco de alta calidad
40	Madera cruzada	90	Plata pulida brillante
45	Hormigón nuevo, mortero claro	95	Yeso blanco
50	Amarillo, zinc pulido		

TABLA N° 10

v) La disposición de los cifras debe hacerse de izquierda a derecha e, cuando sea necesario, de arriba abajo.

LUMINOSIDAD DEL FONDO EN ASB

Contraste número de fondo	Tamaño de los detalles a observar				
	0,02 mm.	0,05 mm.	0,2 mm.	1 mm.	2 mm.
0 a 20	9.700	4.300	2.050	950	440
20 a 40	5.400	2.540	1.170	550	260
40 a 60	3.100	1.500	670	300	150
60 a 80	1.750	790	370	170	80
80 a 100	970	450	210	100	45

G. LOS INDICADORES VISUALES

Aunque estos indicadores son variados y para distintos usos, es posible considerar principalmente los siguientes: contadores, cuadrantes y señales de advertencia.

a) Los contadores presentan las siguientes características:

- i) El tamaño de las cifras debe ser el mayor posible de tal manera que dentro de la "Regla del mínimo absoluto", la altura de las cifras en mm. deba igualar la distancia de la lectura en cm. dividida entre 25;
- ii) Las dimensiones de las cifras deben guardar la relación ancho-alto óptima que es del promedio de 3:5, salvo para las cifras 1 y 4;
- iii) El espesor de las cifras debe ser del 12,5% al 17% de la altura de las cifras.
- iv) El espacio entre las cifras estará comprendido entre el 10% y el 30% de su altura.

- v) La disposición de las cifras debe hacerse de izquierda a derecha o, cuando se requiera, de arriba abajo.
- vi) La situación del contador debe ser a ras de la superficie del cuadrante, para minimizar el paralejo, o posición aparente de la aguja con relación al sitio donde se le observe.
- b) Los cuadrantes, presentan las siguientes características:
  - i) La progresión de los números debe ser de abajo hacia arriba, de la derecha a la izquierda, o en el sentido de las agujas del reloj;
  - ii) La disposición de los números debe ser tal que la aguja se encuentre lo más frecuentemente posible en la parte izquierda y superior del cuadrante;
  - iii) El color de los números debe ser idéntico al de las graduaciones;
  - iv) La posición de los números debe ser de preferencia vertical;
  - v) El espesor de los números será aproximadamente igual al de las graduaciones principales;
  - vi) La forma de la aguja es preferible simple y sin adornos;
  - vii) La longitud de la aguja es conveniente que termine a ras de las graduaciones menores, sin recubrirlas; el otro extremo no debe sobrepasar el centro del cuadrante y es conveniente maximizar la parte visible de la aguja;
  - viii) El espesor de la aguja debe ser igual en su extremo al de las graduaciones menores;
  - ix) El color de la aguja será idéntico al de las graduaciones;
  - x) El color del cuadrante conviene con un fondo uniforme, sin inscripciones superfljas, contrastando lo más posible con el de la aguja y con el de la escala

de graduaciones;

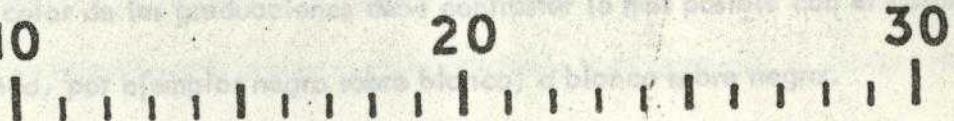
- xii) La parte móvil debe limitarse a la aguja prefiriendo los cuadrantes fijos de aguja móvil, en particular si el cambio de indicación es rápido y se busca estimar las tasas de cambio;
- xiii) La graduación de la escala se recomienda hacerla de 1 en 1, de 5 en 5, o si es necesario de 2 en 2 (o fracciones o múltiplos de estos números), o sea que cada subdivisión tenga un valor de 1, de 2, o de 5. (Ver Fig. N° 40);
- xiv) La numeración de la escala es conveniente hacerla en valores, si es posible de 1 en 1, si no de 2 en 2 o de 5 en 5 (o fracciones o múltiplos de estos números), o sea que cada división esté representada en cifras con valores de 1, de 2, o de 5. (Ver Fig. N° 40);
- xv) Las graduaciones menores deben ubicarse mayormente entre las graduaciones principales, pero no más de 9 y el espacio mínimo entre 2 graduaciones menores será de 1 mm. cuando menos. (Ver Fig. N° 40);
- xvi) Las interpolaciones de lecturas deben evitarse, salvo en el caso de lectura "al vuelo", donde interpolaciones de 2 o 5 son admisibles;
- xvii) La longitud de las graduaciones debe establecerse de modo que las principales tengan del 4% al 5% de la longitud de la escala y las menores approximadamente 50% de la longitud de las graduaciones principales. (Ver Fig. N° 40);

FIG: 40

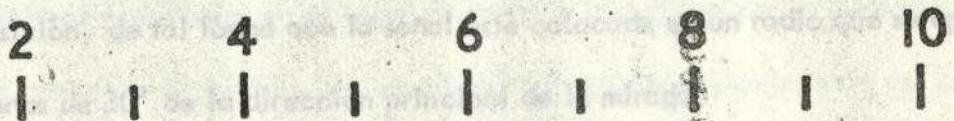
(III) El espacio entre las graduaciones debe ser menor en líneas del 12,2% al 14,5% de la anchura de la línea.

### LOS INDICADORES VISUALES

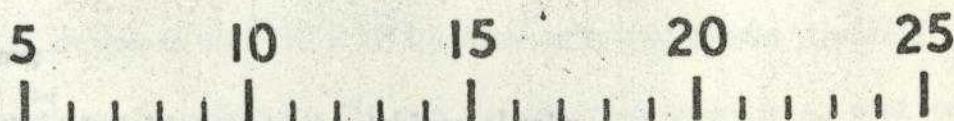
NUMERACION DE 1 EN 1



DE 1 EN 1

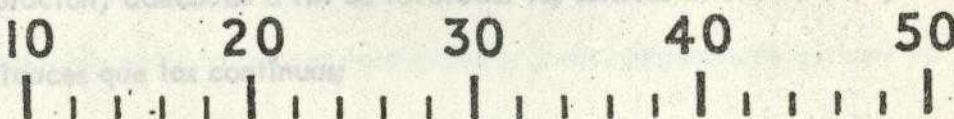


DE 2 EN 2

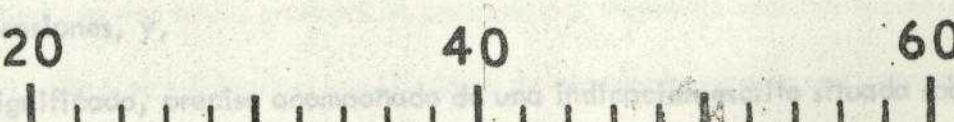


DE 5 EN 5

NUMERACION DE 2 EN 2



DE 1 EN 1

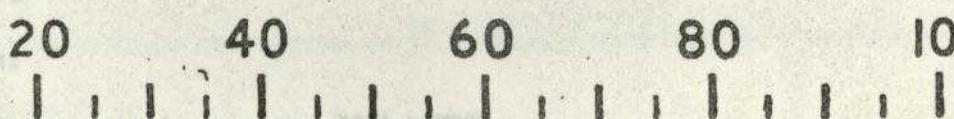


DE 2 EN 2

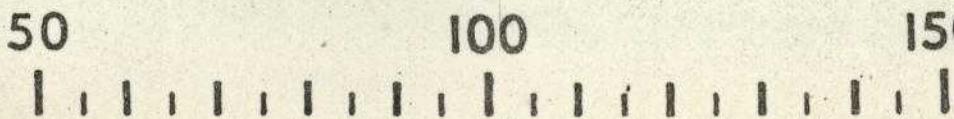
NUMERACION DE 5 EN 5



DE 1 EN 1



DE 2 EN 2



DE 5 EN 5

xviii) El espacio entre las graduaciones debe situarse en términos del 12,2% al 14,3% de su longitud en las menores y de entre el 66% y 100% del ancho de las principales. (Ver Fig. N° 40);

xix) El color de las graduaciones debe contrastar lo más posible con el color del fondo, por ejemplo: negro sobre blanco, o blanco sobre negro.

c) Las señales de advertencia, deben establecerse de acuerdo a consideraciones de:

i) Posición, de tal forma que la señal esté colocada en un radio que se aparte menos de 30° de la dirección principal de la mirada;

ii) Luminosidad que sea de dos a cincuenta veces superior a la del ambiente próximo;

iii) Color, definitivamente se establece el rojo;

iv) Duración, adecuada a fin de favorecer las señales intermitentes que son más eficaces que las continuas;

v) Tamaño variable aunque no es necesario que las señales sean de grandes dimensiones, y,

vi) Significado, preciso acompañado de una indicación escrita situada sobre la señal o en su inmediata proximidad. (7.1) (1.6) (4.14)

### 13. EL CONFORT FISICO

Para los efectos del rendimiento del individuo, no sólo es una aspiración sino una obligación el logro del bienestar físico, entre otras formas manteniendo un medio ambiente, que permita:

- Una humedad relativa entre 30% y 70%;

- Una temperatura del aire, que sea, en verano de  $22^{\circ}$  a  $24^{\circ}$  C, ideal para Venezuela, y, en invierno de  $20^{\circ}$  a  $22^{\circ}$  C, para aquellos países con régimen completo de estaciones; y
- Un movimiento de aire entre 4 m/min. y 8 m/min.

Asimismo, se recomiendan algunas reglas prácticas para mantener el confort físico, como elevar el nivel de humedad con un humidificador; reducir la humedad relativa con ventilación; disponer de hidrómetro en el local de trabajo; homogeneizar la temperatura del local; bajar la temperatura relativa con ventilación y reducir el movimiento de aire en baja temperatura; tener en cuenta la naturaleza del trabajo: (Sedentario:  $19^{\circ}$  C a  $21^{\circ}$  C, ligero de pie:  $18^{\circ}$  C; pesado de pie:  $15^{\circ}$  C a  $19^{\circ}$  C); tener en cuenta el sexo y la edad del personal (las temperaturas de confort son  $1^{\circ}$  C más elevadas para las mujeres y para las personas mayores de 40 años); finalmente, en verano o en ciudades de climas tropicales debe hacerse una comparación entre la temperatura exterior y las temperaturas óptimas ya que el contraste con la exterior no debe sobrepasar los  $4^{\circ}$  C.

En definitiva, es necesario proteger al personal por medio de vestidos aislantes (contra el calor: vestidos aluminizados, ventilados o de algodón), cuando sea necesario y debe evitarse el calentamiento de los locales captando el calor en su fuente; no hay que olvidar que la regulación del movimiento de aire es la intervención más económica y más eficaz, que permite corregir los excesos de temperatura y de humedad. En síntesis, hay que tener en cuenta la naturaleza del trabajo a los efectos de la ventilación que será máxima, para trabajos sedentarios de 12 m/min. y para trabajos muy finos de 6 m/min. (4.1) (4.10) (3.9)

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

### 1.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Este capítulo pretende, en primer término, hacer un resumen de los aspectos más relevantes del trabajo, capítulo por capítulo; y después ir mostrando conclusiones generales dentro del contexto de la tesis planteada y que van derivándose de la lectura de cada uno de ellos.

En cierto modo las conclusiones presentadas definitivamente en este capítulo son, por llamarlo así, un resumen de conclusiones puesto que han venido siendo expuestas explícitamente o implícitamente al tratar cada uno de los temas a lo largo del estudio.

Finalmente, se pretende esencialmente incorporar algunas cuestiones que no se destacan

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

expresamente en el texto hasta aquí presentado, para no perder el hilo de la exposición, pero que complementan necesariamente el alcance general del tema.

### 2. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO I: ERGONOMIA: INTRODUCCION, HISTORIA Y RELACIONES CON OTRAS DISCIPLINAS

Desde una explicación etimológica del concepto hasta sus relaciones más actualizadas con las distintas disciplinas vinculantes se analizan en este capítulo el contenido y antecedentes de la Ergonomía.

#### A. SECCION N° 1. INTRODUCCION

Cuando la Ergonomía llega a su mayoría de edad, es K.H.P. Murrell quien asume la tarea de lograr una formulación etimológica que distingue el rigor científico de esta nueva disciplina y así lo define como la ley natural del trabajo y la bautiza Ergonomía,

## del griego ergon que significa RESUMEN Y CONCLUSIONES "El adjetivo es ergonómico

y el profesional ergonomista". Es la ley natural del trabajo y no la ley que rige los relo-

### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Este capítulo pretende, en primer término, hacer un resumen de los aspectos más relevantes del trabajo, capítulo por capítulo, y al mismo tiempo ir mostrando conclusiones generales dentro del contexto de la tesis planteada y que van derivándose de la lectura de cada uno de ellos.

En cierta forma las conclusiones presentadas definitivamente en este capítulo son, por llamarlo así, un resumen de conclusiones puesto que han venido siendo expuestas explícita o implícitamente al tratar cada uno de los temas a lo largo del estudio.

Finalmente, se pretende asimismo incorporar algunas cuestiones que no se destacan expresamente en el texto hasta aquí presentado, para no perder el hilo de la exposición, pero que complementan necesariamente el alcance general del tema.

### 2. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO I: ERGONOMIA: INTRODUCCION, HISTORIA Y RELACIONES CON OTRAS DISCIPLINAS

Desde una explicación etimológica del concepto hasta sus relaciones más actualizadas con las distintas disciplinas vinculantes se analizan en este capítulo el contenido y antecedentes de la Ergonomía.

#### A. SECCION N° 1. INTRODUCCION

Cuando la Ergonomía llega a su mayoría de edad, es K.H.F. Murrell quien acomete la tarea de lograr una formulación etimológica que cimiente el rigor científico de esta nueva disciplina y así lo define como la ley natural del trabajo y la bautiza Ergonomía,

del griego ergon que significa trabajo y nomos, ley natural. "El adjetivo es ergonómico y el profesional ergonomista". Es la ley natural del trabajo y no la ley que rige las relaciones entre los trabajadores y los empleadores, sino los principios que regirán las relaciones entre el trabajo y el trabajador.

Con el tiempo y al penetrar en el estudio de esta ya conformada disciplina, empiezan a derivarse nuevas definiciones y conceptos que contemplan desde el espíritu social que la envuelve y consideraciones de tal grado de aproximación tecnológica, como la del ajuste en las relaciones hombre-máquina, hasta la concepción operativa que le conforma una definición que en sí consolida la permanencia de la Ergonomía como elemento básico para el desarrollo, porque desde este ángulo se la define como "la aplicación conjunta de determinadas ciencias biológicas, sociales y de la ingeniería para lograr la óptima adaptación del hombre a su trabajo, y viceversa, con el propósito de aumentar el rendimiento del trabajador y contribuir a su bienestar personal, dentro de su actividad económica fundamental".

#### B. HISTORIA

Si se analiza con detenimiento la evolución del factor humano dentro de la Historia de la Producción, es posible llegar a patéticas conclusiones que nos conducen a aceptar que el primer gran período de su desarrollo se cierra en los albores de la Revolución Industrial con el fin de la llamada etapa de la producción manufacturera. A partir de la Revolución Industrial y con los esfuerzos de los precursores y creadores de nuevas disciplinas en el campo de las ciencias sociales y biológicas aplicadas al trabajo, se conforma lo que pudiera considerarse la época de la toma de conciencia de las relaciones entre el

hombre y su trabajo. No sólo se abren los ojos a una nueva dimensión en el ámbito de la producción, sino que el consumo empieza a jugar desde entonces el papel dominante que habrá de ejercer a través de la historia y que le consagra el reinado de nuestro tiempo, originando consecuentemente su interdependencia con todo el vasto campo de la economía monetaria.

Es esta la época de los precursores de la Economía (Smith, Ricardo y Stuart Mill, entre otros), en la que coincide también la existencia del precursor de la Ergonomía Charles Turner Thackrah (1795-1833).

A partir de este momento histórico se abre un gran paréntesis en donde los logros no guardan ninguna proporción con lo alcanzado en la etapa anterior, ni con el desarrollo para entonces de la humanidad, pese a un gran auge infraestructural y de algunas invenciones que serán perfeccionadas plenamente en el siglo XX.

La tercera gran etapa se inicia con la primera guerra mundial y alcanza su momento después de la segunda gran conflagración. Es la era de los avances que configuran la más grande época del desarrollo para la producción, realizada por el hombre. Surge el Movimiento de Productividad que conforma los llamados milagros (milagro alemán, japonés, inglés, italiano, etc.), que convierten de nuevo a países de economías destruidas en países de influencia mundial; es la época de la concientización de la investigación y racionalización tecnológicas. Las grandes potencias con Estados Unidos a la cabeza, hacen fabulosas inversiones mejorando procesos, construyendo equipos y sustituyendo no sólo los recursos de la naturaleza sino al propio recurso humano por otros transformados por el hombre, a partir de la física, de la química y la mecánica; es la época del más grande

desarrollo de la ingeniería con aplicaciones a la producción. Finalmente, es la etapa consciente y científica que da nacimiento a una nueva era, la de la Ergonomía.

Es tal la importancia de la segunda guerra mundial en todo este proceso que se suele decir "que si la segunda guerra mundial no hubiese estallado en 1939, es dudoso que la Ergonomía, como tal, pudiera existir hoy día". Por otra parte, la compleja organización y las violentas transformaciones que ocurrieron, conducen a pensar que la operación de ordenar una guerra dentro de esos lineamientos equivale a hacer una revolución industrial en un período dramáticamente corto.

En la Sección Nº 2 del Capítulo I, se mencionan algunas aportaciones individuales o institucionales que han sido fundamento de la Ergonomía, valdría la pena completarlas con una breve información de las actividades contemporáneas nacionales más resaltantes. Así, por ejemplo, en Francia, Irlanda, Reino Unido, Suiza y otros países, los sindicatos han organizado algunos seminarios para que sus miembros se familiaricen con los principios fundamentales de la Ergonomía. Dichas conferencias de información fueron en algunos casos patrocinadas conjuntamente por las organizaciones de ambas partes y diferentes especialidades interesadas en los problemas ergonómicos. Las universidades, las escuelas técnicas y los centros de investigación han creado cursos de estudios sobre esta cuestión. Por ejemplo, en años pasados, el Instituto del Trabajo de la Universidad Libre de Bruselas organizó un curso sobre Ergonomía para ingenieros, médicos y psicólogos del trabajo e inspectores de fábricas, con el fin de que estos especialistas adquirieran los conocimientos necesarios para adaptar mejor a los trabajadores las condiciones de trabajo en sus respectivas fábricas y contribuir al movimiento internacional que se está desarro-

llando. En ese curso de dos años se estudian la organización, la fisiología y la estadística del trabajo, concediéndose un diploma especial a quienes lo completen satisfactoriamente. En la Universidad de Lieja se ha creado una cátedra de Ergonomía. En Inglaterra, las Universidades de Birminham y Bristol han organizado cursos sobre diversas cuestiones a cargo de investigadores especializados, y el Consejo Británico de la Productividad ha organizado una serie de seminarios en varias ciudades, habiéndose rodado una película sobre temas pertinentes. El Departamento de Investigación Científica e Industrial, después de haber realizado en Londres, en septiembre de 1960, una conferencia nacional de tres días de duración, incluyó en su programa a la Ergonomía en tres centros de investigación, y otras quince asociaciones de investigación anunciaron que iban a emprender diversos proyectos de estudio en el campo de las ciencias humanas. En otros países, los centros universitarios están llevando a cabo una labor análoga. Por último, la Agencia Europea de Productividad preparó una reunión de trabajo para las personas encargadas de los planes de estudio de las escuelas técnicas de los países europeos, que se celebró en Lieja en 1961.

Entre los numerosos centros de investigación que están efectuando trabajos sobre diversos aspectos de la Ergonomía, debe mencionarse el Instituto Max Planck de Fisiología del Trabajo de Dortmund.

En el Reino Unido, la Sociedad de Estudios Ergonómicos, y en Estados Unidos la Sociedad de Psicólogos del Trabajo y la Sociedad de Factores Humanos, están activamente dedicadas a estimular nuevas investigaciones, a coordinar los resultados ya obtenidos y a publicar informaciones, ya sea mediante conferencias o a través de sus revistas. No

cabe duda de que a raíz de la creación, en 1959, de la Asociación Internacional de Investigaciones Ergonómicas, con sede en Zurich, se fomentaron las relaciones entre los especialistas en estas diversas cuestiones, así como entre los centros nacionales de investigación; la citada Asociación celebró su primera conferencia internacional en Estocolmo, en 1961.

Las empresas, por su parte, han organizado reuniones de estudios para tratar los problemas planteados y las soluciones que ofrece la Ergonomía; por ejemplo, las "Journées de L'industrie", organizadas bajo los auspicios de Ébauches S.A. (una empresa de Neuchatel, Suiza), versaron en parte sobre estas cuestiones. Esta misma empresa ha publicado un manual sobre normas, principios y prácticas ergonómicas destinado a su personal de supervisión. En la República Federal de Alemania se ha creado un nuevo servicio especial para facilitar a los ingenieros información sobre temas relacionados con la adaptación del trabajo al hombre. La "Société Métallurgique d'Espérance-Longdoz", empresa siderúrgica belga, ha adoptado una forma de acción más precisa, creando un comité especial sobre Ergonomía, bajo la presidencia del médico jefe. Este comité estudió, durante su primer año de funcionamiento, muchos problemas específicos, desarrollando dentro de la empresa un programa educativo destinado a proporcionar a todos los interesados los conocimientos y la comprensión de principios ergonómicos que les sirvan de guía en sus trabajos. También ha redactado extensas normas destinadas a los proveedores de equipo de la empresa, a fin de que los equipos se fabriquen en el futuro con arreglo a los principios ergonómicos. En Francia, la Sección de Estudios Psicológicos de la Fábrica Nacional de Automóviles "Renault" ha emprendido diversos estudios ergonómicos en relación con la fabricación de vehículos automotores, mientras que la Sección de Condi-

ciones de Trabajo y Seguridad, de la misma empresa, cuenta con un equipo de personal formado por ingenieros, psicólogos y fisiólogos.

Debe también hacerse mención de las actividades que en este dominio de la Ergonomía han desarrollado en el Reino Unido organismos de investigación industrial, tales como la Asociación Británica de Investigaciones Siderúrgicas, cuyo departamento de Ergonomía ha realizado algunos estudios de gran utilidad, entre ellos el diseño de cabinas para las grúas móviles, y la Asociación de Investigaciones de la Industria del Calzado, que cuenta entre su personal, con un ergonomista que trabaja durante toda la jornada. Determinado número de importantes organizaciones del centro del país están utilizando actualmente los servicios de un asesor ergonómico.

Para 1974 son pocas las universidades y las organizaciones profesionales y científicas que no le dan expresa atención a la Ergonomía con tratamiento autónomo o vinculado a otras nuevas disciplinas; como ejemplo puede citarse, para no abundar más en el tema, el caso de la Universidad de Tecnología (University of Technology) de Loughborough, Inglaterra, donde funciona un Departamento de Ergonomía y Cibernetica y donde se dictan cursos extensivos y cursos informativos, estos últimos de una semana de duración en el campo de la Ergonomía.

### C. RELACION CON OTRAS DISCIPLINAS

Muy poco habría que agregar a lo tratado en la sección correspondiente del Capítulo I; sin embargo, es conveniente insistir en que la Ergonomía guarda relación con muchas disciplinas, algunas veces en términos inclusive de dependencia.

Aunque es difícil jerarquizar la importancia de tales disciplinas, no existen dudas

de que el Diseño conforma la base para la transformación de la máquina, las herramientas y los ambientes creados por el hombre para determinar la transformación del trabajador sobre la base ergonómica de su posición no dependiente, sino interrelacionada con los elementos que conforman su "puesto de trabajo".

Casi desde sus comienzos, la Ergonomía es una rama subordinada a las Ciencias Biológicas y no simplemente porque el trabajador sea el sujeto fundamental de estas ciencias, sino porque el estudio particular de las características físicas y mentales del operador humano condiciona los logros que puedan obtenerse.

Consideración especial hay que hacer de la Antropometría, ya que como se ha demostrado, el mayor rendimiento de la combinación hombre-máquina se obtiene cuando los elementos que constituyen el puesto de trabajo se diseñan y se construyen sobre la base de las proporciones y medidas (peso, estatura, etc.) de las diversas partes del cuerpo humano.

### 3. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO II. ESTRUCTURA GENERAL Y ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO

Aunque el objeto específico de este capítulo es el análisis de las condiciones de trabajo, es necesario, dentro del estudio de las combinaciones hombre-máquina y hombre-ambiente, señalar los procesos definidos dentro del enfoque ergonómico que son: en primer término, el análisis de sistema, el segundo lugar, el análisis de las condiciones de trabajo propiamente dicho y, finalmente, la evaluación.

Es necesario recordar que los propósitos prácticos de la Ergonomía son: la eficiencia y seguridad de las combinaciones hombre-máquina y hombre-ambiente pero, cuando se

trata de individuos que trabajan en grandes organizaciones, la Ergonomía se encuentra en frentada, también, a los problemas de la interacción hombre-hombre y con los distintos aspectos de la organización del sistema (información, comunicación, etc.).

No parece discutible la necesidad de mejorar los métodos para elevar la utilización del hombre dentro de los procesos cada vez más tecnificados, lo que, por otra parte, es elemento de la tesis que pretende demostrar este trabajo.

El sistema de análisis de los factores humanos comienza, como se ha dicho en el capítulo II, con los problemas del sistema general y gradualmente va concretándose hasta llegar al nivel del puesto de trabajo, extendiéndose en sectores crecientes del hombre a la máquina, al sitio de trabajo y al ambiente, pero siempre tomando al hombre como centro y como marco de referencia.

Hace años, y dentro del contexto de un estudio sobre aspectos generales de la productividad, hablábamos de lo que, en esa oportunidad, denominábamos "la paradoja de la productividad"; en efecto, señalábamos que "al penetrar en el estudio de la productividad nos convencemos cada vez más de que ésta va adquiriendo una relación de mayor dependencia progresiva del hombre que de la máquina. Constituye ésta una paradoja del desarrollo económico del Siglo XX y de nuestros tiempos? No, más bien es una reafirmación de que el hombre con su trabajo y creatividad sigue dominando en el universo la escena de la productividad económica y social".

La transformación mental no sólo de los inversionistas sino de la gerencia y hasta de los técnicos, es fundamental. Particularmente es comprensible que el técnico se centre en los aspectos que le son inherentes a su profesión, según sea ingeniero, diseñador, arquitecto, biólogo, etc. Sin embargo, la Ergonomía sugiere la reorientación del técnico

hacia el enfoque que se centra en el hombre que es, como se demuestra en los capítulos III y IV principalmente, el que permite llenar el vacío que deja planteado la simple relación hombre+máquina.

Como se ha dicho, fundamentalmente el capítulo II propone una metodología que, desde el ángulo antropocéntrico, estudie las condiciones de trabajo de los individuos que son el eje de los distintos procesos de producción. De aquí que el enfoque se base en tres aspectos fundamentales:

Primero, se parte de una estructura orientada hacia un problema y no hacia una disciplina, o sea, el enfoque orientado hacia el problema concentra el esfuerzo del conocimiento científico pero para relacionarlo fundamental y casi exclusivamente con él. Por ejemplo, en un problema de interacción hombre-espacio, todos los aspectos de las distintas disciplinas científicas que tengan relación con él, concurren a su solución.

Segundo, se pretende disminuir el riesgo de pérdida de tiempo, principalmente por soluciones inadecuadas, puesto que se asegura un gran número de datos concernientes al problema, centrándolo en causas reales en vez de distraer la atención en causas aparentes; y,

Tercero, si se acepta que las situaciones de trabajo son dinámicas, puesto que dinámica es la producción y dinámica la economía, cualquier intento por solucionar los problemas debe ser igualmente dinámico, por lo cual se debe estudiar el trabajo hombre-máquina visualizándolo como una película tridimensional, es decir, como es realmente. Vale la pena recordar que el método de análisis de secuencia operativa suministra las bases para dicha visualización dinámica.

El análisis propuesto, de las condiciones de trabajo, que se concentra en una lista de registro de problemas ergonómicas, no debe considerarse como una panacea, sino más bien como un esquema lógico que tiene un buen valor general, principalmente como "lista de registro", o sea como un alcance de los elementos fundamentales al desnudo que deben tenerse en cuenta en la solución de un problema dado. Esto sugiere la necesidad de que cada ingeniero, diseñador, gerente, etc., que desee ~~hacer~~ algo en relación con los aspectos ergonómicos de un problema o proyecto debe, desde el principio, desarrollar y escribir en detalle su propia lista de registro para poder atacar todas las fases.

#### 4. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO III. ENFOQUE ANTROPOCENTRICO

##### en DEL SISTEMA HOMBRE-MAQUINA

~~operator humano (o.h.) a quien vinculan sus sentidos~~ La teoría que parte del convencimiento de que el hombre es fundamento de la actividad productiva, aunque aceptada hoy por científicos y hasta por empíricos, no ha implementado las acciones adecuadas para el logro del objetivo propuesto. Así por ejemplo, el enfoque dirigido a la formación del hombre para un determinado trabajo, aunque aparentemente coloca a éste en el eje de la situación, mantiene aún a la máquina como elemento principal de la actividad productiva.

###### a) Adiestramiento y Rediseño

La Ergonomía no propone eliminar ni sustituir los principios de formación y capacitación de los trabajadores sino que, aceptando que el esfuerzo realmente no ha venido centrándose en el hombre sino en la máquina, propone rectificar el desequilibrio imperante de tal manera que permita la optimización del ajuste hombre-máquina en el trabajo, haciendo al hombre más apto y más rápidamente eficiente para el logro de una productividad

dad en donde la máquina tenga la importancia real que merece y en donde finalmente se atenúe el estigma del desempleo que genera el mecanismo como fórmula tradicional de la producción. No es aventurado afirmar que los problemas humanos están dispersos ampliamente e interrelacionados a través de todo el sistema. Por lo tanto, no es conveniente considerar en forma aislada aspectos tales como el adiestramiento. Por ejemplo, un problema difícil puede tener solución bien mediante la capacitación de uno o más trabajadores o mejor por el rediseño del puesto de trabajo o la sustitución del equipo.

b) El Operador Humano

El enfoque antropocéntrico parte del hombre; es necesario, sin embargo, enfatizar en que el hombre que nos interesa es el operador humano (o.h.) a quien vinculan sus sentidos con todo lo demás que, aunque ajeno a él, pasará a serle inseparable desde el momento en que se inicia el proceso de producción.

Aunque los sentidos del hombre suelen ser identificados por los cinco conocidos, la Ergonomía propone la ponderación de ellos por el mecanismo sensorial relativo a dolor, temperatura, reflejos, etc. No obstante, en el capítulo III se centra en enfoque en la vista y el oído: en sus acciones y consecuencias positivas, pero también en los aspectos negativos que conforman el mecanismo sensorial ya citado.

Con frecuencia se plantea el dilema de utilización de los canales visuales o de los auditivos para la recepción de la información que vincula al operador humano con los demás elementos. Lo que es evidente es la inexistencia de una respuesta definitiva en favor de uno u otro canal. En algunos aspectos y ante determinadas circunstancias la vista es mejor que el oído y en otras éste es más apropiado; la verdad está en que las posibili-

dades del hombre son muy amplias y aún no explotadas integralmente; la explotación integral de esas posibilidades es facilitada por la Ergonomía y quizás sea una buena respuesta a manera de alternativa frente a la sustitución de hombre por la máquina como modelo básico de elevación de la productividad.

Por parte del hombre, los sentidos permiten recibir la información que el otro componente del sistema (la máquina) le envía; también el hombre dispone de la acción motora, por medio de la cual y a su vez, le transmite sus reacciones a la máquina.

Hasta ahora nos hemos ocupado del operador humano (o.h.); situémosnos en seguida del lado de su contraparte en el proceso.

c) La Máquina

Este componente del sistema, en su acción que en forma correcta hemos denominado interacción cuando la analizamos en conjunto con el hombre, tiene también sus elementos de transmisión y recepción. Así, su información se transmite al operador humano a través de los indicadores (visuales y auditivos) y recibe las órdenes por intermedio de los mandos o controles. A través del "Sistema de Información" se analizan las características de la transmisión, mientras que, mediante los controles o mandos se estudian las que corresponden a la recepción de información por parte de la máquina.

Aunque existen otros tipos de indicadores muy especializados, los más importantes son los visuales y los auditivos. Los primeros, según las distintas taxonomías son más útiles de acuerdo con el tipo de información que deba manejarse o al uso a que se destine la información y al método de conversión de las señales e indicaciones. Los auditivos,

con la sola excepción del sistema de comunicación hablada, se usan para la transmisión de señales simples y, si bien se han hecho algunos intentos para emplear señales auditivas en el control de aviones, no se han desarrollado aplicaciones industriales de mayor trascendencia.

Los criterios de clasificación de los mandos o controles se relacionan con la fuerza e información, con el grado de continuidad, versatilidad, modalidad y número de dimensiones.

d) El Diseño

Aunque un aspecto fundamental tanto para los indicadores como para los controles es su diseño, puesto que, como hemos visto, de él depende su mejor operatividad, nos detendremos un poco en el diseño general del sistema.

Los avances tecnológicos muestran la compleja necesidad de proyectar sistemas en donde se contemple, no sólo el diseño de cada uno de los componentes, sino el de todo el conjunto, bien sea puesto de trabajo, planta, empresa, y aún más: programas de alcance continental e intercontinental. En todos estos sistemas es necesario localizar aspectos sustanciales del trabajo del hombre, por lo cual los distintos esquemas propuestos por autores especializados describen, en primer término, la localización de las funciones entre el hombre y la máquina.

Hay dos conclusiones finales de importancia y que no pueden olvidarse dentro del amplio campo de lo que hemos denominado el diseño del sistema: 1º) Que la Ergonomía debe ser incluida desde el principio del proceso; y, 2º) Que los problemas humanos, aun que dispersos a través de todo el sistema, están íntimamente interrelacionados.

de sus múltiples sentidos, de sus conocimientos, destreza, experiencia y acción motora y,

### e) El Hombre y la Computadora

Es necesario decir algunas palabras finales en este capítulo sobre los problemas ergonómicos en función del nivel de automatización que se le asigna a la máquina. En este sentido, el advenimiento de la computadora ha dado nacimiento a un incremento creciente de información, cuyo procesamiento se deja más a la máquina que al hombre.

Un gran campo de la Ergonomía se dedica al estudio de la interacción entre el hombre y la computadora y se han hecho interesantes estudios al respecto. Se ha logrado, por ejemplo, determinar con facilidad la transmisión de palabras habladas de la máquina hacia el hombre, pero se ha logrado muy poco en el reconocimiento automático de la palabra hablada por parte de aquella.

En definitiva, posiblemente sorprenderá que se diga que la experiencia con las computadoras en las dos últimas décadas ha originado cambios considerables de actitud con respecto a esas máquinas, tanto por parte del usuario casual como de los diseñadores profesionales de sistemas. Hoy ya está pasado de moda pensar en términos de plantas completamente computarizadas, en las cuales el hombre ya no tiene cabida. La tendencia más reciente es la concepción de un sistema apoyado en la computación en el cual el hombre mantiene el papel decisario central.

## 5. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO IV

Hasta ahora se han considerado los elementos necesarios que intervienen en el análisis ergonómico. Sin embargo, dicho análisis sólo se elabora en el capítulo IV, en donde ya se ponen en juego los distintos elementos y entra en funcionamiento en engranaje que permite evidenciar las ventajas y poner de manifiesto una realidad en la cual el hombre, armado

de sus múltiples sentidos, de sus conocimientos, destreza, experiencia y acción motora y, por qué no, de su inventiva, se enfrenta a la parte no consciente del sistema productivo: la organización en sí misma, el ambiente, la planta, el puesto de trabajo, las máquinas, las herramientas y los materiales.

A los efectos de una mejor síntesis, analizamos el capítulo partiendo de tres grandes aspectos: la parte consciente del sistema (el operador humano), la parte no consciente, y finalmente los efectos positivos y negativos sobre el hombre.

#### A. LA PARTE CONSCIENTE

El estudio de los sentidos, la destreza, las circunstancias de edad y sexo, el cuerpo y la acción motora del hombre, conforman la síntesis de la primera parte del capítulo IV.

##### a) Los Sentidos

La percepción es el resultado de la captación que el cerebro hace de la realidad y señales externas o lo que se expresa en términos de audición cuando el sentido del oído es afectado por sonidos y ruidos (ondas sonoras), las que se miden en sus dos dimensiones de intensidad (decibeles) y tonalidad (períodos); la visión, que capta el 80% de las señales perceptibles y cuyos órganos, el ojo y las terminaciones nerviosas de la retina, conforman un mecanismo complicado y sensible, es un elemento activo que rinde su mejor resultado en condiciones adecuadas de iluminación, forma y ubicación de los objetos. Las vibraciones aunque suelen ir acompañadas en casi todas las oportunidades del ruido, constituyen propiamente un elemento sensorial que se manifiesta en el tacto y permite la percepción de mensajes principalmente perturbadores provenientes de máquinas, de herramientas manuales y de algunos productos finales a través de sensaciones que afectan a los huesos y los músculos.

b) Destreza

El conjunto de condiciones tanto físicas como mentales, que conforman la habilidad del operador humano para la realización de su tarea, comprende lo que denominamos destreza. El adiestramiento es un aspecto básico permanente a lo largo de todo el camino de incorporación del hombre a la acción productiva; sin embargo, hemos dicho que ella en sí es insuficiente dentro de las realidades de los problemas de producción en el Siglo XX. La habituación presenta un alcance positivo y un alcance negativo: en lo primero, se relaciona con las costumbres y la asimilación de todo lo que contribuye a redondear actitudes formales del individuo; en lo negativo, se relaciona básicamente con los peligros de automatismo y de pérdida de iniciativa, condicionadores de actitudes rutinarias y de la fatiga. La experiencia es el resultado de la dotación al operador humano de una mezcla de adiestramiento con oportunidades asimiladas racionalmente y que pese al uso creciente de la máquina conforman la aportación de lo que ha venido conociendo para vertirlo en el momento oportuno. La capacidad intelectual está en razón directa con el rendimiento del trabajador, en la cual la memoria, la inteligencia y la formación conforman resultados que se traducen en índices de capacidad mental y rapidez de comprensión del individuo.

d) Edad y Sexo

El enfoque ergonómico supone consideraciones serias en primer término sobre la edad, ya que esa condición del hombre en función de circunstancias de salud, alimentación, hábitos de vida, etc. influye no sólo la permanencia, sino el rendimiento del operador humano. Aunque exista la tendencia, tal vez tipificada como una de las características del siglo, de una pretendida igualación de los sexos a los fines de las oportunidades de trabajo,

es evidente todavía que existen numerosos campos de actividades en donde no es posible sustituir el trabajo masculino por femenino y aunque la inversa es teóricamente cierta se conocen más tareas en las cuales es más fácil la sustitución de la mujer por el hombre. En esto indudablemente influyen condiciones biológicas y, por qué no, prejuicios no superados aún hasta en los países desarrollados.

e) El Cuerpo

Las dimensiones del cuerpo humano son elementos indescartables para el logro de la eficiencia en la mayor parte de los trabajos. Son numerosos los ejemplos que pudieramos aportar tanto en experiencia propias y nacionales como de investigaciones realizadas en otros países. En el capítulo IV se tratan al detalle las características más importantes de tres grupos de trabajadores de ambos sexos y de tres nacionalidades distintas. Valga, sí, recordar que la Ergonomía es irreductible en cuanto a la utilización del hombre adecuado, principalmente por las proporciones de su cuerpo, en el trabajo correspondiente, elemento al que en muchas ocasiones se le da mayor valor relativo que a variables, extremas de capacidad intelectual. Es indispensable crear conciencia de que la mayor parte de los equipos deben ser diseñados en atención a las características de los trabajadores de una región, y de que el rendimiento aumenta increíblemente en tales circunstancias, como lo demuestran distintos casos en los que la Ergonomía ha sido considerada. Lamentablemente, la norma dominante en nuestros países (en proceso de desarrollo) es la utilización irrestricta de máquinas y herramientas construidas para trabajadores de características antropométricas distintas a las de los nuestros; los ejemplos del lingotero en una de las investigaciones de este trabajo y del tornero que muestra la figura N° 2 del capítulo I, son suficientemente ilustrativas al respecto.

En íntima relación con las dimensiones del cuerpo y con las características del ambiente están los movimientos que, en la mejor circunstancia, condicionan ganancias de tiempo, energía y precisión. La ganancia de tiempo está vinculada a la acción y ésta funcionará en circunstancia de distancia, dirección y demora. La ganancia de energía está condicionada por la optimización del esfuerzo muscular obtenible por las mejores condiciones de operatividad de los equipos y materiales y, básicamente, por la reducción del esfuerzo muscular antagonico. La precisión de los movimientos no está divorciada de la rapidez; sin embargo, aunque existen movimientos de ajuste, movimientos de búsqueda ciega y los llamados movimientos lineales, entre otros, la precisión de los movimientos estará en función de su amplitud y de la colocación y escogencia de los miembros.

f) Acción Motora

El esfuerzo que realiza el individuo para llevar a cabo su tarea suele estar en función de sus condiciones físicas, biológicas, y de las características de todo lo que conforma su puesto de trabajo y de las exigencias de la tarea misma; la Ergonomía actúa en línea con el principio de la obtención del máximo rendimiento con el mínimo esfuerzo. Concebido así el esfuerzo, debe conducir a un gasto adecuado de energía que cuando es excesivo genera situaciones indeseables de cansancio, fatiga, etc., e incide negativamente sobre los resultados esperados y cuando es apropiado aumenta el rendimiento, la capacidad y la calidad del trabajo. En este sentido se han hecho experiencias determinantes sobre el gasto de energía en diferentes posiciones del operador humano, como las que aparecen en el literal "D" del N° 10 del capítulo IV. corporal y si es fuerte provoca irritaciones respiratorias y de la vista, todo lo cual disminuye el rendimiento. La ventilación es elemento de conside-

## B. LA PARTE NO CONSCIENTE

Hemos denominado así a todo lo inerte pero que está en función del hombre dentro del proceso productivo. El análisis que sigue sobre organización, ambiente, puesto de trabajo y de las máquinas y herramientas se realiza teniendo presente la interrelación que guardan estos elementos con el factor humano.

### a) Organización

Sin entrar en consideraciones generales de organización y administración de empresas, desde el punto de vista ergonómico la organización se relaciona con la disposición, la sistematización y en fin con las normas de funcionamiento y operatividad del sistema hombre-máquina.

### b) El Ambiente

En general, el ambiente se conforma por las condiciones del ecosistema (sistema natural ambiental en donde el hombre se desenvuelve) y por las creadas por el hombre.

Entre las condiciones que ejercen particular influencia en los resultados del trabajo se encuentran: La temperatura, que cuando es adecuada proporciona un máximo rendimiento, pero que si es elevada dará más calor que el de posible eliminación y cuando alcanza cifras exageradas provoca disminución total de la habilidad que a menudo es causa de accidentes y máximo rendimiento negativo en el trabajo; cuando la temperatura es baja ocurre un desperdicio de calor con pérdidas igualmente de la habilidad y del rendimiento. La humedad igualmente ejerce influencia sobre el comportamiento del trabajador, ya que si es débil impide la evaporación del calor corporal y si es fuerte provoca irritaciones respiratorias y de la vista, todo lo cual disminuye el rendimiento. La ventilación es elemento de conside-

ración fundamental aunque en ciertas circunstancias haya de recurrirse a la artificial y en otras ocasiones no exista más alternativa que la ventilación natural. No hay que olvidar que tanto en exceso como en defecto, las inadecuadas corrientes o movimientos de aire dentro de un sistema de ventilación, conducen a enfriamiento o caloramiento excesivos del cuerpo que causan ineficiencia en el trabajo. La iluminación es un factor con frecuencia descuidado trátese del uso de la luz natural o de la artificial; cuando se refiere a la primera, se recomienda específicamente el uso de claraboyas y ventanas convenientemente ubicadas para que logren su cometido sin excesos o defectos de la luminosidad deseada; en cuanto a la artificial, constituye una de las mayores preocupaciones ergonómicas dentro del campo de la iluminación ambiental, por lo que es necesario adaptarla a las características de cada trabajo y de los objetos y equipos concernientes a los puestos de trabajo. El color está íntimamente ligado a las condiciones de iluminación; así, las diferentes modalidades, como el sitio o puesto de trabajo, todo ello en base a factores de reflexión, serán elementos condicionantes del uso del color apropiado que tendrá influencia sobre el comportamiento afectivo del trabajador, sobre la limpieza y sobre la seguridad. El ruido es un elemento nocivo y perturbador, paradójicamente creado por el hombre, por cuanto él es el responsable del diseño y de la construcción de las máquinas, que a medida que van aumentando de tamaño son más rápidas y numerosas y producen también mayor ruido. No es posible analizar otro efecto del ruido que no sea el nocivo, cuyas repercusiones sobre el cuerpo principalmente en el aparato auditivo y sobre la personalidad y, en general, sobre el trabajo han sido ampliamente estudiadas en Estados Unidos, Francia e Inglaterra y objeto de preocupación aun por los investigadores de esta materia en países subdesarrollados. Estudios

muy recientes señalan que dos de las ciudades con mayor índice de ruidos perturbadores de la tranquilidad pública en América Latina son Río de Janeiro y Buenos Aires. Trabajos ampliamente divulgados por los medios de comunicación de nuestro país, realizados hace poco tiempo por el Seguro Social, el Ministerio de Sanidad y el Ministerio del Trabajo, revelan el grado de trastorno que este elemento produce el cual, unido a la contaminación del aire, es considerado uno de los mayores factores de perturbación en nuestras principales ciudades.

c) Puesto de Trabajo

El puesto o sitio de trabajo está constituido por elementos que el hombre utiliza cuando tiene que realizar su trabajo en una posición más o menos fija. Ellos son, con exclusión de los equipos, herramientas y útiles: el conjunto mesa-silla, los soportes, las rampas y escaleras, los cielorrasos, los pasillos y corredores, etc., a los cuales nos referiremos brevemente como parte importante inherente al trabajo del hombre.

El denominado "conjunto mesa-silla" debe diseñarse con pautas que la Ergonomía ha establecido sobre diferentes normas de alturas, profundidad, espacios libres, inclinaciones, etc., tomando en cuenta si éstos son usados permanentemente o no por determinadas personas cuyos datos antropométricos han sido previamente tomados en cuenta. Las sillas y los soportes, al igual que todos los otros elementos del puesto de trabajo, deben ser construidos tomando en consideración las dimensiones promedio de quienes habrán de usarlos; en este caso particular deberán tomarse en cuenta los distintos puntos de apoyo o del cuerpo y los soportes, tanto de los asientos, como de la parte en donde los pies estén sustentados. En cuanto a las rampas, escaleras y escaleras, es importante tener presente que sus formas,

inclinaciones y posiciones, son fundamentales, no sólo para la prevención de accidentes y molestias, sino también para la eficiencia del trabajo. En el capítulo IV se estudian con detenimiento los diferentes componentes necesarios para el diseño de éstos y otros elementos del Puesto de Trabajo. Finalmente, no está de más insistir en la necesidad de tomar en consideración el uso y el número de personas así como el volumen de los objetos cuando se deba atender a los problemas de diseño de pasillos, corredores, puertas y cielorrasos, así como de los estantes en donde serán colocadas tanto materias primas y productos como herramientas y pequeñas máquinas.

d) La Máquina

Este elemento pasivo de la producción, que cobra vida bajo la acción del hombre y que, como se ha dicho muchas veces, a la luz de una política un tanto cimentada sobre la mentalidad del empresario típico del esquema capitalista, ha sido colocado como principal factor de la producción, dando origen a desviaciones que la Ergonomía propone corregir, no es tratado en este capítulo en su contexto intrínseco sino que se analiza en función de los mandos e indicadores que el hombre, su conductor, requiere para hacerlo útil y obtener una mayor productividad.

Los indicadores visuales ocupan el primer lugar en cuanto a la importancia cuantitativa de su uso; los más frecuentes son los contadores, cuadrantes y señales de advertencia. No hay que olvidar que existe toda una técnica en el diseño, no sólo del conjunto sino de cada uno de sus componentes. Por otra parte, las señales auditivas, aunque de importancia menor, no sólo cualitativa sino cuantitativa que las visuales, presentan, sin embargo, ligeras ventajas en casos muy especiales, como por ejemplo cuando se requiere que el mensaje

sea percibido al mismo tiempo en el ámbito de una zona determinada. Los dos indicadores auditivos más importantes son las señales y la palabra.

Como se ha dicho, el hombre le transmite sus órdenes a la máquina a través de los controles los cuales, en efecto, son los intermediarios entre la voluntad del hombre y el resultado producido por la máquina. De acuerdo a la finalidad y a las características de los equipos, los controles más importantes son: las palancas, que suelen preferirse cuando se requiere una gran variedad de grados de fuerza; los volantes, que son más utilizados en los ajustes lentos y precisos; los botones, que están en función de los pequeños espacios y del menor esfuerzo de mando; las manivelas, convenientes para ajustes continuos y de gran amplitud y, finalmente, los pedales, de uso muy específico y preferiblemente en la aplicación de grandes fuerzas. Hemos dicho, hace apenas unas líneas, al referirnos a la clasificación de los controles, que éstos están en función de las finalidades y características de los equipos; así ha venido siendo, pero el enfoque ergonómico sugiere que se piense principalmente en las condiciones y características del operador humano.

### C. RESULTADOS

En todo proceso de producción, con o sin fines de lucro, se espera un resultado, inherente, bien a la inversión realizada o, en todo caso, a un objetivo específico; por ello, modernamente se acepta que, tanto las empresas de economía privada como las públicas bien sea que produzcan bienes o servicios, pueden ser administradas con el mismo criterio, puesto que, si en las primeras el objetivo es el lucro, en las segundas puede establecerse uno específico y, en todo caso, la eficiencia.

Sin embargo, el concepto RESULTADOS a que hacemos referencia, es el que concierne al operador humano dentro del enfoque ergonómico. La aplicación inadecuada de

los elementos que concurren al puesto de trabajo (temperatura, iluminación, ruido, materiales, diseño, etc.) conducen a la fatiga visual, muscular y mental del trabajador, mientras que la adecuación de estos mismos elementos a criterios ergonómicos original el confort en el trabajo, cuya repercusión en los rendimientos se materializa en los bajos índices de ausentismo (real o artificial), las relaciones y conflictos y, finalmente, en la compenetración del trabajador con los fines de la empresa.

## 6. PRESENTE Y FUTURO DE LA ERGONOMIA

Aparentemente, la mayor parte de la gente acepta sólo con desgano el hecho de que se requiere alguna pericia especial para la comprensión del hombre y el entendimiento del comportamiento normal humano. Como consecuencia, las decisiones de diseño que se toman con frecuencia son contrarias a la efectividad y al bienestar de las personas que operan el sistema. En muchas ocasiones, es la versatilidad del hombre la que salva al diseñador del desastre total, aunque esa versatilidad tenga su precio, bien sea en términos de un obligado subóptimo en el funcionamiento del sistema, o de daño o por lo menos inconfortabilidad para el operador humano.

La rectificación de este estado de cosas puede ser lograda únicamente por medio de un proceso educativo; los diseñadores deben aprender algo sobre los problemas de diseñar específicamente para el operador humano. Esta educación comprende dos aspectos: puede adquirirse algún adiestramiento sobre el "hágalo usted mismo" y puede hacerse mucho sobre la indicación de las áreas en las cuales debe buscarse la ayuda de un especialista. En consecuencia, en la parte final de este trabajo se da una bibliografía general que constituye una introducción a la literatura existente sobre el tema. En muchos de los artículos y libros citados pueden encontrarse a su turno otras referencias bibliográficas sustanciales, por lo cual el lector estará capacitado para informarse, con la profundidad que deseé, de cualquier tema mencionado en este trabajo.

- 248 -

Como ejemplo del primero de los aspectos mencionados atrás, podemos considerar los detalles de diseño de los instrumentos de control. Algunos fabricantes producen, en ocasiones, instrumentos que violan los principios publicados hace más de veinte años. En este respecto, el problema es de diseminación de información y de implementación de los resultados de investigaciones realizadas. No hay razón alguna para que los diseñadores de instrumentos no incorporen los principios ergonómicos básicos en sus productos.

El segundo aspecto educativo implica que los diseñadores tengan información sobre el tipo de conocimiento y pericia que puede ofrecer el especialista en Ergonomía. Los cursos apreciativos sobre esta materia pueden hacer mucho en cuanto a indicar su campo de acción y determinar que los diseñadores se den cuenta de la naturaleza de los problemas que requieren atención.

Con frecuencia, sin embargo, la complejidad de los problemas del mundo real puede de pasarse fácilmente por alto. Un caso de antropometría puede servirnos de ejemplo. Existe un gran número de tablas fáciles de adquirir que muestran gamas de valores para diferentes grupos de sujetos en dimensiones tales como altura de los hombros, alcance de brazos y flexión de la muñeca. Debe tenerse mucho cuidado en la aplicación de tales datos, los cuales son tomados generalmente, en obsequio a la precisión y confiabilidad, sobre sujetos desnudos, en posiciones rígidas estandarizadas, o lo que es peor, de países desarrollados a países subdesarrollados. Podría el diseñador utilizar esos datos para localizar un botón que será operado por un hombre vestido en una típica posición sentado? Obviamente, la aplicación de datos ergonómicos básicos requiere una buena cantidad de pericia especializada, y el usuario de tales datos necesita darse cuenta de sus propias limitaciones.

Actualmente, la cantidad de información ergonómica disponible no es igual para las diferentes áreas. Los indicadores visuales han recibido una gran cantidad de atención, particularmente en el campo de los instrumentos de las aeronaves. Por ejemplo, dos informes recientes sobre diseño de altímetros citan, respectivamente, 259 y 118 referencias y uno sobre instrumentos indicadores de ascenso contiene 351 ítems o renglones. Gran parte de la investigación en campos tan especializados no es aplicable a ningún otro; por lo tanto, es necesario un apoyo más activo por parte de los industriales y usuarios para que los niveles de los logros de la Ergonomía en el campo industrial puedan alcanzar a los que se han realizado en el de la aviación. Hasta ahora, muy poco se ha hecho para establecer normas ergonómicas comparables con las que rigen para otros aspectos del diseño.

De nuevo, los mayores logros se han alcanzado en el campo de los indicadores visuales. La Asociación Internacional de Ergonomía está ocupándose de este problema.

Frecuentemente, la cuestión del costo surge en el contexto de la evaluación de la Ergonomía y el sacrificio de un buen diseño en favor de una solución aparentemente más barata, no es de ninguna manera insólito. Los aspectos económicos deben ser considerados muy cuidadosamente; en particular, es necesaria una visión de largo plazo que comprenda un análisis de los costos probables de mantenimiento, y de los causados por errores y daños resultantes de una operación equivocada, antes de que puedan tomarse decisiones realistas. En algunas áreas, el costo de los errores puede llegar a ser prohibitivos. En aviación, por ejemplo, cuando un avión transporta 400 personas y tiene un valor inicial de 20 o más millones de dólares, los costos del equipo adicional para rebajar el riesgo de error del piloto son comparativamente pequeños. Pérdidas enormes similares pueden resultar de accidentes en la industria de energía nuclear.

En la tecnología aeroespacial, es conocido el ejemplo de una falla que costó \$ 900.000 debida a un manual de operación inadecuado que usaron los técnicos durante la instalación de una de las sogas de amarre. Algo menos dramático, pero de ninguna manera insignificante, está constituido por las consideraciones descritas en un trabajo de las Douglas Aircraft Company, hecho con el propósito de reducir los altos costos anuales de mantenimiento de las líneas domésticas de los Estados Unidos (cerca de la tercera parte del costo total directo de operación). Se diseñaron sistemas de información mejorada para reducir los altos niveles de desperdicio que resultan de la reparación de desperfectos y el cambio innecesario de componentes que aún pueden prestar servicio. En una revisión de tres estudios separados, se demostró que en todos los casos resultaban economías directas originadas en la implementación de los resultados de modestas investigaciones sobre factores humanos.

Es necesario decir algunas palabras sobre las adaptaciones ergonómicas a las ciencias de la salud, particularmente a la Odontología, donde se practica ya lo que se ha denominado la Ergonomía de la Odontología. Existen numerosos trabajos sobre este tema, como por ejemplo en el que bajo el título de "Principles of Ergonomics in Dental Practice", se ofrecen variados aspectos de la investigación y de resultados concretos logrados por el "Cuyahoga Community College", de Cleveland, Ohio.

Hoy, se practica la Odontología a "cuatro manos", donde tanto el odontólogo en general como el cirujano dental en particular trabajan haciendo utilización efectiva del ayudante y/o enfermera. El sillón operatorio y de trabajo ya no tiene semejanza con el del barbero sino más bien con la mesa de operaciones del médico cirujano, con la carac

terística adicional de que el odontólogo puede trabajar sentado y con los brazos o las manos sustentadas sobre un punto de apoyo firme y funcional. (Ver Fig. N° 41).

Ha sido muy grato constatar que en la Facultad de Odontología de la Universidad Central de Venezuela, no sólo se hacen aplicaciones ergonómicas sino que ya dentro de la Ergo-odontología se ha construido toda una unidad operatoria, que comprende la silla y el asiento y el resto del equipo básico, con personal de la Facultad y se practica entre otras técnicas la Odontología a "cuatro manos".

Debido al hecho de que el progreso tecnológico continúa en el campo de la ingeniería, permanece la necesidad de adelantar investigaciones en la evaluación de nuevos artefactos. Indicadores, tales como los diodos emisores de luz, paneles de plasma y hologramas, constituyen un ejemplo de lo que resta por hacer.

Paralelamente a estas investigaciones de detalle, persiste la necesidad de investigaciones básicas de gran escala sobre los métodos óptimos de integrar el hombre con la máquina y con los aparatos y materiales auxiliares en ambientes dinámicos complejos.

Esta integración (hombre-máquina), partiendo de la adaptación de la máquina al hombre en su forma más adecuada y con base en los datos antropométricos del hombre de cada país o región, es la fórmula para la optimización del rendimiento humano en el trabajo, como teoría complementaria de la tesis de la "formación y capacitación" y que en la etapa del desarrollo de los países industrializados, pero más en aquellos que se encuentran en proceso de industrialización, es impostergable.

## 7. EPILOGO

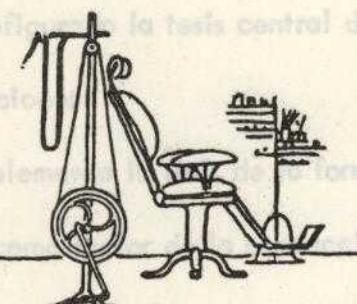
En síntesis, y para concluir, es necesario dejar expresamente determinados los aspectos

FIG: 41

ERGONOMIA DE LA ODONTOLOGIA

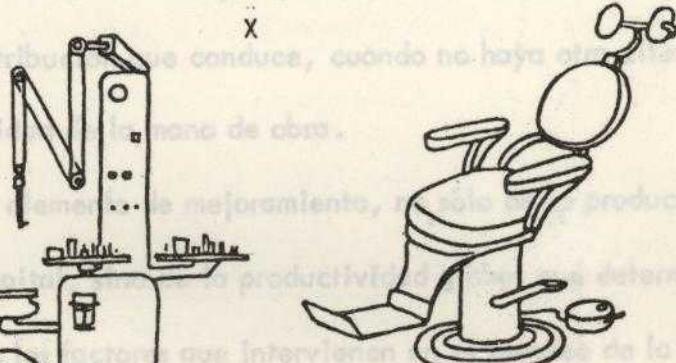
Sobre los cuales se ha confundido la tesis central de este trabajo, que se pue-  
de resumir en los siguientes propósitos:

A) La teoría ergonómica complementa la teoría de la formación y capacitación del  
trabajador para hacerlo más eficiente en su trabajo. En este sentido, es evidente que  
debe dirigirse el esfuerzo hacia la adaptación del hombre al trabajo, ya evidente que



esta disciplina es una contribución que conduce, cuando no haya alternativa, a la  
elevación de la actividad manual de obra.

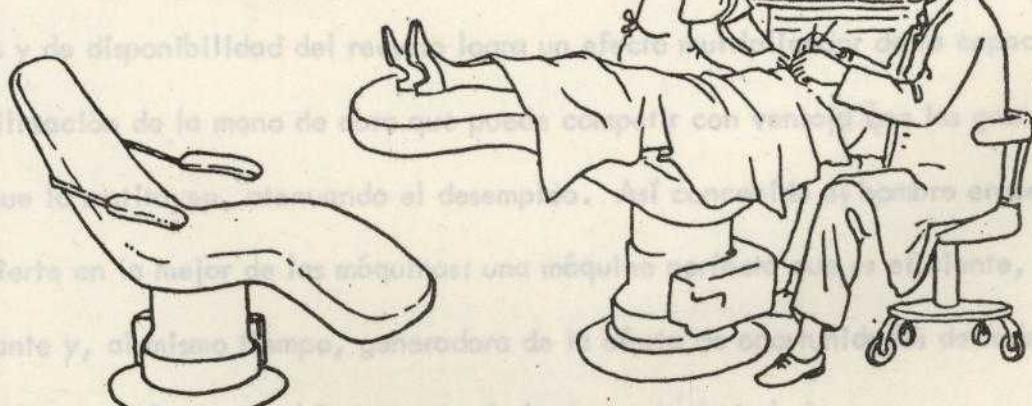
B) La ergonomía es elemento de mejoramiento, tanto en productividad del fac-  
tor trabajo y del factor tiempo como en calidad de vida. Los dibujos Y y Z  
muestra el rendimiento de factores que intervienen en la ergonomía de la producción.



C) La Ergonomía es una disciplina que disminuye el efecto negativo del desempleo originado  
por la práctica cada vez más frecuente de los hombres. En este sentido, la  
adaptación de las personas a los trabajadores debe ser considerada como un factor antropomó-



tífico y la disponibilidad del recurso que un sistema ergonómico proporciona.  
La utilización de la mano de obra en el trabajo con maquinaria y las máqui-  
nas que han sustituido al hombre en el desempeño de su trabajo es económico, se  
convierte en una máquina móvil que una máquina de trabajo, creadora,  
pensante y, de acuerdo a su velocidad de trabajo, crea y destruye y con-  
secuentemente aumenta el incremento de la demanda de trabajo.



Z

X= ANTIGUOS Y YA EN DESUSO EQUIPO DEL ODONTOLOGO.-

Y= EQUIPO, AUNQUE MUY UTILIZADO TODAVIA, ES INCOMODO Y POCO FUNCIONAL -

Z= MODERNO SILLON, DE DISEÑO ERGONOMICO, QUE ENTRE OTRAS-  
COSAS UNIDO A LOS MODERNOS EQUIPOS ODONTOLOGICOS, PERMITE  
LA OPERACION O INTERVENCION A " CUATRO MANOS "

tos básicos sobre los cuales se ha configurado la tesis central de este trabajo, que se pueden resumir en las siguientes proposiciones:

- A) La teoría ergonómica complementa la tesis de la formación y capacitación del hombre para hacerlo más eficiente como factor de la producción. En este sentido, no obstante dirigirse el esfuerzo hacia la adaptación del hombre al trabajo, es evidente que esta disciplina es una contribución que conduce, cuando no haya otra alternativa, a la elevación de la productividad de la mano de obra.
- B) La Ergonomía es elemento de mejoramiento, no sólo de la productividad del factor trabajo y del factor capital, sino de la productividad global que determina y representa el rendimiento de todos los factores que intervienen en el proceso de la producción.
- C) La Ergonomía contribuye a disminuir el efecto negativo del desempleo originado por la práctica productivista de sustitución de hombres por máquinas. En este sentido, la adaptación de los equipos a grupos de trabajadores con base en características antropométricas y de disponibilidad del recurso logra un efecto multiplicador de la capacitación y la utilización de la mano de obra que puede competir con ventaja con las grandes máquinas que la sustituyen, atenuando el desempleo. Así concebido el hombre ergonómico, se convierte en la mejor de las máquinas: una máquina perfecta que es eficiente, creadora, pensante y, al mismo tiempo, generadora de la oferta de oportunidades de trabajo y consecuentemente favorece al incremento de la demanda de trabajo.

APÉNDICE N° 1

A manera de ilustración y como complemento informativo de las pocas experiencias nacionales en el campo de la investigación ergonómica, se presentan en este apéndice algunos extractos resumidos de estudios realizados en diferentes países donde, tanto esta disciplina como la interrelación de ella con otras ciencias ha sido objeto de investigaciones y comprobaciones científicas y empíricas, respectivamente. Estos casos fundamentaron algunas de las conclusiones y afirmaciones que se hicieron a lo largo de este trabajo.

Los estudios realizados, objeto de citas y resúmenes, han sido comprendidos ya en monografías específicas o bien en textos, libros y revistas especializadas.

A continuación, y distribuidos de conformidad con la clasificación temática que ha servido de base para la sustentación bibliográfica de este trabajo, ofrecemos lo más significativo del cuantioso material que a través de cuatro años de búsqueda y preocupación por el tema se pudo reunir.

#### RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR EL O.H.

##### A. PERCEPCION VISUAL

- a) Investigador: I.E. Gordon y Margaret Winwood (Inglaterra, 1973).
- b) Objetivo: Determinar la velocidad o rapidez de la localización de signos a través de la percepción visual.
- c) Resultados: Mediante un arreglo de letras colocadas en forma de rectángulo, los sujetos escogidos para la muestra buscaron la presencia o ausencia de un signo previamente determinado. El número de letras en el tablero varió de 2 a 25. En esas condiciones, el tiempo de búsqueda era proporcional al

número de letras representadas. Los variaciones en las dimensiones globales  
**APENDICE N° 1**

para tres de los tableros produjeron solo ligeros cambios en la rapidez de la búsqueda. El estudio de los efectos de la diversidad reveló una tendencia a menor tiempo para niveles mínimos redondeo tanto como la que concierne a la lectura de tableros de diverso. Los tiempos de algunos extractos resumidos de estudios realizados en diferentes países donde, tanto esta disciplina como la interrelación de ella con otras ciencias ha sido objeto de investigaciones y comprobaciones científicas y empíricas, respectivamente. Estos casos fundamentaron algunas de las conclusiones y afirmaciones que se hicieron a lo largo de este trabajo.

Los estudios realizados, objeto de citas y resúmenes, han sido compendiados ya en monografías específicas o bien en textos, libros y revistas especializadas.

A continuación, y distribuidos de conformidad con la clasificación temática que ha servido de base para la sustentación bibliográfica de este trabajo, ofrecemos lo más significativo del cuantioso material que a través de cuatro años de búsqueda y preocupación por el tema se pudo reunir.

### 1. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR EL O.H.

#### A. PERCEPCION VISUAL

- a) Investigador: I.E. Gordon y Margaret Winwood (Inglaterra, 1973).
- b) Objetivo: Determinar la velocidad o rapidez de la localización de signos a través de la percepción visual.
- c) Resultados: Mediante un arreglo de letras colocadas en forma de rectángulo, los sujetos escogidos para la muestra buscaron la presencia o ausencia de un signo previamente determinado. El número de letras en el tablero varió de 2 a 25. En esas condiciones, el tiempo de búsqueda era proporcional al

b) Objetivo: Exhibir el efecto de la disposición de la tablero resultante número de letras representadas. Las variaciones en las dimensiones globales de un tablero de ajedrez produjeron sólo ligeros cambios en la rapidez de la búsqueda. El estudio de los efectos de la disposición reveló una tendencia a examinar primero la parte superior. Ninguna tendencia neta apareció en tareas realizadas en el orden inverso. La mayor parte de los errores se debió a lo que concierne a la lectura de izquierda a derecha. Los tiempos de búsqueda fueron convertidos en cifras simbólicas que reproducían cantidades proporcionales. Este análisis reveló que el número óptimo de símbolos representados en ese tipo de cuadros es del orden de nueve.

## B. RENDIMIENTO MANUAL

- a) Investigador: H.S.R. Kao (E.E.U.U., 1973).
- b) Objetivo: Medir los efectos de un ejercicio dígito-manual agotador sobre la rapidez y precisión de tareas relativas a escritura a mano.
- c) Resultados: Se realizaron dos series de experimentos con doce sujetos en cada una, escogidos con base en una media de habilidad. En el primer experimento, los sujetos ejecutaron la tarea durante diez ensayos sin ejercicio, seguidos de cinco con ejercicio. En el segundo experimento, se utilizó el orden inverso. Los resultados mostraron que, para la mayoría de los adultos, el ejercicio dígito-manual no afecta la precisión de la ejecución de la tarea pero aumenta la rapidez de manera estadísticamente significativa.

## 2. ACTITUD DEL OPERADOR HUMANO

### A. MEDICION DE LA FATIGA

- a) Investigador: Z. Stojiljkovil (Yugoeslavia, 1973).

- b) Objetivo: Establecer el mejor método de medición de la fatiga resultante de un trabajo pesado.
- c) Resultados: El experimento que se realizó bajo condiciones térmicas ambientales que oscilaron entre 30°C y 35°C, permitió establecer que la temperatura rectal es el mejor indicador de la fatiga en la mayor parte de los casos porque coincide con las señales iniciales de extenuación que se presentan cuando dicha temperatura alcanza en los sujetos entre 38,3°C y 38,6°C. Por otra parte, se concluyó que los índices relativos a pérdida de sudor y de temperatura de la piel no son estrictamente adecuados para la medición de la fatiga.

## B. DESEMPEÑO FISICO Y HABITUACION

- a) Investigador: K. A. Penman (E.E.U.U., 1973)
- b) Objetivo: Conocer los efectos de la habituación en un puesto de trabajo giratorio, sobre el desempeño físico del (oh) operador humano.
- c) Resultados: Este experimento fue realizado entre treinta y cinco sujetos del sexo masculino, los cuales fueron entrenados en el rastreo de instrumentos y sometidos a pruebas de estabilidad de la mano. En seguida fueron divididos al azar en tres grupos: uno de referencia, entrenado simplemente en rastreo, uno que había sido entrenado en vigilancia de instrumentos que seguían la dirección de las agujas del reloj, y otro que había operado con instrumentos de dirección inversa. Estos dos últimos grupos efectuaron tareas sobre una plataforma giratoria a 7,5 rpm hasta la aparición de una habituación (determinada por los picos de la curva de desempeño). Luego se invirtió el

sentido de la rotación y se midió el desempeño. Subsecuentemente se realizaron ambas pruebas a velocidades de rotación de 2; 5; 7,5; 10; 12,5 y 15 rpm. Después de 32 y 60 días, se realizaron nuevas pruebas complementarias. Los resultados demostraron que la pérdida de destreza ocurre al variar las velocidades de rotación y que es mayor cuando el adiestramiento se ha efectuado en dirección contraria a las agujas del reloj. También se encontró que, cuando se adquiere la habituación a la rotación a 7,5 rpm, el desempeño físico (medido por la destreza en el rastreo y por la estabilidad de la mano) no se afecta en forma significativa cuando la velocidad de rotación se incrementa o se disminuye aproximadamente en 50%. La habilidad de rastreo y la estabilidad manual en un ambiente rotativo se retienen hasta por 60 días después de la cesación de la práctica, sin merma en la capacidad de desempeño.

### C. DISTRACCION EN TAREAS MONOTONAS

- a) Investigadores: R. I. Thackray, Karen N. Jones y R. M. Touchtone (E. E. U. U., 1973).
- b) Objetivo: Estudiar las características de los operadores que son incapaces de mantener una atención constante en condiciones de cargas débiles de trabajo.
- c) Resultados: Este estudio se debió a la convicción de que la automatización creciente en las operaciones de control de tráfico aéreo es susceptible de producir efectos secundarios indeseables debidos al acrecentamiento de la

monotonía por la reducción de cargas de trabajo. La investigación se hizo con 50 sujetos que debían efectuar durante más o menos 30 minutos, sin pausas, una tarea monótona, pero que comportaba una carga perceptiva. Se averiguó que los sujetos que eran particularmente distraídos (de conformidad con los resultados de un cuestionario suministrado antes del experimento), presentaron momentos de inatención en número creciente en el curso de la tarea, mientras que los sujetos poco distraídos no presentaban ninguna variación en la atención. Durante la tarea aparecieron modificaciones significativas en el ritmo respiratorio, en la variabilidad del período respiratorio y del período cardíaco, pero los efectos de esas modificaciones fueron iguales en ambos grupos.

### 3. CONDICIONES FISICAS DEL OPERADOR HUMANO

#### A. FACTORES MOTORES, TERMICOS Y SENSORIALES EN LA VARIACION DEL RITMO CARDIACO

- a) Investigadores: J.J. Vogt, M. Th. Meyer-Schwerts, B. Metz y R. Foehr, (Francia, 1972).
- b) Objetivo: Experimentar una metodología para evaluar los efectos de algunos factores ambientales en la variación del ritmo cardíaco.
- c) Resultados: En una situación experimental que elimina los demás factores de variación, la frecuencia cardíaca depende principalmente de la fuerza mecánica desarrollada y de la compulsión térmica ambiental. Los efectos respectivos de estos dos factores pueden ser cómodamente evaluados por medio de una descomposición apropiada de los valores de frecuencia cardíaca registrada de manera continua, de minuto en minuto.

Se demostró que el componente térmico de la frecuencia cardíaca es función de la temperatura rectal y de la temperatura cutánea, mientras que su componente motriz es función de la fuerza mecánica desarrollada. Estos dos componentes intervienen en forma acumulativa. El principio de descomposición ha sido aplicado dentro de un método práctico de evaluación separando la presión motriz de la presión térmica en situación de trabajo real, a partir del registro continuo de la frecuencia cardíaca habiendo sido los sujetos previamente calibrados en una cámara climática en lo que atañe a las respuestas circulatorias debidas a presiones motrices y térmicas. Las experiencias de control han permitido verificar la validez de este método en caso de actividades físicas intermitentes y exposiciones a ambientes térmicos variables en el curso del tiempo.

## B. MEDICION DE LOS RITMOS CIRCADIANOS

- a) Investigador: O. Ostborg (Suecia, 1969).
- b) Objetivo: Investigar las diferencias de los ritmos circadianos a fin de evaluar la capacidad de adaptación de los individuos al trabajo nocturno o al diurno.
- c) Resultados: Algunos sujetos de un curso de psicología, considerados, después de llenar un cuestionario, como los más característicos del "tipo de la mañana" y del "tipo de la tarde", fueron requeridos a anotar sus temperaturas bucales y sus horas de ingestión diurna de alimentos durante un período de 4 semanas y uno de 4 días, respectivamente. El grupo "de la mañana" presentó, en promedio, un avance de cinco horas de la temperatura ligada al ritmo circadiano (Régimen de vida cíclico diario) sobre el grupo "de la tarde" e igualmente una curva de distribución acumulativa en los momentos de ingestión de alimentos adelantada 1-3/4

horas sobre ese mismo grupo. Después de un ajuste de la curva de distribución de ingestión, para eliminar la diferencia de 1-3/4 horas, con el objeto de obtener una comparación, por el método de los mínimos cuadrados, permanecían las diferencias sustanciales en las dos distribuciones. Esto sugiere que el "tipo de la mañana" presenta una periodicidad circadiana más autónoma que el "tipo de la tarde". Se concluye que los cuestionarios son instrumentos aptos para identificar los extremos de "tipo de la mañana" y "tipo de la tarde", a través de los términos de temperatura y de ingestión de alimentos. Las ingestiones parecen constituir un criterio que podría ser introducido en los estudios relativos a las diferencias interindividuales de los ritmos circadianos.

#### 4. CONDICIONES DE TRABAJO Y OTRAS CIRCUNSTANCIAS QUE OBRAN SOBRE EL OPERADOR HUMANO

##### A. ACCIDENTES CAUSADOS POR SIERRAS FORESTALES

- a) Investigador: W. Mansson (Suecia, 1972).
- b) Objetivo: Encontrar las causas de los frecuentes accidentes.
- c) Resultados: Los accidentes producidos por las sierras forestales son frecuentes en
- b) en todas las explotaciones madereras. En 1971 ocurrieron en Suecia 8.000 accidentes forestales y, de un estudio de 35 sujetos accidentados y atendidos en el
- c) Hospital Boras County de Suecia, se sacó como conclusión que los daños mayores ocurrieron por falta de equipo, particularmente ropas o trajes protectores y por negligencia en la dotación de implementos de seguridad en las sierras.

##### B. EFFECTOS DE LA TEMPERATURA CENTRAL DEL CUERPO Y DE LAS SENSACIONES

##### TERMICAS EN EL TRABAJO

a) Investigadores: M.F. Allnutt y J.R. Allan (Inglaterra, 1973).

b) Objetivo: Medir la influencia de los niveles de la temperatura central del cuerpo humano sobre la rapidez y desempeño del operador. calor irradiado

c) Resultados: Mediante el uso de un traje acondicionado para la circulación de líquidos para producir niveles elevados de temperatura corporal y temperaturas cutáneas compatibles con la sensación de bienestar, se produjo un incremento de la rapidez, en personas de alto nivel de raciocinio igual al que se había obtenido en experimentos previos determinados mediante un test. No se advirtió e

#### 5. ALGUNOS

A. LA

a) efectos negativos como respuesta a varias pruebas, v.g. refrescando la cabeza del sujeto, lo cual no produjo ninguna variación en su actuación. Se piensa, sin

b) embargo, que los niveles de la temperatura central influyen en la rapidez; que la sensación de confort influye en los niveles de desempeño y que la técnica de calentamiento diferencial entre el centro del cuerpo y la piel constituye una

c) herramienta útil para futuras investigaciones. los períodos de coducción largos

#### C. MEDICION DEL CALOR IRRADIADO Y SUS EFECTOS SOBRE EL CUERPO HUMANO

a) Investigadores: G. Cortilli y E. Moretti (Italia, 1973). se deciría que el con-

b) Objetivo: Estudiar el efecto del calor irradiado sobre el cuerpo humano en trabajadores industriales. de otros vehículos provoca una reacción al nivel de las va

c) Resultados: Mediante un radiómetro, aparato para medir el calor irradiado, construido por Cortilli y Moretti, en sustitución del instrumento tradicional denominado "globotermómetro" (de forma esférica, que recibe información del calor proveniente de todas las direcciones), se realizaron experimentos para determinar el efecto sobre trabajadores industriales en marcha, del calor irradiado. Se concluyó,

después de un corto período que, aunque el calor irradiado no influye en el equilibrio del calor ambiental, sí produce, a corto plazo, un incremento del trabajo cardíaco en circunstancias iguales de trabajo, cuando el calor irradiado ha sido bloqueado por medio de láminas de aluminio capaces de reducir su flujo. Observación muy importante fue la de que los efectos del calor irradiado no pueden ser atribuidos a variaciones del calor ambiental sino posiblemente a ciertos estímulos sobre los termo-receptores cutáneos.

## 5. ALGUNOS CAMPOS DE TRABAJO DEL OPERADOR HUMANO

### A. LA CONDUCCIÓN DE VEHÍCULOS EN CIRCUNSTANCIAS MONOTONAS

- a) Investigador: F. Lecret (Francia, 1973).
  - b) Objetivo: Investigar las señales luminosas necesarias para contrarrestar los efectos negativos de la conducción de vehículos (en autopistas, de noche, etc.) en circunstancias de rutina perjudicial.
  - c) Resultados: Se llegó a la conclusión de que en los períodos de conducción largos en autopistas, se observan fases de sopor pronunciado, asimilables psicológicamente a estados precoces de somnolencia. Es cuando suele decirse que el conductor se duerme a veces sobre el volante. En el curso de los mismos períodos, la presencia de faros de otros vehículos provoca una reacción al nivel de las variables electrofisiológicas.
- Desde el punto de vista ergonómico de la conducción de vehículos, tales resultados sugieren o recomiendan la necesidad de la dotación de señales luminosas en las autopistas, teniendo en cuenta su efecto estimulante sobre los niveles de vigilancia del conductor.

B. ANALISIS ERGONOMICO DEL METRO DE HELSINKI

- a) Investigador: J. Saari (Finlandia, 1972).
- b) Objetivo: Evaluar el programa de construcción del metro de Helsinki desde el punto de vista ergonómico.
- c) Resultados: El metro de Helsinki, luego de 20 años de planificación y a pocos años del inicio de la construcción que deberá concluirse en 1978, se encontraba en funcionamiento parcial y con seis coches experimentales en operación para 1972. Uno de los experimentos realizados en esos coches se refirió a los factores ergonómicos, y en él participaron 209 personas. Se concluyó que, en orden de importancia, los principales factores eran: 1) velocidad; 2) costos; y 3) comodidad. No hubo reclamos en cuanto a la velocidad y las críticas versaron principalmente sobre las agarraderas, las barras de soporte, el tamaño y disposición de las puertas y la falta de espacio para paquetes. Con base en estos resultados se desarrollaron nuevos planos alternativos de los coches.

C. CONCEPCION ERGONOMICA DEL TRABAJO DEL ODONTOLOGO

- a) Investigador: George J. Nixon (Inglaterra, 1970).
- b) Objetivo: Mejorar las condiciones de trabajo del odontólogo.
- c) Resultados: Como conclusión de un trabajo de T.M. Khalal, sobre los problemas ergonómicos de la Odontología, se propuso la incorporación de esta materia dentro de los pensamientos de las distintas Facultades de Odontología. Posteriormente, y a la luz del análisis de los desórdenes músculo-esqueléticos originados por el trabajo de los dentistas en posiciones forzadas, que perjudican tanto la salud como la eficacia, se realizaron estudios del trabajo, tal como ha venido efectuándose -

tradicionalmente con el dentista en posición de pie y el paciente sentado. Se concluyó que, en un trabajo que exige precisión como es la odontología, se alcanza mayor eficiencia cuando el operador está sentado; especialmente si trabaja por largos períodos, la comodidad del operador es necesaria y, para lograrla, el diseño de la silla dental juega un papel importante. La posición ideal del paciente para el operador sentado es la supina, con la cabeza casi en el pecho del operador. Por otra parte, la colaboración del asistente o enfermero que sólo se materializaba en forma indirecta, permite ahora la denominada operación a "cuatro manos", en donde las dos del asistente completan un trabajo más eficiente dentro de lo que se denomina el sistema hombre-máquina odontológico.

#### D. PROBLEMAS EN EL CULTIVO DE NUEVAS VARIEDADES DE ARROZ

- a) Investigador: A. Manuaba (Indonesia, 1971).
- b) Objetivo: Analizar los resultados del cultivo de una nueva variedad (PB-5) de arroz en fincas arroceras de Bali.
- c) Resultados: Una de las primeras observaciones fue, aparentemente positiva, que el rendimiento de esta variedad era, por hectárea sembrada, significativamente mayor que otras variedades. Se analizaron otras consecuencias tanto no ergonómicas como ergonómicas. Entre las primeras, la más importante estuvo constituida por diferencias sustanciales en el sabor del producto. Más reveladoras aún fueron las ergonómicas, con efecto sobre la motivación para el cultivo, entre las cuales es posible señalar las siguientes: Durante la cosecha, debido a su tallo

más corto, los trabajadores deben agacharse o ponerse en cuclillas, lo que resulta demasiado fatigante. Además, por ese mismo hecho, en lugar de utilizar las herramientas usuales, deben usar la hoz, la cual tiene un filo y un peso diferentes. Para transportar el producto, debido a que es imposible hacer gavillas o paquetes como antes, deben ponerlo en un canasto o en un saco de yute después de quebrarlo. Con ésto, el peso de la carga es altamente variable y frecuentemente resulta muy pesada, lo que es insólito en comparación con la situación anterior. Finalmente, para el almacenamiento deben hacerse cambios o por lo menos modificaciones de los graneros para adaptarlos a las características de la variedad PB-5.

G.K. Pock, A.E. West, T.J. Toben y J.P.T. Sullivan (E.E.U.U.)

## 6. ORGANIZACION

- A. EFFECTOS DEL TRASLADO A GRAN DISTANCIA AL SITIO DE TRABAJO EN LA TOMA DE DECISIONES
- a) Investigador: J. Tainsh (Inglaterra, 1973).
- b) Objetivo: Evaluar los efectos del viaje de una persona hacia su lugar de trabajo, en situación social de aislamiento, sobre el comportamiento en su actividad.
- c) Resultados: Se efectuaron dos experimentos: El primero fue un estudio de laboratorio relacionado con la adaptación del test de pensamiento crítico Waston-Glass para encontrar índices de sensibilidad a los efectos de un viaje. Este propósito fue obtenido y los índices se analizaron en términos de velocidad y precisión. Se llegó a la conclusión de que la velocidad de actuación es más sensible que la precisión como indicador de los parámetros. Un segundo experimento se realizó

freno. Esta de acuerdo con la hipótesis de que el conductor es capaz de adaptarse para investigar los efectos de algunos parámetros de un viaje en autobús sobre el comportamiento ulterior de la forma adaptada del test Waston-Glaser. Se descubrió que son muchas las variables capaces de producir cambios significativos en los resultados del test. Trabajos posteriores en relación con grupos de viajeros que toman decisiones comunes, no han arrojado aún resultados confiables.

- a) Investigadores: T. R. Schory (E.E.U.U., 1973).
- b) Objetivo: Determinar las dificultades relativas a la ejecución de la marcha en el tráfico urbano.
- c) Resultados: Los resultados indican que el conductor se adapta rápidamente a las condiciones de tráfico y que su rendimiento mejora con el tiempo.

## 7. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR LA MAQUINA

### A. PRUEBAS PARA LA ADAPTACION A VEHICULOS DE UN PEDAL COMBINADO ACCELERADOR-FRENO

- a) Investigadores: G.K. Pook, A.E. West, T.J. Toben y J.P.T. Sullivan (E.E.U.U., 1973).
- b) Objetivo: Evaluar las ventajas de un dispositivo que a velocidad alta en un vehículo automotor mejore el tiempo de reacción del conductor ante un peligro eventual. Los resultados permiten concluir que el seguimiento auditivo y el visual presentan más dificultades que el rastreo visual. En este sentido, la demanda de información visual es menor que la auditiva.
- c) Resultados: Los vehículos automotores se han vuelto uno de los más peligrosos asesinos de la sociedad moderna, además de herir a miles de personas vivas cada año. Los investigadores desarrollaron un pedal que combina al mismo tiempo las funciones de acelerador y de freno, el cual puede constituir una técnica para disminuir los accidentes automovilísticos. El tiempo de reacción, que transcurre después de la percepción de un estímulo potencial de accidente hasta que se ejerce acción sobre el freno, es de 0,256 segundos con este sistema de pedal, contra 0,468 segundos en el sistema convencional de dos pedales (acelerador y freno). Los resultados indican que el uso de este dispositivo reduce el riesgo de accidente en un 20%.

freno). Este ahorro de más de 45% en el período de reacción, significa que el vehículo se detenga 5,7 m. antes cuando es frenado a 100 Km. por hora. Por otra parte, este espacio suplementario permite al conductor maniobrar si sobre viene un peligro delante de él.

#### B. COMPARACION ENTRE INDICADORES VISUALES, AUDITIVOS Y CUTANEO

a) Investigador: T.R. Schory (E.E.U.U., 1973).

b) Objetivo: Determinar las dificultades relativas al rastreo o seguimiento mediante dispositivos visuales, auditivos y cutáneos..

c) Resultados: Se escogió una de tres tareas para estudiar el rastreo en el curso de la ejecución de un trabajo secundario que comporta gran carga visual. El desarrollo del rastreo fue idéntico para los tres tipos de dispositivos. Sin embargo, la actuación relativa a la tarea secundaria efectuada simultáneamente con el dispositivo visual y con el auditivo, fue mejor que la efectuada con el cutáneo. Los resultados permiten concluir que el seguimiento auditivo y el visual presentan menos dificultades que el rastreo cutáneo. En este sentido, los dos primeros tienen la ventaja de dotar al operador de una "atención de reserva", que permite la ejecución de tareas adicionales.

#### 8. OTROS TEMAS RELACIONADOS CON LA MAQUINA

##### A. FACTORES ERGONOMICOS EN EL DISEÑO DE COCINAS DOMESTICAS

a) Investigador: Joan S. Ward (Inglaterra, 1973).

b) Objetivo: Determinar los elementos críticos en el diseño de cocinas domésticas.

c) Resultados: Una investigación entre 262 amas de casa y dentro del contexto de la Ergonomía aplicada al trabajo doméstico, arrojó conclusiones importantes -

para ser tomadas en cuenta en el diseño de cocinas. Se estudiaron aspectos tales como: dimensiones, disposición de los quemadores u hornillas, controles, señales e iluminación, etc., en función de aspectos básicos del medio ambiente relativos, entre otros, al tamaño, la temperatura y velocidad del aire, la humedad relativa, etc. del lugar destinado a la cocina. Se concluyó que el diseño de estos artefactos debe estar en función de algunos parámetros, relativos especialmente a: el espacio y las características climáticas ambientales por encima de cualquier otra consideración.

## 9. PUESTO DE TRABAJO

### A. EL AMBIENTE DE LA OFICINA

- a) Investigadores: M.J. Brookers y A. Kaplan (E.E.U.U., 1972).
- b) Objetivo: Determinar las relaciones entre el planeamiento del espacio y el comportamiento afectivo del oficinista.
- c) Resultados: Se investigó el estado actual del arte de planear la distribución del espacio de las oficinas y los efectos del diseño de este puesto de trabajo sobre los ocupantes. La investigación se efectuó sobre las actividades y percepciones de 120 empleados con respecto a sus prácticas de trabajo. Se midieron las condiciones ambientales usando varios instrumentos inmediatamente antes y nueve meses después de un cambio en la disposición, la cual antes era una mezcla convencional de planos rectilíneos abiertos en oficinas semiprivadas y privadas, convirtiéndolas en un diseño "de paisaje". Los análisis de las tablas de contingencia a partir de combinaciones de grupos de sujetos, equipo instructor y condición

experimental, revelaron incrementos significativos en los juicios de valor estético y decremento en los de eficiencia funcional. Las principales causas de inconformidad fueron el nivel de ruido, falta de privacidad e incremento de las causas visuales de distracción; no obstante, hubo cambios positivos en la sociabilidad del grupo.

APENDICE N° 2

## APÉNDICE N° 2

Después de las consideraciones hechas a lo largo del estudio en torno a una figura "invisible": el ergonomista, quedaba aparentemente el vacío de hacerlo aparecer y de discutir su sitio o ubicación dentro de la empresa. Sin embargo, no parecía apropiado incluir este tema dentro del contenido del enfoque del trabajo, razón por la cual se ha preferido presentarla en el segundo apéndice que llena este vacío y, al mismo tiempo, pueda servir a medida de respuesta para aquellas funciones específicas en el asunto.

Aunque hoy en día existen cada vez más creciente preocupación tanto en empresas privadas como en dependencias del Estado por los estudios ergonómicos, y pese a que ya ha habido aplicaciones concretas, **APÉNDICE N° 2** es una muestra de las experiencias en otros países, promover y demostrar las posibilidades del ergonomista dentro de la Organización Institucional venezolano.

### EL ERGONOMISTA EN LA EMPRESA

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Si una empresa decide hacer uso de la Ergonomía, cuál es el próximo paso? Debe crear un departamento separado y embarcarse en un programa de investigación? Pocas firmas están en condiciones de hacerlo, y de hecho sólo en circunstancias excepcionales sería deseable. Existen varios caminos abiertos a la empresa: puede llevar los problemas ergonómicos a su asociación de investigación; o puede llamar un consultor; o puede con-

## APENDICE N° 2

Después de las consideraciones hechas a lo largo del estudio en torno a una figura "invisible": el ergonomista, quedaba aparentemente el vacío de hacerlo aparecer y de discutir su sitio o ubicación dentro de la empresa. Sin embargo, no parecía apropiado incluir este tema dentro del contexto del enfoque del trabajo, razón por la cual se ha preferido presentarlo como un segundo apéndice que llene este vacío y, al mismo tiempo, pueda servir a manera de separata para quienes tengan interés específico en el asunto.

Aunque hemos podido constatar una creciente preocupación tanto en empresas privadas como en dependencias del Estado por los estudios ergonómicos, y pese a que ya ha habido aplicaciones concretas, es necesario, producto de las experiencias en otros países, promover y demostrar las posibilidades del ergonomista dentro de la Organización Institucional venezolana.

### EL ERGONOMISTA EN LA EMPRESA

#### 1. CONSIDERACIONES GENERALES

Si una empresa decide hacer uso de la Ergonomía, cuál es el próximo paso? Debe crear un departamento separado y embarcarse en un programa de investigación? Pocas firmas están en condiciones de hacerlo, y de hecho sólo en circunstancias excepcionales sería deseable. Existen varios caminos abiertos a la empresa: puede llevar los problemas ergonómicos a su asociación de investigación; o puede llamar un consultor; o puede aun

gunos departamentos donde sus conocimientos pueden ser aplicados.

#### A. DEPARTAMENTOS DE INGENIERÍA DE DISEÑO Y PRODUCCIÓN

reclutar un ergonomista, o enviar un miembro de su personal a tomar un curso de Ergonomía.

Si la empresa decide reclutar un ergonomista, qué clase de persona debe ser buscada? Esto dependerá de si debe estar relacionada mayormente con el diseño de productos o con los procesos productivos. Un profesional competente capaz de realizar investigaciones independientes necesita por lo menos un curso de un año en Ergonomía, además de entrenamiento en ingeniería, diseño industrial o estudios de trabajo, o en una de las ciencias de biología humana. Es posible que una empresa grande tenga suficiente gama de problemas ergonómicos para emplear una persona graduada en alguna de las ciencias humanas. Una firma más pequeña puede preferir seleccionar a alguien cuyo principal adiestramiento haya sido, por ejemplo, en ingeniería, si está relacionada principalmente con el diseño de productos o con estudio del trabajo, en caso de que sus problemas ergonómicos estén influidos por la producción. No está dada aún, al menos dentro de no pocas empresas, la posibilidad de instalar un Departamento de Ergonomía; pero sí el seguimiento y adaptación de experiencias sobre la base de la idiosincrasia del propio trabajador. (10.2)

#### 2. EL DEPARTAMENTO DEL ERGONOMISTA

Por la propia naturaleza de su trabajo, el ergonomista es esencialmente un miembro de un grupo y es apropiado colocarlo en un departamento con cuyas funciones se asocie en forma más cercana. Existen muchas áreas que tienen que ver con la Ergonomía y en las cuales puede ubicarse el ergonomista, o turnarse entre ellas. Veamos a continuación algunos departamentos donde sus conocimientos pueden ser aplicados.

#### A. DEPARTAMENTOS DE INGENIERIA DE DISEÑO Y PRODUCCION

Es a través de la colaboración con el ingeniero responsable del diseño de sistemas de producción, equipo de capital o productos de consumo, que el ergonomista encuentra su hogar natural en la industria. El ergonomista puede proveer al ingeniero de una serie de datos sobre dimensiones humanas, fuerza, velocidad y eficiencia como métodos científicos para obtener una información tan exacta como se requiera y con técnicas para aplicarlas a un problema específico. Estos datos habilitan al ingeniero para hacer el nuevo enfoque mencionado anteriormente y en especial cuando éste envuelve un sistema completo de producción o un proceso total, determinando cuál función debe localizar en el operador y cuál en la máquina.

Lo anterior contrasta con el enfoque tradicional de mecanización solamente en términos de costo y de practicidad, que presume que la máquina es mejor que el hombre. Vale la pena enfatizar nuevamente que hay muchas funciones tales como inteligencia, versatilidad y detección e interpretación de información, donde el hombre puede ser mejor que las máquinas. (8.1)

#### B. DEPARTAMENTO DE ESTUDIO DEL TRABAJO

Donde el estudio del trabajo esté bien establecido, el ergonomista puede proveer una ayuda suplementaria muy útil a la eficiencia productiva. Sus conocimientos especializados pueden ser aplicados a los problemas de producción, a las modificaciones de las máquinas existentes y del "layout" o plano del lugar de trabajo, y al control del ambiente de trabajo.

Aun dada la amplitud de aplicaciones de la Ergonomía al diseño de maquinarias, los

métodos de producción están sujetos a cambios y las máquinas a ser usadas para propósitos para los cuales no fueron diseñadas originalmente. El ergonomista usa los mismos procedimientos de análisis de tareas que utiliza el profesional de estudios de trabajo, pero extiende su análisis para cubrir tanto los aspectos mentales como los físicos, las formas como el operador recibe y procesa información, y también la forma en que la transmite.

Una dificultad para situar a un ergonomista en el departamento de estudios de trabajo consiste en que a menudo las actividades del departamento se concentran principalmente en estudios de tiempos y movimientos. Sin embargo, esto tampoco constituye un problema serio puesto que en cualquier organización donde no se empleen estudios de métodos es improbable que se aplique la Ergonomía a sus problemas de producción. (6.1) (10.2)

### C. DEPARTAMENTO MEDICO

Tanto el médico como el ergonomista se interesan en la anatomía y en la fisiología, pero sus enfoques son diferentes. Para el ergonomista, la anatomía incluye la antropometría, ésto es las medidas de las personas, la cual ayuda a determinar, por ejemplo, las dimensiones de los asientos y las relaciones espaciales de controles e indicadores, como también la anatomía funcional, ésto es el estudio de los músculos o juegos de músculos y articulaciones más apropiados para movimientos específicos de control. El trabajo de fisiología incluye la medición de la temperatura del cuerpo, el consumo de oxígeno, las pulsaciones y la actividad muscular a fin de determinar el consumo de energía en un trabajo particular y así comparar trabajos o máquinas completamente diferentes en términos numéricos y establecer estándares de esfuerzo físico prudencial en un día de trabajo.

Fuerza de Trabajo pueda desempeñar.

Todo esto está un poco alejado de las actividades normales de un médico, quien se interesa principalmente por los casos individuales. Aprende anatomía para conocer la estructura del cuerpo y fisiología como un marco del diagnóstico de las enfermedades. Hay una regocijante tendencia de los departamentos de salud industriales y ocupacionales avanzados de incluir este tópico al extender sus esfuerzos de medicina preventiva hacia el "total bienestar del trabajador".

Por lo tanto, el ergonomista no pertenece necesariamente al Departamento Médico, aunque frecuentemente se encuentra en él en países como Inglaterra, Francia y Holanda, donde existen servicios médicos industriales altamente organizados y donde los problemas estudiados han estado conectados principalmente con la capacidad física de trabajo. (4.4) (10.2)

#### D. DEPARTAMENTO DE PERSONAL

Muchos ergonomistas han recibido su adiestramiento básico en psicología. En la actualidad, el único lugar de una organización industrial donde es posible encontrar un psicólogo profesional es en el departamento de personal. Allí, sus principales funciones se relacionan con los problemas de selección, adiestramiento, relaciones humanas y bienestar. Para el ergonomista, sin embargo, "psicología" significa un tipo diferente de psicología, especialmente el estudio de la capacidad humana para recibir y transmitir información, y de los problemas de percepción y actividad relacionada con el diseño y equipos.

La Selección y Entrenamiento de tipos particulares de personas para trabajos específicos, como se hace normalmente en la industria, tiene poco en común con el enfoque económico, el cual se dirige al diseño de empleos de tal manera que la mayor parte de la

Fuerza de Trabajo pueda desempeñarlos.

Por lo tanto, usualmente no hay suficiente base para poner al ergonomista en situación de ajustarse al departamento de personal. Sin embargo, en los últimos años el ergonomista ha demostrado un creciente interés por su adiestramiento y ésto podría constituir el puente que une a las actividades ergonómicas con los tradicionales intereses psicológicos del departamento de personal. (6.5) (6.2) (2.5) (4.7)

#### E. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION DE OPERACIONES

Donde haya sido ya establecida la investigación operacional, el ergonomista puede hacer una contribución efectiva. Al investigador operacional le atañen las relaciones insumo-producto y los objetivos de los sistemas hombre-más-máquina, los cuales a menudo contienen muchos hombres y máquinas. El ergonomista opera dentro de esta clase de unidad, pero por análisis experimental. Sin embargo, comparte el interés en los problemas de control y comunicación entre hombres y máquinas, es decir, en el campo de la cibernetica. Este estudio forma parte del marco técnico de la investigación operacional y provee al ergonomista de una útil herramienta en forma de modelos matemáticos para la investigación de la eficiencia de las unidades hombre-máquina. (1.5) (10.2)

#### F. CONSIDERACION FINAL

Hay un elemento de juicio que debe superar a todos los demás en la decisión del lugar apropiado para el ergonomista. El jefe o alto ejecutivo debe entender lo que el ergonomista puede hacer y como lo hace, y debe estar preparado para defenderlo del hombre de acción que querrá inevitablemente una respuesta inmediata a cada problema hombre-máquina.

La Ergonomía puede ser aplicada a cualquier actividad, el conocimiento disponible está creciendo constantemente a través de investigaciones llevadas a cabo por departamentos gubernamentales, universidades, colegios y otras organizaciones de investigación y por la industria. Por otra parte, lo que sabemos es muy poco en comparación con lo que necesitamos saber; por lo tanto, un ergonomista pionero en una industria o firma nueva tiene que dedicar una gran cantidad de tiempo a investigaciones relativamente básicas en relación con cualquier nuevo proyecto en que tenga participación. En algunas ocasiones hay respuestas rápidas y fáciles pero más a menudo se requieren experimentaciones elaboradas.

La Ergonomía para los sistemas hombre-máquina que serán usados en los próximos años debe desarrollarse desde ahora. El costo de este trabajo no es alto para una firma o industria grande y normalmente no afecta los gastos de producción, puesto que cuesta lo mismo hacer una máquina nueva mala que hacer una buena.

Con frecuencia son posibles las reducciones en el costo, ya que los ingenieros tienen una tendencia natural a diseñar mecanismos sin considerar la posibilidad de que la función particular pueda ser desarrollada más económicamente por un operador humano. Lo que interesa en todo caso es adaptar la máquina a las características de los hombres de los lugares donde habrá de ser utilizada. (10.2) (10.1)

## LA TEMATICA ERGONOMICA

La temática ergonómica es una de las más extensas y variadas que existen.

Por tratarse de un estudio interdisciplinario, y por relacionarse con todos

los factores y elementos que llevan al hombre con su trabajo, la temática ergonómica

### **BIBLIOGRAFIA TEMATICA GENERAL**

es particularmente extensa. Si consideramos el *hombre* dentro de una concepción antropocéntrica, por ejemplo, se presenta una extensa temática relacionada con él. En este se presentan tanto aspectos genéticos y de su actividad genética, como con el funcionamiento sensorial, motor, psíquico, fisiológico, etc., como respuesta a estímulos que actúan sobre su organismo en la actividad laboral. Se presentan, además, variadísimas condiciones extremas originadas en la máquina "display-control" (indicadores-control) en el puesto de trabajo (sillas, aparatos auxiliares), en el medio ambiente (temperatura, estímulos, motivación), por fuera de los grupos diferenciales propios del factor humano "per se", como el comportamiento cardíaco, los ritmos circadianos, los datos antropométricos, etc.

Si consideramos, de otra parte, la máquina en su relación dentro de esa concepción antropocéntrica, se nos presentan extensos y variados temas relacionados con los sistemas de señales y controles y con variables, tales como tamaño, color, ruido, etc.

Todos estos circunstancias hacen espacialmente difícil intentar una clasificación temática, más si se tiene en cuenta que a diario se descubren nuevos ele-

meros de relación en el sistema hombre-máquina, que crean campos hasta entonces no considerados como objeto de estudios ergonómicos. A pesar de todo, se ha hecho un esfuerzo por presentar en este trabajo una lista de temas sobre los cuales se han desarrollado.

## LA TEMATICA ERGONOMICA

Este intento de clasificación no ha seguido una metodología taxonómica, ni pretende constituir tampoco un listado exhaustivo. En obediencia a la claridad, se han separado algunas partes de un todo, sin dejar por ello de considerar el conjunto.

Por tratarse de un estudio interdisciplinario, y por relacionarse con todos los factores y elementos que ligan al hombre con su trabajo, la temática ergonómica es particularmente extensa. Si consideramos el factor humano dentro de una concepción antropocéntrica, por ejemplo, se presenta una extensa temática relacionada aparte. Con esto se pretende llegar a cierto grado de especificidad conveniente a con el funcionamiento sensorial, motor, psíquico, fisiológico, etc., como respuesta la persona que por primera vez se adentra en la disciplina objeto de este trabajo, a variadísimas condiciones externas originadas en la máquina "display-control" (indi-

La clasificación realizada sirvió también para presentar una bibliografía (autores-control) en el puesto de trabajo (sillas, aparatos auxiliares), en el medio ambiente (temperatura, estímulos, motivación), por fuera de los grupos diferenciales

Para ilustrar un poco la labor de clasificación, se han escogido algunos propios del factor humano "per se", como el comportamiento cardíaco, los ritmos circadianos, los datos antropométricos, etc.

gaciones realizadas sobre ellos, por parte de autores de diferentes países.

Si consideramos, de otra parte, la máquina en su relación dentro de esa concepción antropocéntrica, se nos presentan extensos y variados temas relacionados con los sistemas de señales y controles y con variables, tales como tamaño, color, ruido, etc.

Todas estas circunstancias hacen especialmente difícil intentar una clasificación temática, más si se tiene en cuenta que a diario se descubren nuevos ele-

mentos de relación en el sistema hombre-máquina, que afectan campos hasta entonces no considerados como objeto de estudios ergonómicos. A pesar de todo, se ha hecho un esfuerzo por presentar en este trabajo una lista de temas sobre los cuales se han desarrollado investigaciones en diferentes partes del mundo.

Este intento de clasificación no ha seguido una metodología taxonómica, ni pretende constituir tampoco un listado exhaustivo. En obsequio a la claridad, se han separado algunas partes de un todo, sin dejar por ello de un lado el conjunto. Por ejemplo, aparecen las diferentes clases de indicadores y de controles, constitutivos del sistema hombre-máquina, y el mismo sistema aparece formando un rubro aparte. Con ésto se pretende llegar a cierto grado de especificidad conveniente a la persona que por primera vez se adentra en la disciplina objeto de este trabajo.

La clasificación realizada sirvió también para presentar una bibliografía ordenada por materias, que se encuentra al final de este trabajo.

Para ilustrar un poco la labor de clasificación, se han escogido algunos de los temas y se han hecho resúmenes, a manera de ejemplos, de algunas investigaciones realizadas sobre ellos, por parte de autores de diferentes países.

1.15. Memoria

1.16. Reflejos

1.17. Tensión muscular

1.18. Reacción

1.19. Transmisión de información

## TEMAS ERGONOMICOS

### 1. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR EL OPERADOR HUMANO

- 1.1. Percepción
- 1.2. Vigilancia y rastreo
- 1.3. Actuación manual
- 1.4. Toma de decisiones
- 1.5. Interacción hombre-máquina
- 1.6. Visión e iluminación
- 1.7. Tacto y percepción
- 1.8. Acción motora
- 1.9. Procesamiento de datos
- 1.10. Audición y ruido
- 1.11. Error y confusión
- 1.12. Olfato
- 1.13. Sentidos humanos
- 1.14. Estímulos sensoriales
- 1.15. Memoria
- 1.16. Reflejos
- 1.17. Tensión muscular
- 1.18. Reacción
- 1.19. Transmisión de información

EL OPERADOR HUMANO

2. ACTITUD DEL OPERADOR HUMANO

Temperatura

2.1. Atención y distracción

Carga de trabajo

2.2. Habitación

Caso de enfermedad

2.3. Posición y movimiento del cuerpo en el trabajo

Estándares de producción

2.4. Motivación y actitudes

Conceptos y motivación

2.5. Psicología industrial

Conciencia social

2.6. Trabajo de inválidos

Adecuamiento

2.7. Ajuste físico al trabajo

Adaptación al ambiente

2.8. Fatiga

Adaptación

2.9. Comportamiento humano

Trabajos de trabajo y protección

2.10. Trabajo negativo

Altitud

3. CONDICIONES FISICAS DEL OPERADOR HUMANO

Tamaño y forma

3.1. Ritmos circadianos

Biofisiología

3.2. Envejecimiento y edad

Ergonomía

3.3. Datos antropométricos

Trabajos deformantes y similares

3.4. Psico-fisiología

CONDICIONES FÍSICAS DE TRABAJO DEL OPERADOR HUMANO

3.5. Comportamiento cardíaco. Circulación

Inspección. Control de calidad

3.6. Intoxicación alcohólica

Trabajo nocturno

3.7. Respiración

Normas de calidad

3.8. Sueño

Agricultura y ganadería

3.9. Sexo

3.10. Metabolismo

4. CONDICIONES DE TRABAJO Y OTRAS CIRCUNSTANCIAS QUE OBRAN SOBRE  
EL OPERADOR HUMANO

- 4.1. Temperatura
- 4.2. Carga de trabajo
- 4.3. Gasto de energía
- 4.4. Seguridad industrial
- 4.5. Estandardización y adaptación
- 4.6. Compulsión y animación
- 4.7. Adiestramiento
- 4.8. Medio ambiente
- 4.9. Vibración
- 4.10. Trajes de trabajo y protectores
- 4.11. Altitud
- 4.12. Trabajo subterráneo
- 4.13. Biomecánica
- 4.14. Ergometría

RECEPCIÓN Y TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN POR LA MAQUINA  
4.15. Trabajos deformantes y similares

5. ALGUNOS CAMPOS DE TRABAJO DEL OPERADOR HUMANO

- 5.1. Inspección. Control de calidad
- 5.2. Trabajo físico
- 5.3. Normas de calidad
- 5.4. Agricultura y ganadería

9. 5.5. Tránsito y transporte. Manejo de vehículos

5.6. Odontología

10. 5.7. Deportes

5.8. Computación

5.9. Productos de consumo

11. 5.10. Análisis de tareas

5.11. Grupos de trabajo

5.12. Educación

## 6. ORGANIZACION

6.1. Organización

6.2. Evaluación de cargos

6.3. Recursos humanos

6.4. Almacenamientos

6.5. Selección de personal

6.6. Sistemas, funcionamiento y evaluación

## 7. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR LA MAQUINA

7.1. Sistemas de indicadores (display)

7.2. Controles

## 8. OTROS TEMAS RELACIONADOS CON LA MAQUINA

8.1. Diseño

8.2. Máquinas-herramientas

## ESTACIONES Y TRASLACIONES EN LA EDUCACION PARA EL OPERADOR HUMANO

### 9. PUESTO DE TRABAJO

#### 9.1. Puesto de trabajo

### 10. TEMAS GENERALES

#### 10.1. La ergonomía como disciplina

#### 10.2. Temas varios

### 11. INSTITUCIONES, ORGANIZACIONES ERGONOMICAS Y RELACIONADAS

#### 11.1. Instituciones

#### 11.2. Organizaciones

### 12. BIBLIOGRAFIA

#### 12.1. Bibliografía general

1.1.1. Moshour, M. Psychological relations in the perception of velocity. (Almqvist y Wiksell, Estocolmo, 1964).

1.1.2. Evans, S.H. y Danoff, D.F. Contribution of automatic pattern recognition to the study of human pattern perception. (Trabajo presentado a un simposium de OTAN sobre evaluación de imágenes, Munich, agosto de 1969).

1.1.3. Roth, H. e Issing, E. J. One and two channel presentation of information in ETV. (Programmed learning and educational technology, 1970, N° 7, 24-28).

1.1.4. Batterby, A. y Barnes Lee, M.J. Communication through interactive diagrams. (En: Computer graphics in management, Gower, Londres, 1970).

1.1.5. Wingfield, A. y Klien, J.F. Syntactic structure and acoustic pattern in speech perception. (Perception and Psychophysics, 1971, 9/1-A, 23-25).

1.1.6. Klare, O.R., Smiley, H.W. y Stolzow, L.M. The Cloze procedure: A convenient readability test for training materials and translations. (Institute for Defense Analyses, Arlington, Virginia, Trabajo N° 660, 1971).

1.1.7. Borg, G. Relative response and stimulus scales (Institute of Applied Psychology, Universidad de Estocolmo, 1970).

## 1. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR EL OPERADOR HUMANO

### 1.1. Percepción

- 1.1.1. Sweets, J.A. Signal detection and recognition by human observers. (Wiley, New York, 1964).
- 1.1.2. Gordon, I.E. y Winwood, Margaret. Searching through letter arrays. (Ergonomics, 1973, Nº 2, 177-188).
- 1.1.3. Colling, J.F. y Eriksen, C.W. The perception of multiple simultaneously presented forms as a function of foveal spacing. (Perception and psychophysics, 1967, Nº 2, 369-373).
- 1.1.4. Enoch, J.M. Effect of the size of a complex display upon visual search. (Journal of the optical society of America, 1959, Nº 49, 280-286).
- 1.1.5. Fraisse, P. Influence de la vitesse des mouvements sur l'estimation de leur durée. (Année Psychologique, 1961, Nº 61, 391-399).
- 1.1.6. Mashhour, M. Psychological relations in the perception of velocity. (Almqvist y Wiksell, Estocolmo, 1964).
- 1.1.7. Evans, S.H. y Dansfream, D.F. Contribution of automatic pattern recognition to the study of human pattern perception. (Trabajo presentado a un simposium de OTAN sobre evaluación de imágenes, Munich, agosto de 1969).
- 1.1.8. Roth, H. e Issing, L. J. One and two channel presentation of information in ETV. (Programmed learning and educational technology, 1970, Nº 7, 24-28).
- 1.1.9. Battersby, A. y Berners Lee, M.I. Communication through interactive diagrams. (En: Computer graphics in management, Gower, Londres, 1970).
- 1.1.10. Wingfield, A. y Klien, J.F. Syntactic structure and acoustic pattern in speech perception. (Perception and Psychophysics, 1971, 9/1-A, 23-25).
- 1.1.11. Klare, G.R., Sinaiko, H.W. y Stolzow, L.M. The Cloze procedure: A convenient readability test for training materials and translations. (Institute for Defense Analyses, Arlington, Virginia, Trabajo Nº 660, 1971).
- 1.1.12. Borg, G. Relative response and stimulus scales (Institute of Applied Psychology, Universidad de Estocolmo, 1970).

- 1.1.13. Karsh, R. Keeping track of sequential events: multiple tallies and information rate. (Journal of Experimental Psychology, 1970, 84, 339-342).
- 1.1.14. Bernstein, I.H. Can we see and hear at the same time? Some recent studies of intersensory facilitation of reaction time. (En: Attention and performance, North Holland Publishing Co., Amsterdam, 1970).
- 1.1.15. Dougherty, W.G., Jones, J.B. y Engel, G.R. Sensory integration of auditory and visual information. (Canadian Journal of Psychology, 1971, 25/6, 476-485).
- 1.1.16. Huntley, M.S. Task complexity and serial performance under steadily increasing input rates. (Human factors, 1972, 14/1, 65-75).
- 1.1.17. Cumming, R.W. y Croft, P.G. Human information processing under varying task demand. (Ergonomics, 1973, 16/5, 581-586).
- 1.1.18. Brown, I.D. The measurement of perceptual load and reserve capacity. (Transactions of the association of industrial medical officers, 1964, 14, 44-49).
- 1.1.19. McNicol, D. A primer signal of detection theory. (Allen and Unwin, Londres, 1972).
- 1.1.20. Reilly, R.E. y Parker, J.F. Effect of heat stress and prolonged activity on perceptual motor performance. (Biotechnology, Inc., Arlington, Va. 1967).
- 1.1.21. Von Foerster, H. Perception of form in biological and man-made systems. (Journal of the industrial designers society of America, 1970, 3, 26-40).
- 1.1.22. Welford, A.T. y Houssias, L. Contemporary problems in perception. (Taylor and Francis, Londres, 1970).
- 1.2. Vigilancia y Rastreo
- 1.2.1. Weiner, E.L. Training for vigilance: Repeated sessions with knowledge of results. (Ergonomics, 1969, N° 11, 547-556).
- 1.2.2. Baker, C.H. Biassing attention to visual displays during a vigilance task: A summary report. (Royal Navy Personnel Research Committee Report, 1956, 56-876).

- 1.2.3. McGrath, J.J. y Buckner, D.N. Vigilance: A Symposium. (McGraw-Hill, New York, 1963).
- 1.2.4. Broadbent, D.E. y Gregory, M. Vigilance considered as a statistical decision. (British Journal of Psychology, 1963, N° 54, 309-323).
- 1.2.5. Broadbent, D.E. y Gregory, M. Effects of noise and of signal rate upon vigilance analyzed by means of decision theory. (Human Factors, 1965, 155-162).
- 1.2.6. Adams, J.A. Human tracking behavior. (Psychological Bulletin, 1961, N° 58, 55-79).
- 1.2.7. Tyler, D.M., Waag, W.L. y Halcomb, C.G. Monitoring performance across sense modes: An individual difference approach. (Human Factors, 1972, N° 14, 539-547).
- 1.2.8. Kelin, T.J. y Cassidy, W.B. Relating operator capability to system demands. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de Factores Humanos, Los Angeles, octubre de 1972).
- 1.2.9. Wiener, E.L. Adaptive measurement of vigilance decrement. (Ergonomics, 1973, 16/4, 353-363).
- 1.2.10. Adams, J.A. Vigilance in the detection of low intensity visual stimuli. (Journal of Experimental Psychology, 1956, 52, 204-208).
- 1.2.11. Jerison, H.J. y Pickett, R.M. Vigilance: The important of the elicited observing rate. (Science, 1964, 143, 970-971).
- 1.2.12. Elliott, E. Auditory vigilance tasks. (Advancement of Science, 1959, 53, 393-399).
- 1.2.13. Enoch, J.W. Natural tendencies of visual search of a complex display. (En: Visual search techniques, National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1960).
- 1.2.14. Tickner, A.H. y Poulton, E.C. Monitoring up to 16 syntetic television pictures showing a great deal of movements. (Ergonomics, 1973, 16/4, 381-401).
- 1.2.15. Colquhoun, W.P. The effect of "unwanted" signals on performance in a vigilance task. (Ergonomics, 1961, 4, 41-51).
- 1.2.16. Tickner, A.H. y Poulton, E.C. Monitoring 16 television screens showing little movement. (Ergonomics, 1972, 15, 279, 291).

- 1.2.17. Tickner, A.H. y Poulton, E.C. Remote monitoring of motor-ways using closed-circuit television. (*Ergonomics*, 1968, 11, 455-466).
- 1.2.18. Michael, P.R. y Goom, M.K. Tracking from a moving platform with changing reference axes. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 1.2.19. Megaw, E.D. Direction and extent uncertainty in step-input tracking. (*Journal of motor behavior*, 1972, 4/3, 171-186).
- 1.2.20. Megaw, E.D. Simultaneous tracking of a random step-input by the saccadic eye movement and manual tracking systems. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 1.2.21. Colquhoun, W.P. y Blake, M.J.F. Experimental studies of watch-keeping. Summary Report. (TRC Report N° T-72-01878, 1969, 16 páginas).
- 1.3. Actuación Manual
- 1.3.1. Kao, H.S.R. The effects of hand-finger exercise on human hand-writing performance. (*Ergonomics*, 1973, Vol. 16, N° 2, 171-175).
- 1.3.2. Kao, H.S.R., Smith, K.U. y Knutson, R. Experimental cybernetic analysis of human handwriting and penpoint design. (*Ergonomics*, 1969, N° 12, 453-458).
- 1.3.3. Glencross, D.J. Temporal organization in a repetitive speed skill. (*Ergonomics*, 1973, N° 6, 765, 776).
- 1.3.4. Bair, J.H. Development of voluntary control. (*Psychological Review*, 1901, N° 8, 474-510).
- 1.3.5. Harter, N. y Bryan, W.L. Studies on the telegraphic language. The acquisition of a hierarchy of habits. (*Psychological Review*, 1899, 345-375).
- 1.3.6. Conrad, R. Timing. (*Occupational Psychology*, 1955, N° 29, 173-181).
- 1.3.7. Fraisse, P. The psychology of time. (Eyre y Spottiswoode, Londres, 1964).
- 1.3.8. Provins, K.A. Handedness and skill. (*Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1956, N° 8, 79-95).

- 1.3.9. Provins, K.A. The effect of training and handedness on the performance of two simple motor tasks. (Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1958, N° 10, 29-39).
- 1.3.10. Swanson, A.B. y otros. The strength of the hand. (Bulletin of Prosthetics Research, 1970, 10-14, 145 págs.).
- 1.3.11. Bliss, J.C. y Hill, J.W. Tactile perception studies related to tele-operator systems. (TRC Report N° P-175274, 1971).
- 1.3.12. Streimer, I. Human performance characteristics in a complex manual task underwater. (Human Factors, 1972, 14, 95-99).

#### 1.4. Toma de decisiones

- 1.4.1. Jerison, H.J., Pickett, R.M. y Stenson, H.H. The elicited observing rate and decision processes in vigilance. (Human Factors, 1965, N° 7, 107-128).
- 1.4.2. Broadbent, F.C. Decisions and Stress. (Academic Press, Londres, 1971).
- 1.4.3. Edwards, W. The theory of decision making. (Psychological Bulletin, 1954, N° 51, 380-417).
- 1.4.4. Tversky, A. Decision making. (Penguin, Harmsworth, 1967).
- 1.4.5. Newell, A. y Simon, H.A. Human problem solving. (Prentice Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1972).
- 1.4.6. Jones, C.H., Hughes, L. y Engold, K.J. A comparative study of management decision-making from computer terminals. (Trabajo presentado a la Conferencia de Primavera sobre Computación, Atlantic City, N.J., mayo 1970).
- 1.4.7. Eason, K.D. The manager as a computer user. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 1.4.8. Tainsh, J. An investigation of the effects of travelling on later decision-making. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 1.4.9. Clauer, K. An evaluation of hierarchical retrieval performance. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973). (Scientific and technical report, 1971, 16 págs.).

1.4.10. Raybould, E.D. y Minter, A.L. Problem solving for management: A new look at method study. (Management publications for the Institute of Work Study Practitioners, Londres, 1971).

1.4.11. Neiser, U. Decision time without reaction time: Experiments in visual scanning. (American Journal of Psychology, 1963, 76, 376-385).

1.4.12. Lee, W. Decision theory and human behavior. (Wiley, New York, 1971).

#### 1.5. Interacción Hombre-Máquina

1.5.1. Singleton, W.T. Psychological aspects of man-machine systems. (En: Psychology at work. Penguin, Harmondsworth, 1971).

1.5.2. Ellis, T.O., Heafner, J.F. y Sibley, W.L. The Grail Project: An experiment in man-machine communications. (Proceedings of the Society of Information Display, 1970, 11/3, 121-129).

1.5.3. Corlett, E.N. An assessment of some current man-machine analysis methods. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

1.5.4. Pulfer, J.K. Man-machine interaction in creative applications. (International Journal of Man-machine Studies, 1971, 3/1, 1-11).

1.5.5. Parsons, H.M. Man-machine system experiments. (John Hopkins Press, Baltimore, 1972).

1.5.6. Christensen, J.M. y Mills, R.G. What does the operator do in complex systems. (Human Factors, 1967, 9, 329-340).

1.5.7. Singleton, W.T. y otros. Measurement of man at work. An appraisal of psychological and physiological criteria in man-machine systems. (Taylor and Francis, Londres, 1971).

1.5.8. Hancock, R.P. Interfacial couplings for man-machine systems. A review of the literature on upper-extremity motion effectiveness to July 1968. (Bulletin of Prosthetics Research, 1970, 78 págs.).

1.5.9. Fenker, J.R. y Evans, J.H. A model for optimizing the effectiveness of man-machine decision making in a pattern recognition system. (Scientific and technical aerospace report, 1971, 16 págs.).

1.5.10. Singleton, W.T. y otros. The human operator in complex systems. (Taylor and Francis, 1967).

1.5.11. Favergé, J.M. y otros. L'adaptation de la machine à l'homme. (Presses Universitaires de France, París, 1958).

## 1.6. Visión e iluminación

1.6.1. Freeman, G.L. The optical muscular tensions for various performances. (American Journal of Psychology, 1938, N° 51, 146-150).

1.6.2. Florip, D.J. y Bauer, R.W. Dark adaption recovery after pulsed light. (Ergonomics, 1973, N° 6, 759-764).

1.6.3. Barlett, N.R. Dark adaptation and light adaptation. En: Vision and visual perception, Wiley, New York, 1965).

1.6.4. Mote, F.A. y Riopelle, A.J. The effect of varying the intensity and the duration of pre-exposure upon foveal dark adaptation in the human eye. (Journal of General Psychology, 1951, N° 34, 657-674).

1.6.5. Wald, G. y Clark, A.B. Visual adaptation and the chemistry of the roads. (Journal of General Psychology, 1973, N° 21, 93-105).

1.6.6. Bonnet, C. Les mechanisms de la perception de la vitesse d'un mouvement visuel. (Universidad de París, 1970, tesis doctoral).

1.6.7. Ross, H.E. y Lennie, P. Adaptation and counter adaptation to complex optical distortion. (Perception and Psychophysics, 1972, N° 12, 273-277).

1.6.8. Coates, A., Prevost, J.R. y Rigg, B. The measurement and assessment of color differences for industrial use -IV- The accuracy of visual assessment. (Journal of the Society of Dyers and Colourists, 1972, N° 88, 363-368).

1.6.9. Association Francaise de L'Eclairage. Recommendations relatives à L'Eclairage Intérieur. (Lux Société D'Editions de Propagande, París, 1971).

1.6.10. Blackwell, H.R. A human factors approach to lighting recommendations and standards. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, Los Angeles, 1972).

1.6.11. Stone, P.T. y Harker, S.D.P. Individual and group differences in discomfort glare responses. (Lighting research and technology, 1973, 5/1, 41-49).

- 1.6.12. Saito, S. Optical copying device for human body. (*Japanese Journal of Ergonomics*, 1972, 8/4, 177-182).
- 1.6.13. Hahn, E.L. y Bartley, S.H. The apparent orientation of a luminous figure in the darkness. (*American Journal of Psychology*, 1954, 67, 500-508).
- 1.6.14. Nelson, T.M. The relationship of the intrinsic geometric properties of an object to the apparent shape. (*American Journal of Optometry*, 1954, 31, 289-296).
- 1.6.15. Virsu, V. Underestimation of curvature and task dependence in visual perception form. (*Perception and Psychophysics*, 1971, 9/3-B, 339-342).
- 1.6.16. Lay, S.D. Appraisal of the visual environment. (*Ies Lighting Review (Australia)*, 1970, 32, 129-138).
- 1.6.17. Aldworth, R.C. y Bridgers, D.J. Design for variety in lighting. (*Lighting Research and Technology*, 1971, 3/1, 8-23).
- 1.6.18. Gould, J.D. Eye movements during visual search. (*IBM Research Report, RC-2680*, 1969).
- 1.6.19. Gould, J.D. y Peeples, D.R. Eye movements during visual search and discrimination of meaningless, symbol and object patterns. (*Journal of Experimental Psychology*, 1970, 15, 51-55).
- 1.6.20. Lyons, S.L. Electric lighting for building sites and construction. (*Lighting Research and Technology*, 1972, 4/2, 67-79).
- 1.6.21. Harker, S. Three approaches to subjective evaluation of the visual environment. (*Trabajo presentado a la Asamblea Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas*, 1973).
- 1.6.22. Bursill, A.E. The restriction of peripheral vision during exposure to hot and humid conditions. (*Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1958, 10, 113-129).
- 1.6.23. Teicher, W.H. y Krebs, M.J. Laws of the simple visual reaction time. (*Psychological Review*, 1972, 79/4, 344-358).
- 1.6.24. Hopkinson, R.G. y Kay, J.D. The lighting of buildings (Faber and Faber, Londres, 1972).
- 1.6.25. Notton, D. y Stark, L. Scanpaths in saccadic eye movements while viewing and recognizing patterns. (*Vision Research*, 1971, 11/9, 929-942).

1.6.26. Boynton, R.M. y Bois, D.E. The effect of background luminance contrast upon visual search performance. (Illuminating Engineering, 1971, 66, 173-186).

1.6.27. O'Hanlon, J.G. y Griffin, M.J. Some effects of the vibration of reading material upon visual performance. (TRC Report N° BR-25689, 1971, 47 págs.).

### 1.7. Tacto y percepción

- 1.7.1. Zwislocki, J.J. Vibrotactile information transfer. (Agard, Principles and practice of Bionics, 1968, 239-259).
- 1.7.2. Bliss, J.C. y Hill, J.W. Tactile perception studies related to tele-operator systems. (TRC Report N° P-175274, abril 1971).

### 1.8. Acción Motora

- 1.8.1. Bartlett, N.R. y Bartlett, C.S. Synchronization of a motor response with an anticipated sensory event. (Psychological Review, 1959, N° 66, 203-218).
- 1.8.2. Conrad, R. Speed and load stress in a sensori-motor skill. (British Journal of Industrial Medicine, 1951, N° 8, 1-7).
- 1.8.3. Kamon, E. y Gormley, J. Muscular activity pattern for skilled performance and during learning of a horizontal bar exercise. (Ergonomics, 1968, N° 11, 345-357).
- 1.8.4. Heide, J. y Molbech, S. Influence of after-movement on muscle memory following isometric muscle contraction. (Ergonomics, 1973, N° 6, 787-796).
- 1.8.5. Hick, W.E. Some features of after-contraction phenomenon. (Quarterly Journal of Experimental Psychology, 1953, N° 5, 166-170).
- 1.8.6. Pinkhof, J. Contraction résiduelle de muscles volontaires après un raccourcissement tetaniques énergique. (Archives Néerlandaises de physiologie de l'homme et des animaux, 1922, N° 6, 516-527).
- 1.8.7. Sapirstein, M.R., Herman, R.C. y Wallace, G.B. A study of after-contraction. (The American Journal of Psychology, 1937, N° 119, 549-556).
- 1.8.8. Nowak, Ewa. Angular measurements of foot motion for use in designing foot pedals. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

1.9. Procesamiento de Datos

- 1.9.1. Garner, W.R. The stimulus in information processing. (American Psychologist, 1970, 25/4, 350-358).
- 1.9.2. Hormann, A. y otros. User adaptive language (UAL) a step toward man-machine synergism. (U.S. Government Research and Development Reports. Report AD-728-981, junio, 1971).

1.10. Audición y ruido

- 1.10.1. Conrad, D.W. The effects of intermittent noise on human serial decoding performance and psychological response. (Ergonomics, 1973, N° 6, 739-747).
- 1.10.2. Bregman, H.L. y Pearson, R.G. Development of a noise annoyance sensitive scale. (NASA, Washington, D.C., 1954).
- 1.10.3. Broadbent, D.E. The twenty dials and twenty lights test under noise conditions. (Medical Research Council Report, Applied Psychology Unit, 1951, N° 160/51).
- 1.10.4. Broadbent, D.E. Noise, paced performance and vigilant tasks. (British Journal of Psychology, 1953, N° 44, 295-303).
- 1.10.5. Broadbent, D.E. Effect of noise on an intellectual task. (Journal of Acoustical Society of America, 1958, N° 30, 824-827).
- 1.10.6. Broadbent, D.E. Effects of noise on behavior. (En: Handbook of noise control, McGraw-Hill, New York, 1957).
- 1.10.7. Davis, D.R. y Hockey, G.R.J. The effects of noise and doubling the signal frequency on individual differences in visual vigilance performance. (British Journal of Psychology, 1966, N° 57, 381-389).
- 1.10.8. Davis, D.R. Psychological and Physiological Effects of exposure to high intensity noise. (Applied acoustics, 1968, N° 1, 215-233).
- 1.10.9. Eschenbrenner, A.J. Effects of intermittent noise on the performance of a complex psychomotor task. (Human Factors, 1971, N° 13 (1), 59-63).
- 1.10.10. Glass, D.C. y Finkleman, J.L. Reappraisal of the relationship between noise and human performance by means of a subsidiary task measure. (Journal of applied psychology, 1970, N° 54, 211-213).

- 1.10.11. Jerison, H.J. Paced performance on a complex counting task under noise and fatigue. (*American Psychologist*, 1954, N° 9, 399-400).
- 1.10.12. Kryter, K.D. The effects of noise on man. (*Academic Press*, New York, 1970).
- 1.10.13. Plutchick, R. The effects of high intensity intermittent sound on performance, feeling and psychology. (*Psychologic Bulletin*, 1959, N° 56, 133-151).
- 1.10.14. Sanders, A.F. The influence of noise in two discrimination tasks. (*Ergonomics*, 1965, N° 4, 253-258).
- 1.10.15. Woodhead, M.M. The effect of bursts of noise on an arithmetic task. (*American Journal of Psychology*, 1964, N° 71, 627-633).
- 1.10.16. Yerges, F.J. y Bollinger, J.G. Development and utilization of open-plan educational facilities (to ensure speech intelligibility). (*Sound and vibration*, 1972, 6/6, 19-24).
- 1.10.17. Delany, M.E. A practical scheme for predicting noise levels (L<sub>10</sub>) arising from road traffic. (*National Physical Laboratory Acoustics Report AC-57*, Tedington, 1972).
- 1.10.18. Rylander, R. y Sorensen, S. Annoyance reactions from aircraft noise exposure. (*Journal of sound and vibration*, 1972, 24/4, 419-444).
- 1.10.19. Allnatt, J.W. y Corbett, J.M. Adaptation in observers during television quality. Grading Tests. II. Progress of adaptation during an experiment. (*Ergonomics*, 1972, 15/5, 491-504).
- 1.10.20. Allnatt, J.W. y Bragg, E.J.W. Subjective quality of television pictures impaired by sinewave noise and low-frequency random noise. (*Proceedings of IEE*, 1968, 115, 371-375).
- 1.10.21. Coleman, G.J. The confusion of spoken digits in noise. (*Tesis de M.Sc.*, Universidad de Birmingham, 1972).
- 1.10.22. Corliss, E.L.R. Estimate of the inherent channel capacity of the ear. (*Journal of the Acoustical Society of America*, 1971, 50/2, 671-677).
- 1.10.23. Planas, E. Lesiones auditivas en la construcción. Causas. Métodos preventivos. Normas asistenciales. (*Medicamenta*, 1971, 58/489, 497-503).
- 1.13.1. Geldard, F.A. *The human senses*. (Wiley, New York, 1972).

- 1.10.24. Fecci, R. y otros. L'action des infrasons sur l'organisme. (La medicina del lavoro, 1971, 62/2-3, 130-150).

- 1.10.25. Parrot, J. Effects physiologiques et psychophysiologiques de bruits comportant des transitoires sur l'homme normal. (Tesis doctoral, Universidad de Estrasburgo, 1969).

### 1.11. Error y confusión

- 1.11.1. Singleton, W.T. Theoretical approaches to human error. (Ergonomics, 1973, N° 6, 727-737).

- 1.11.2. Singleton, W.T. Techniques for determining the causes of error. (Applied Ergonomics, 1972, N° 3, 126-131).

- 1.11.3. Mashhour, M. Error detection and error correction in the control of man-machine systems. (Trabajo presentado al 1er. Congreso Internacional de Cibernética, Londres, septiembre 1969).

- 1.11.4. Fox, J.G., Coleman, G.J. y Llawellin, G. Phonemic analysis as a predictor of error in aural communication. (Ergonomics, 1973, 16/4, 435-442).

- 1.11.5. Kristofferson, M.W. Types and frequency of errors in visual search. (Perception and Psychophysics, 1972, 11/5, 325-328).

- 1.11.6. Van Nes, F.L. Analysis of keying errors made by card punch operators. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

### 1.12. Olfato

- 1.12.1. Berglund, B., Berglund, U. y Ekman, G. Individual psychophysical function for 28 odorants. (Perception and Psychophysics, 1971, 9/3-B, 379-384).

- 1.12.2. Dravniers, A. Olfactory information processing and mechanisms. (Agard, Principles and Practice of Bionics, 1968, 309-340).

- 1.12.3. Berglund, B., Berglund, U. y Engen, T. The effect of adaptation on odor detection. (Perception and Psychophysics, 1971, 9/5, 435-438).

### 1.13. Sentidos Humanos

- 1.13.1. Geldard, F.A. The human senses. (Wiley, New York, 1972).

1.13.2. Harper, Roland. Human senses in action. (Churchill Livingstone, Edinburgh, 1972).

#### 1.14. Estímulos Sensoriales

1.14.1. Di Vesta, F.J. y Rickards, J.P. Effects of labelling and articulation on the attainment of concrete, abstract, and numer concepts. (Journal of Experimental Psychology, 1971, 88/1, 41-49).

1.14.2. Schmidt, J.G. y Smith, K.U. Feedback analysis of eye tracking of auditory and tactual stimuli. (American Journal of Optometry, 1971, 48/3, 204-209).

1.14.3. Schoonard, J.W., Gould, D.J. y Miller, L.A. Studies of visual inspection. (Ergonomics, 1973, 16/4, 365-379).

1.14.4. Lion, J.S., Richardson, E. y Browne, R.C. A study of the performance of industrial inspectors under two kinds of lighting. (Ergonomics, 1968, 11, 23-34).

1.14.5. Sadler, E.E. The effect of overlay field on visual inspection judgements. (Trabajo presentado a la Reunión de la Western Psychological Association, Long Beach, Calif., 1966).

1.14.6. Simpson, W.E. Latency of locating lights and sounds. (Journal of experimental psychology, 1972, 93/1, 169-175).

1.14.7. Phillips, S., Shirachi, D. y Stark, L. Analysis of accomodative response times using histogram information. (American Journal of Optometry, 1972, 49/5, 389-401).

1.14.8. Carroll, D. Physiological response to relevant and irrelevant stimuli in a simple reaction time situation. (Ergonomics, 1973, 16/5, 587-594).

1.14.9. Greve, E.L. Single stimulus and multiple stimulus threshold. (Vision Research, 1972, 12/9, 1533-1543).

#### 1.15. Memoria

1.15.1. Glucksberg, S. y Laughery, K.R. Sequential memory as a function of total time of information exposure and availability of information processing strategies. (American Psychological Associations, Washington, D.C., 1965).

- 1.15.2. Glucksberg, S., Karsh, R. y Monty, R.A. Sequential memory: Keeping track performance as a function of information exposure time and interstimulus noise. (*Perceptual Motor Skills*, 1967, 24, 651-656).
- 1.15.3. Monty, R.A. Spacial encoding strategies in sequential short-term memory. (*Journal of experimental psychology*, 1969, 77, 506-508).
- 1.15.4. Burrows, D. Modality effects in retrieval of information from short-term memory. (*Perception and Psychophysics*, 1972, 11/5, 365-372).
- 1.15.4. Peacock, J.B. MIC - A memory involvement chart. (*Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas*, 1973).
- 1.15.6. Kiss, G.R. Long-term memory: A state-space approach. (*British Journal of Psychology*, 1972, 63/3, 327-341).
- 1.15.7. Posner, M.I. Memory and thought in human intellectual performance. (*British Journal of Psychology*, 1965, 56/2 y 3, 197-215).

#### 1.16. Reflejos

- 1.16.1. Brumia, C.H.M., Zwaga, H.J.G y Van Boxtel, A. Tendon reflex amplitude with increasing task difficulty. (*Ergonomics*, 1973, 16/4, 495-499).
- 1.16.2. Brumia, C.H.M. The influence of a task on the Aquilles tendon and Hoffman reflex. (*Psychology and behavior*, 1971, 3, 367-373).
- 1.16.3. Brumia, C.H.M. The influence of methamphetamine and diazepam on the amplitude changes of the Achilles and Hoffman reflex during mental task. (*Psychology and behavior*, 1972, 8, 1025-1028).
- 1.16.4. Sokolov, E.N. Perception and the conditioned reflex. (*Pergamon*, Oxford, 1963).
- 1.16.5. Voronin, L.G. y otros. Orienting reflex and exploratory behavior. (*American Institute of Biological Sciences*, 1965).

#### 1.17. Tensión Muscular

- 1.17.1. Pinned, L.R. The effects of induced muscle tension during tracking on level of activation and on performance. (*Journal of Experimental Psychology*, 1961, N° 62 (5), 523-531).

## 1.18. Reacción

- 1.18.1. Atwell, W.O. y Elbel, E.R. Reaction time of male High School students in 14-17 year age group. (Research Quarterly, 1948, 19, 22-29).
- 1.18.2. Burpee, R.H. y Stroll, W. Measuring reaction time of athletes. (Research Quarterly, 1936, 7, 110-118).
- 1.18.3. Knapp, B. Simple reaction times of selected top-class sportsmen and research students. (Research Quarterly, 1961, 32, 109-140).
- 1.18.4. Westerlund, J.H. y Tuttle, W.W. Relationship between running events in track and reaction time. (Research Quarterly, 1931, 2, 95-100).
- 1.18.5. Smith, E.E. Choice reaction time: An analysis of the major theoretical positions. (Psychological Bulletin, 1968, 69, 77-110).

## 1.19. Transmisión de Información

- 1.19.1. Abott, R.P. A differential pulse-code modulation for videotelphony using four bits per sample. (IEEE Transactions on communications technology, COM-19, 1971, 6, 907-912).
- 1.19.2. Gardner, J.A. y Soliday, S.M. Optimizing information transmission in a digital television encoding system. (Trabajo presentado a la Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, New York, 1971).
- 1.19.3. Hoth, D.F. Digital Communication. (Bell Laboratories Record, 1967, pp. 39-43).
- 1.19.4. Reeves, A.H. Pulse-code modulation: Past, present and future. (Journal of Franklin Institute, 1968, 285, 243-250).
- 1.19.5. Fletcher, H. Speech and hearing in communication. (Van Nostrand, New York, 1953).
- 1.19.6. Chamberlain, G.P. Human information transmission under varying demand. (Tesis para M.Erg. Sc., Universidad de Melbourne, 1968).
- 1.19.7. Morrow, C.T. Speech in deep-submergence atmospheres. (Journal of the Acoustical Society of America, 1971, 50, 3, 715-728).

## 2. ACTITUD DEL OPERADOR HUMANO

### 2.1. Atención y Distracción

- 2.1.1. Thackray, R.I., Jones, Karen N. y Tonchstone, R.N. Self-estimates of distractibility as related to performance decrement on a task requiring sustained attention. (*Ergonomics*, 1973, Vol. 16, Nº 2, 141-152).
- 2.1.2. Antrobus, J.S., Coleman, R. y Singer, J.L. Signal detection performance by subjects differing in predisposition to day-dreaming. (*Journal of Consulting Psychology*, 1967, Nº 31, 457-491).
- 2.1.3. Bakan, P., Belton, J.A. y Toth, J.C. Extraversion, introversion and decrement in an auditory vigilance task. (*In: Vigilance: A Symposium*, McGraw Hill, New York, 1963).
- 2.1.4. Bertelson, P. y Joffe, R. Blockings in prolonged serial responding. (*Ergonomics*, 1967, Nº 6, 109-116).
- 2.1.5. Corcoran, D.W.J. Personality and the inverted U relation. (*British Journal of Psychology*, 1965, Nº 56, 267-273).
- 2.1.6. Davies, D.R. Monotony and work. (*Science Journal*, 1970, Nº 6, 26-31).
- 2.1.7. Davies, D.R. y Tune, G.S. Human vigilance performance. (*American Elsevier Publishing Company*, New York, 1969).
- 2.1.8. Dobbins, D.A., Tiedemann, J.G. y Skordal, D.M. Vigilance under highway driving conditions. (*Perceptual and motor skills*, 1963, Nº 16, 38).
- 2.1.9. Faulkner, T.W. Variability in a vigilance task. (*Journal of Applied Psychology*, 1962, Nº 46, 325-328).
- 2.1.10. Flinn, D.E. Functional states of altered awareness during flight. (*Aerospace Medicine*, 1965, Nº 36, 537-544).
- 2.1.11. Kirk, R.E. Experimental design: Procedures for the behavioral sciences. (*Brooks/Cole*, Belmont, 1968).
- 2.1.12. Lacey, J.I. Somatic response patterning and stress: Some revision of activating theory en psychological stress. (*Editado por M. H. Appley y R. Trumbull, Appleton-Century, Crofts*, 1967).

- 2.1.13. Shor, R.E. y Thackray, R.J. A programme of research in "Highway Hypnosis", a preliminary report. (Accident analysis and prevention, 1970, Nº 2, 103-109).
- 2.1.14. Singer, J.L. y Antrobus, J.J. A factor-analytic study of day-dreaming and conceptually related cognitive and personality variables. (Perceptual and motor skills, 1963, Nº 17, 187-209).
- 2.1.15. Thackray, R.I. Patterns of psychological activity accompanying performance on a perceptual-motor task. (FAA Office of Aviation Medicine Report, 1969, Nº 69, 8).
- 2.1.16. Schori, T.R. A comparison of visual, auditory, and cutaneous tracking displays when divided attention is required to a cross-adaptive loading task. (Ergonomics, 1973, Vol. 16, Nº 2, 153-158).
- 2.1.17. Hahn, J.F. Unidimensional compensatory tracking with a vibrotactile display. (Perceptual and motor skills, 1965, Nº 21, 699-702).
- 2.1.18. Hoffmann, M.A. A comparison of visual, auditory and electrocutaneous displays in a compensatory tracking task. (Tech. Rep. Nº 9, The University of South Dakota).
- 2.1.19. Hunt, D.P. The effect of the precision in information feed-back on human tracking performance. (Human Factors, 1961, Nº 3, 77-85).
- 2.1.20. Kelly, C.R. y Wargo, M.J. Cross adaptive operator loading tasks. (Human Factors, 1967, Nº 9, 395-404).
- 2.1.21. Tursky, B., Watson, P.D. y O'Connell, D.N. A concentric shock electrode for pain stimulation. (Psychophysiology, 1965, Nº 1, 296-298).
- 2.1.22. Bergum, B.O. y Lehr, D.J. Vigilance performance as a function of task and environment variables. (1963, George Washington University, Human Resources Research Office, Report RP1, Contract DA-44, ARO-2, Project DA 2502, 4701-4712).
- 2.1.23. Baker, W.J. y Theologus, G.C. Effects of caffeine on visual monitoring. (Journal of Applied Psychology, 1972, Nº 56, 422-427).
- 2.1.24. Stroh, C.M. Vigilance: The problem of sustained attention. (Pergamon, Oxford, 1971).
- 2.1.25. Allport, D.A., Antonis, B. y Reynolds, P. On the division of attention: A disproof of the single channel hypothesis. (Quarterly of experimental psychology, 1972, 24/2, 225-235).

2.1.26. Holland, M.K. y Tarlow, G. Blinking and mental load. (*Psychological Reports*, 1972, 31/1, 119-127).

2.1.27. Posner, M.I. y Boies, S.J. Components of attention. (*Psychological Review*, 1971, 78/5, 391-408).

## 2.2. Habitación

2.2.1. Mackworth, J.F. Vigilance and habituation. (*Penguin, Harmondsworth*, 1969).

2.2.2. Penman, K.A. Transfer and retention after habituation to rotation. (*Ergonomics*, 1973, 16/2, 199-202).

2.2.3. Graybiel, A. y otros. Transfer of habituation of motion sickness on change in body position between vertical and horizontal in a rotating environment. (*Aerospace Medicine*, 1968, 39, 950-962).

2.2.4. Guedry, F.E., Collins, W.E. y Graybiel, A. Vestibular habituation during repetitive complex stimulations: A study of transfer effects. (*Journal of Applied Psychology*, 1964, 19, 1005-1015).

## 2.3. Posición y Movimiento del Cuerpo en el Trabajo

2.3.1. Grose, J.E. Time control and finger, arm, and whole body movements. (*Research Quarterly*, 1967, N° 38, 10-21).

2.3.2. Keele, S.W. Movement control in skilled motor performance. (*Psychological Bulletin*, 1968, N° 70, 387-403).

2.3.3. Lundervold, A. Electromiographic investigation of position and manner of working in typewriting. (*Acta Physiologica Scandinavia*, 1951, N° 24, Supp. 84, 1-171).

2.3.4. Cratty, B.J. Movement behavior and motor learning. (*Lea and Fibiger, Philadelphia*, 1967).

2.3.5. Jackson, C.V. The influence of previous movement and posture on subsequent posture. (*Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 1954, N° 6, 72-78).

2.3.6. Dhesi, J.K. y Firebaugh, F.M. The effects of chapati making and angles of body position on heart rate. (*Ergonomics*, 1973, N° 6, 811-815).

- 2.3.7. Hanson, J.A. y Jones, E.P. Heart rate and small postural changes in man. (*Ergonomics*, 1970, N° 13, 483-487).
- 2.3.8. Vos, H.W. Physical workload in different body postures, while working near to, or below ground level. (*Ergonomics*, 1973, N° 6, 817-828).
- 2.3.9. Wolf, I. Cart for hand-picking strawberries sitting down. (*Agricultural Engineering Institute (Rep. 12)*, Volcani Centre, Bet. Dagan, Israel, 1971).
- 2.3.10. Aldrich, J.W., Lyman, J. y Stassen, H.G. A formal model for arm motion during target approach. (*NASA Univ.*, 1969, 581-608).
- 2.3.11. Aume, N.M. An exploratory study of arm-reach dynamics under several levels of gravity. (*Ergonomics*, 1973, 16/4, 481-494).
- 2.3.12. Santschi, W.R., Dubois, J. y Omoto, C. Movements of inertia and centers of gravity of the living human body. (*AMRI, Informe Técnico N° AMRL-TDR-63-36*, Aerospace Medical Research Lab., Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1963).
- 2.3.13. Barlow, W. *The Alexander Principle*. (Gollancz, Londres, 1973).
- 2.3.14. Oshima, M. y otros. Studies on postures of Japanese healthy adults. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 2.3.15. Sek, Daniela. Influence of the angle of body inclination on body effort caused by static muscular work. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 2.3.16. Carlsoo, Sven. How man moves: Kinesiological studies and methods. (Heinemann, Londres, 1972).
- 2.3.17. Grandjean, E. Sitting posture. (Taylor and Francis, 1969).
- 2.3.18. Burandt, U. y Grandjean, E. Sitting habits of office employees. (*Ergonomics*, 1963, 6/2, 217-228).

#### 2.4. Motivación y actitudes

- 2.4.1. Gunnell, B. Woman's Work. (*Industrial Society*, 1972, 54, 13).

- 2.4.2. Starcevich, M.M. Job factor importance for job satisfaction and dissatisfaction across different occupational levels. (*Journal of Applied Psychology*, 1972, 56/6, 467-471).
- 2.4.3. Borg, G., Bratfisch, O. y Dornic, S. On perceiver difficulty. (Instituto de Psicología Aplicada, Universidad de Estocolmo, Informe N° 10, 1970).
- 2.4.4. Little, A. y Warr, P. Who is afraid of job enrichment? (*Personnel Management*, 1971, 3/2, 34-37).
- 2.4.5. Reeves, T.K. Technology, attitudes and motivation. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 2.4.6. Jones, A. y otros. Information deprivation as a motivational variable. (*Journal of Experimental Psychology*, 1961, 62, 126-137).
- 2.4.7. Welford, A.T. The future motivation of man. (*Search*, 1972, 3, 113-120).
- 2.4.8. Beynon, H. y Blackburn, R.M. Perceptions of work: Variations within a factory. (Cambridge University Press, Londres, 1972).
- 2.4.9. Munford, E. Job satisfaction: A study of computer specialists. (Longman, Londres, 1972).
- 2.4.10. Welford, A.T. Ergonomics of automation. (*Problems of Progress in Industry*, 8, Londres, 1960).
- 2.4.11. Department of scientific and industrial research. (Report of the Joint Committee on individual efficiency in industry, Londres, 1958).
- 2.5. Psicología Industrial
- 2.5.1. Blain, Isabel. Occupational Psychology. (National Institute of Industrial Psychology, Londres, 1970).
- 2.5.2. Warr, P.B. Psychology at work. (Penguin, Londres, 1971).
- 2.5.3. Feldman, M.P. Psychology in the industrial environment. (Butterworths, Londres, 1971).
- 2.5.4. Lawrig, W. Possibilities and practicability of using psychological indicators of strain for assessment of industrial assembly tasks. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

2.5.5. Ghiselli, E.E. y Brown, C.W. *Personnel and industrial psychology.* (McGraw-Hill, New York, 1955).

## 2.6. Trabajo de Inválidos

2.6.1. Garguli, S., Datta, S.R., Chatterjee, B.B. y Roy, B.N. *Performance evaluation of an amputee. Prothesis system in below knee amputees.* (Ergonomics, 1973, N° 6, 797-810).

2.6.2. Durnin, J.V.G.A. y Passmore, R. *Energy, work and leisure.* (Heinemann, Londres, 1967).

2.6.3. Hirschberg, G.G. y Ralston, H.J. *Energy cost of stair climbing in normal and hemiplegic subjects.* (American Journal of Physical Medicine, 1964, N° 44, 165-168).

2.6.4. Molbech, S. *Energy cost in level walking in subjects with an abnormal gait.* (Communications from the Danish National Association for Infantile Paralysis, 1966, 22).

2.6.5. Radcliffe, C.W. y Foort, J. *The patellar tendon bearing below knee prosthesis.* (Universidad de California, Laboratorio de Biomecánica, San Francisco, 1961).

2.6.6. Ralston, H.J. *Effects of the immobilization of various body segments on the energy cost of human locomotion.* (Ergonomics, proceedings of the 2nd. I.E.A. Congress, Dortmund, 1965).

2.6.7. Stassen, H.G., Van Luteren, A. y Luitse, W.J. *A lightspot operated typewriter for severely physically handicapped patients.* (Ergonomics, 1973, N° 6, 829-844).

2.6.8. Collins, D.W. *New developments.* (Rehabilitation, 1967, N° 63, 23-31).

2.6.9. Jenkin, J.R. *Possum: A new communication aid.* (Special Education, 1967, LVI, 9-11).

2.6.10. Maling, R.G. *Control in severe disability.* (Rehabilitation, 1968, N° 64, 19-26).

2.6.11. Nichols, P.J.R. *Aids for daily living. The problems of severely disabled.* (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

2.6.12. Goldsmith, S. The disabled and their environment. The problems for the architect. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

2.6.13. Manoy, R. Tools for eating designing for the arthritic. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

2.6.14. Feeney, R.J. The evaluation of equipment for the disabled. (Trabajo presentado a la Asamblea Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

2.6.15. McEwen, J.C. Working conditions with different types of disability. (Ergonomics, 1973, 16/5, 669-677).

2.6.16. Isherwood, P.A. Application of feed-back to a prosthetic casting procedure. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).

2.6.17. Van Assen, A. Analysis and redesign of printing in Braille. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

2.6.18. Oldfield, J.J. Disabled living in the new local authority redevelopment area of Hulme, Manchester. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

## 2.7. Ajuste Físico al Trabajo

2.7.1. Astrand, P.O. Physiological evaluation of physical working capacity and fitness. (CIBA, 1960, 12-34).

2.7.2. Henriksson, J., Knuttgen, H.G. y Bonde-Petersen. Perceived exertion during exercise with concentric and eccentric muscle contractions. (Ergonomics, 1972, 15/5, 537-544).

2.7.3. Ekblom, B. y Goldbarg, A.N. The influence of physical training and other factors on the subjective rating of perceived exertion. (Acta Physiologica Scandinavica, 1971, 83, 399-406).

2.7.4. Miyashita, M., Miura, M., Matsui, H. y Minamitake, K. Measurement of the reaction time of muscular relaxation. (Ergonomics, 1972, 15/5, 555-562).

2.7.5. Astrand, P.O. Human physical fitness with special reference to age and sex. (*Physiological Reviews*, 1956, 36, 307-335).

2.7.6. Robinson, S. Experimental studies in physical fitness in relation to age. (*Arbeits Physiologie*, 1938, 10, 251-323).

## 2.8. Fatiga

2.8.1. Rotondo, G. Contributo sperimentale al trattamento terapeutico e preventivo della fatiga del pilotaggio. (*Rivista di Medicina Aero-nautica e Spaziale*, 1969, N° 32, 321-368).

2.8.2. Crawford, A. Fatigue and driving. (*Ergonomics*, 1961, 4, 143-154).

2.8.3. Noyer, A. Fatigue mentale et resistance cutanée palmaire. (*Travail Humain*, 1971, 34/2, 289-298).

2.8.4. MacPherson, R.K. Tropical fatigue. (*University of Queensland Papers (Physiology)*, 1949, Vol. 1, N° 10).

2.8.5. Cameron, C. A theory of fatigue. (*Ergonomics*, 1973, 16/5, 633-648).

2.8.6. Bartlett, F.C. Fatigue following highly skilled work. (*Proceedings of the Royal Society*, 1943, Series B, 131, 247-257).

2.8.7. Floyd, W.F. y Welford, A.T. Symposium on fatigue. (H.K. Lewis, Londres, 1953).

2.8.8. Cameron, C. Fatigue in a changing technological environment. (Trabajo presentado al 41º Congreso de la Asociación para el Avance de la Ciencia de Australia y Nueva Zelanda, 1969).

2.8.9. Cameron, C. Fatigue problems in modern industry. (*Ergonomics*, 1971, 14, 713-720).

2.8.10. Chambers, E.A. Industrial fatigue. (*Occupational Psychology*, 1961, 35, 44-57).

2.8.11. Crawford, A. Fatigue and driving. (*Ergonomics*, 1961, 4, 143-154).

2.8.12. McFarland, R.A. Understanding fatigue in modern life. (*Ergonomics*, 1971, 14, 1-11).

2.8.13. Stojiljkovic, Z. Fatigue appraisal during hard work under increased environment thermal conditions. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 2.8.14. Bartley, S.H. Fatigue: Mechanism and management. (Charles C. Thomas, Springfield, 1964).
- 2.8.15. Kogi, K. y otros. Validity of three components of subjective fatigue feelings. (Journal of Sciences of Labour, 1970, 46, 251-270).
- 2.8.16. Pearson, R.G. Scale analysis of fatigue checklist. (Journal of applied psychology, 1957, 41, 186-191).
- 2.8.17. Simonson, E. Psychology of work capacity and fatigue. (Charles C. Thomas, Springfield, 1971).
- 2.8.18. Yoshitake, H. Relations between the symptoms and the feeling of fatigue. (Ergonomics, 1971, 14, 175-186).
- 2.8.19. Sartin, P. La fatigues industrielle. Comment humaniser le travail. (Editions S.A.D.E.P., París, 1960).
- 2.9. Comportamiento humano
- 2.9.1. Hull, C.L. The principles of behavior. (Appleton Century, New York, 1943).
- 2.9.2. Mackay, D.M. Toward an information flow model of human behavior (British Journal of Psychology, 1956, N° 47, 30-43).
- 2.9.3. Murrel, K.F.H. Human performance in industry. (Reinhold, New York, 1965).
- 2.9.4. Comen, J. Statistical power analysis for behavioral sciences. (Academic Press, New York, 1969).
- 2.9.5. Mackworth, N.H. Research on the measurements of human performance. (En: Selected papers on human factors in the design and use of control systems. Dover, New York, 1961).
- 2.9.6. Levi, L. Stress and distress in response to psychosocial stimuli. (Pergamon, Oxford, 1972).
- 2.9.7. Hebb, D.O. The organization of behavior. (Wiley, New York, Chapman and Hall, Londres, 1959).
- 2.9.8. Welford, A.T. The ergonomic approach to social behavior. (Ergonomics, 1966, 9, 357-369).
- 2.9.9. Duffy, E. Activation and behavior. (Wiley, New York, 1962).

2.9.10. Berliner, C. y otros. Behaviors, measures and instruments for performance evaluation in simulated environments. (Trabajo presentado al Symposium sobre Cuantificación de la Actuación Humana, Albuquerque, New Mexico, 1964).

2.9.11. Freeman, C.L. The energetics of human behavior. (Cornell University Press, Ithaca, 1948).

2.9.12. Siegel, S. Non parametric statistics for the behavioral sciences. (McGraw-Hill, New York, 1956).

2.9.13. Department of Scientific and Industrial Research. Committee on human relations in industry. Final Report. Londres, 1957.

## 2.10. Trabajo Negativo

2.10.1. Abott, B.C., Bigland, B. y Ritchie, J.R. The physiological cost of negative work. (Journal of Physiology, Londres, 1952, 117, 380-390).

2.10.2. Asmussen, E. Positive and negative muscular work. (Acta Physiologica Scandinavica, 1952, 28, 364-382).

2.10.3. Kamon, E. Negative and positive work in climbing a ladder mill. (Journal of Applied Physiology, 1970, 29, 1-5).

2.10.4. Thompson, D. Cardial output during positive and negative work (abstract). (Acta Physiologica Scandinavica, 1969, Sup. 330/85).

## 3. CONDICIONES FISICAS DEL OPERADOR HUMANO

### 3.1. Ritmos Circadianos

3.1.1. Ostberg, O. Circadian rhythms of food intake and oral temperature in "morning" and "evening" groups of individuals. (Ergonomics, 1973, 16/2, 203-209).

3.1.2. Colquhoun, W.P. Aspects of human efficiency. Diurnal rhythm and loss of sleep. (The English University Press, Londres, 1972).

3.1.3. Colquhoun, W.P. y Edwards, R.S. Circadian rhythms of body temperature in shift workers at a coalface. (British Journal of Industrial Medicine, 1970, 27, 266-272).

### 3.2. Envejecimiento - Edad

3.2.1. Astrand, I. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. (Acta Physiologica Scandinavica, 1960, Suppl. 169, N° 49, 1-92).

- 3.2.2. Salavendy, G. Aging: Human performance and behavior. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de Factores Humanos, Los Angeles, octubre 1972).
- 3.2.3. Wagner, J.A. Heat tolerance and acclimatization to work in the heat in relation to age. (Journal of Applied Psychology, 1972, 33/5, 616-622).
- 3.2.4. Borg, G. y Linderholm, H. Perceived exertion and pulse rate during graded exercise in various age groups. (Acta Medica Scandinavica, 1967, Supl. 472, 194-206).
- 3.2.5. Murrell, K.F.H. The effect of extensive practice on age differences in reaction time. (Journal of Gerontology, 1970, 25/3, 268-274).
- 3.2.6. Henschel, A. Age and heat tolerance. (Bureau of occupational safety and public health service, Cincinnati, Ohio, 1969).
- 3.2.7. Birren, J.E., Greenhouse, R.N. y otros. Human aging. (U.S. Government Printing Office, Washington, D.C. 1963).
- 3.2.8. Snook, J.H. The effects of age and physique on continuous work capacity. (Human Factors, 1971, 13/5, 467-479).
- 3.2.9. Dirken, J.M. Functional age of industrial workers. (Wolters-Noordhoff, Groningen, 1972).
- 3.2.10. Heron A. y Chown, Sheila. Age and Function. (J. & A. Churchill, Londres, 1967).

### 3.3. Datos Antropométricos

- 3.3.1. Smith, M.J. The use of bivariate distribution in achieving anthropometric compatibility in equipment design. (Trabajo presentado en la 16a. Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, Los Angeles, octubre de 1972).
- 3.3.2. Murai, S. y Kuribara, K. Formation of digital body model by automatic processing. (Japanese Journal of Ergonomics, 1972, Nº 8, 121-127).
- 3.3.3. Nowak, E. Angular measurements of foot motion for application to design of foot pedals. (Ergonomics, 1972, Nº 15/4, 407-415).
- 3.3.4. Salvendi, G. Hand size and assembly performance. (AIIE Transactions, 1971, 3/1, 32-36).

- 3.3.5. Radonjic, D. y Long, C. Kinesiology of the wrist. (American Journal of Physical Medicine, 1971, 50/2, 57-71).
- 3.3.6. Searle, J.A. y Haselgrave, C.M. Improvements in the design of anthropometric and anthropomorphic dummies. (Mira Bulletin, 1970, 5, 10).
- 3.3.7. McConville, J.T. Anthropometry and design of respiration facepieces. (Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, Calif., mayo 1972).
- 3.3.8. Grieco, A. y Masali, M. Messa a punto di una metodologia per la misura dei parametri antropometrici al fini della progettazione ergonomica dei posti di lavoro. (La medicina del lavoro, 1971, 62/11, 505-531).
- 3.3.9. Cox, R.L. Applications de "Honomonic" principles and measuring devices. (Trabajo presentado a la Reunión Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 3.3.10. Herron, R.E. A biomedical perspective on stereographic anthropometry. (Trabajo presentado a la Instrument Society of America. En: Biomedical Instrumentation, 1969, 6).
- 3.3.11. Beatty, H.T. y Berghage, T.E. Diver anthropometrics. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, junio, 1973).
- 3.3.12. Kroemer, K.H.E. Combiman. A second generation computarized man-model. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).
- 3.3.13. Devereux, C.W. NBS Voluntary product standard body measurements for the sizing of women's patterns and apparel. (COM, Report Nº 71-50347, 1971, 34 págs.).
- 3.3.14. Singleton, W.T. y Whitfield, D. Measurement of man at work. (Taylor and Francis, Londres, 1970).
- 3.3.15. Darcus, H. y otros. Anthropometric data for chair designers. (Furniture development council research, Report Nº 8, 1960).
- 3.3.16. Dreyfus, H. The measure of man. (Whitney Library of Design, New York, 1959).

3.3.17. Barkla, D.M. The estimation of body measurements of British population in relation to seating. (Ergonomics, 1961, 4/1, 123-132).

3.3.18. Damon, A. y otros. The human body in equipment design. (Harvard University Press, Cambridge, Mass.).

#### 3.4. Psico-Fisiología

3.4.1. Brown, C.C. Methods in psychophysiology. (Williams and Wilkins, Baltimore, 1967).

3.4.2. Venables, P.H. y Martin, L. A manual for psychophysiological methods. (North Holland, Amsterdam, 1967).

3.4.3. Danev, S.G. Are the R-R intervals in the ECG normally distributed? (Trabajo presentado al Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

3.4.4. Stevens, S.S. Issues of psychophysical measurements. (Psychological Review, 1971, 78/5, 426-450).

#### 3.5. Comportamiento Cardiaco. Circulación

3.5.1. Richardson, Reta H. Stimuli in homemaking activities associated with heart rate changes in women from two socioeconomic levels. (Tesis doctoral, Universidad de Ohio, Columbus, Ohio, 1969).

3.5.2. Blitz, P.S., Hoogstraten, J. y Mulder, G. Mental load, heart rate and heart rate variability. (Psychol. Forsch., 1970, N° 33, 277-288).

3.5.3. Purswell, J.L. y Stephens, R.L. Blood pressure and static work. An important consideration in work design. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión de Factores Humanos, Los Angeles, octubre 1972).

3.5.4. Meyer, M.T., Vogt, J.J. y Gollé, F. Influence de niveau initial de puissance mécanique sur la charge circulatoire totale liée à une épreuve d'effort en paliers. (Travail humain, 1971, N° 34, 277-288).

3.5.5. Hicks III, J.A. y Soliday, S.M. An evaluation of sinus arrhythmia as a measure of mental load. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, Los Angeles, 1972).

3.5.6. Astrand, I., Guharay, A. y Wahren, J. Circulatory responses to arm exercise with different arm positions. (Journal of Applied Physiology. 1968, 25, 528-532).

- 3.5.7. Rowell, L.B., Kranning, K.K., Kennedy, J.W. y Evans, T.O. Central circulatory responses to work in dry heat before and after acclimatization. (*Journal of Applied Physiology*, 1967, 22, 509-518).
- 3.5.8. Rowell, L.B., Brengelmann, G.L. y Murray, J.A. Cardiovascular responses to sustained high skin temperatures in resting men. (*Journal of Applied Physiology*, 1969, 27, 673-680).
- 3.5.9. O'Brien, C. Some relationships affecting heart rate in light manual work. (*Trabajo presentado a la Asamblea Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas*, 1973).
- 3.5.10. Johns, M.W. Stress and coronary heart disease. (*Ergonomics*, 1973, 16/5, 683-690).
- 3.5.11. Friedman, M., Rosenman, R.H. y Carroll, V. Changes in the serum cholesterol and blood clotting-time in men subjected to cyclic variation of occupational stress. (*Circulation*, 1958, 17, 852-861).
- 3.5.12. Jenkins, D. Psychological and social precursors of coronary disease. (*New England Journal of Medicine*, 1971, 284, 244-255 y 307-317).
- 3.5.13. Langford, H.G. y otros. Factors affecting blood pressure in population groups. (*Transactions of the Association of American Physicians*, 1968, 81, 135-145).
- 3.5.14. Sales, J.M. y House, J. Job dissatisfaction as a possible risk factor in coronary heart disease. (*Journal of Chronic Diseases*, 1971, 23, 861-873).
- 3.5.15. Koster, M. y otros. Psychosomatics in essential hypertension. (*Biblioteca Psiquiatrica*, 1970).
- 3.5.16. Manenica, J. Some analysis of cardiac arrhythmia and respiratory rate in relation to pacing. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía*, Amsterdam, junio 1973).
- 3.5.17. Raouf, A. A study on variations of the operator's performance time and heart rate while performing a repetitive-paced task. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía*, Amsterdam, junio 1973).
- 3.5.18. Firth, Patricia. Psychological factors influencing the relationship between cardiac arrhythmia and mental load. (*Ergonomics*, 1973, 16/1, 5-16).

- 3.5.19. Blatt, S. Patterns of cardiac arousal during complex mental activity. (Journal of abnormal and social psychology, 1961, 63, 2, 272-282).
- 3.5.20. Graham, F.K. y Clifton, R.K. Heart rate change as a component of the orienting response. (Psychological Bulletin, 1966, 65, 305-320).
- 3.5.21. Hashimoto, K. The application of heart rate (electro-cardiotachogram) into the ergonomical research. Estimation of the driver's workload of electric car operation on the new tokaido line in Japan. (Informe Interno, Laboratorio de Fisiologia, Institute for Railway Labor Science, Japanese National Railways, 1964).
- 3.5.22. Roman, J. Risk and responsibility as factors affecting heart rate. (Aerospace Medicine, 1965, 36, 518-532).
- 3.5.23. Jayers, B. McA. Analysis of heart rate variability. (Ergonomics, 1973, 16/1, 17-32).
- 3.5.24. Rohmert, W. y otros. Heart rate variability and work-load measurement. (Ergonomics, 1973, 16/1, 33-44).
- 3.5.25. Monod, H. La validité des mesures de fréquence cardiaque en ergonomie. (Ergonomics, 1967, 10, 485-537).
- 3.5.26. Vogt, J.J. y otros. Motor, thermal and sensory factors in heart rate variation: A methodology for indirect estimation of intermittent muscular work and environmental heat loads. (Ergonomics, 1973, 16/1, 45-60).
- 3.5.27. Warshaw, L.J. The heart in industry. (P.B. Hoeber, New York, 1960).
- 3.5.28. Davies, C.T.M. Cardiac frequency in relation to aerobic capacity for work. (Ergonomics, 1968, 11, 511-526).
- 3.5.29. Meyer-Schwartz, M.T. y otros. Effects de deux types de bruits sur le rythme cardiaque de l'homme immobile astreint à une attention soutenue. (Archives des Sciences Physiologiques, 1968, 22, 195-228).
- 3.5.30. Meyer-Schwartz, M.T. y Vogt, J.J. Cinétique de l'accélération cardiaque lors d'échelons de puissance musculaire. (Archives des Sciences Physiologiques, 1970, 24, 223-240).
- 3.5.31. Meyer-Schwartz, M.T., Vogt, J.J. y Golle, F. Influence du niveau initial de puissance mécanique sur la charge circulatoire totale liée à une épreuve d'effort en paliers. (Le Travail Human, 1971, 34, 277-288).

3.5.32. Vogt, J.J., Fernández, H.H. y Meyer, M.T. Analyse des variations rapides de fréquence cardiaque au debout et à l'arrêt de l'exercice musculaire. Influence de l'ambiance thermique. (Archives des sciences physiologiques, 1971, 25, 377-399).

3.5.33. Mulder, G. y otros. Mental load and the measurement of heart rate variability. (Ergonomics, 1973, 16/1, 69-83).

3.5.34. Laczak, H. y Laurig, W. An analysis of heart rate variability. (Ergonomics, 1973, 16/1, 85-97).

3.5.35. Kalsbeek, J.W.H. Do you believe in sinus arrhythmia? (Ergonomics, 1973, 16/1, 99-104).

3.5.36. Opmeer, C.H.J.M. The information content of successive RR interval times in ECG. Preliminary results using factor analysis and frequency analysis. (Ergonomics, 1973, 16/1, 105-112).

### 3.6. Intoxicación Alcohólica

3.6.1. Croft, P.G. Alcohol and human performance. (Tesis para M. Eng.Sc., Universidad de Melbourne, 1971).

3.6.2. Tarter, R.E. y otros. Effects of task complexity and practice on performance during acute alcohol intoxication. (Perceptual and motor skills, 1971, 33/1, 307-318).

### 3.7. Respiración

3.7.1. Knutgen, H.G. y Klausen, K. Oxygen debt in short-term exercise with concentric and eccentric muscle contractions. (Journal of Applied Physiology, 1970, 30, 632-635).

3.7.2. Gundersen, J. Graphic recording of breathing rate using a simple thermocouple system. (Biomedical Engineering, 1971, 6/5, 208-210).

3.7.3. Clynes, M. Respiratory sinus arrhythmia - Laws derived from computer simulation. (Journal of Applied Physiology, 1960, 15/5, 863-874).

### 3.8. Sueño

3.8.1. Colquhoun, W.P. Aspects of human efficiency: Diurnal rhythm and loss of sleep. (English Universities Press, Londres, 1972).

- 3.8.2. Kripke, D.F., Cook, B. y Lewis, O.F. Sleep of night workers: EEG recordings. (*Psychophysiology*, 1970, 7/3, 377-384).
- 3.8.3. Lisper, O.H., Dureman, I. y otros. Effects of sleep deprivation and prolonged driving on a subsidiary auditory reaction. (*Accident analysis and prevention*, 1971, 2, 335-341).
- 3.8.4. Preston, F.S. y Bateman, S.C. Effect of time zone changes on the sleep patterns of Boac crews on world-wide schedules. (*Aerospace Medicine*, 1970, 41/12, 1409-1415).
- 3.8.5. Jouvet, M. Neurophysiology of the states of sleep. (*Physiol. Rev.*, 1967, 47, 117-177).
- 3.8.6. Howell, W.H. A contribution to the physiology of sleep, based upon plethysmographic experiments. (*Journal of Experimental Medicine*, 1897, 2, 313-345).
- 3.8.7. Malmo, R.B. y Surwillo, W.W. Sleep deprivation: Changes in performance and physiological indicants of activation. (*Psychological Monographs*, 1960, 47, 1-24).
- 3.8.8. Wilkinson, R.T. Effects of up to go hours' sleep deprivation on different types of work. (*Ergonomics*, 1964, 7, 175-186).
- 3.8.9. Goodyear, M.D.E. Stress, adrenocortical activity and sleep habits. (*Ergonomics*, 1973, 16/5, 679-681).
- 3.8.10. Johns, M.W. y otros. Sleeps habits reported by healthy young adults. (*British Journal of Preventive and Social Medicine*, 1971, 25, 236-241).
- 3.8.11. Monroe, L.J. Psychological and physiological differences between good and poor sleepers. (*Journal of Abnormal Psychology*, 1967, 255-264).
- 3.8.12. Tune, G.S. The influence of age and temperament on the adult human sleep-wakefulness pattern. (*British Journal of Psychology*, 1969, 60, 431-442).
- 3.9. Sexo
- 3.9.1. Roecklein, J.E. Sex differences in time estimation. (*Perceptual and motor skills*, 1972, N° 35, 859-862).

3.9.2. Weinman, K.P., Slavochova, Z. y otros. Reactions of men and women to repeated exposure to humid heat. (*Journal of Applied Physiology*, 1967, 22, 586-593).

3.9.3. Redgrove, J. Sex differences in ergonomics research and practice. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973*).

### 3.10. Metabolismo

3.10.1. Consolazio, C.F., Johnson, R.E. y Pecora, L.J. Psychological measurement of metabolic functions in man. (*McGraw-Hill*, New York, 1963).

3.10.2. Mahadeva, K., Passmore, R. y Woolf, B. Individual variation in metabolic cost of standarized exercises: Effects of food, age, sex and race. (*Journal of Physiology*, Londres, 1953, 1953, 121, 225-231).

3.10.3. Weir, J.B. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. (*Journal of Physiology*, Londres, 1949, 109, 1).

## 4. CONDICIONES DE TRABAJO Y OTRAS CIRCUNSTANCIAS QUE OBRAN SOBRE EL OPERADOR HUMANO

### 4.1. Temperatura

4.1.1. Klemm, F.M. y Hall, Jr., J.F. Utility of heat stress indices and effect of humidity and temperature on single physiologic strains. (*Journal of Applied Psychology*, 1972, N° 33, 436-440).

4.1.2. Shvartz, E. Benor, D. y Saar, E. Acclimatization to severe dry heat by brief exposures to humid heat. (*Ergonomics*, 1972, 15/5, 563-571).

4.1.3. Allen, J.R. The effects of physical training and hot climates on the physiological responses to heat stress. (*Ergonomics*, 1965, 8, 445-453).

4.1.4. Duncan, S.K.O. The effect of an artificial acclimatization technique on performance in a hot climate. (*Ergonomics*, 1964, 7, 365).

4.1.5. Eichna, L.W., Beans, W.B., Ashe, W.F. y Nelson, N. Performance in relation to environmental temperature: Reaction of normal men to hot, humid (simulated jungle) environment. (*John Hopkins Hospital Bulletin*, 1945, 76, 25).

- 4.1.15 MacCurdy, W.V. Thermal comfort zones. (Architecture Sciences)
- 4.1.6. Fox, R.H., Goldsmith, R., Hampton, I.F.G. y Hunt, T.H. Heat acclimatization by control hyperthermia in hot-dry and hot-wet climates. (Journal of Applied Physiology, 1967, 22, 39-46).
- 4.1.7. Garden, J.W., Wilson, I.D. y Rasch, P.J. Acclimatization of healthy young adult males to hot-wet environment. (Journal of Applied Physiology, 1966, 21, 665-669).
- 4.1.8. Robinson, S. y Gisolfi, C. Relations between physical training, acclimatization and heat tolerance. (Journal of Applied Physiology, 1969, 26, 530-534).
- 4.1.9. Hofler, W. Changes in regional distribution of sweating during acclimatization to heat. (Journal of Applied Physiology, 1968, 25, 503-508).
- 4.1.10. Lampietro, P.F. y Goldman, R.F. Tolerance of men working in hot, humid environments. (Journal of Applied Physiology, 1965, 20, 73-76).
- 4.1.11. Piwonka, R.W. Acclimatization of highly trained men to work in severe heat. (Journal of Applied Physiology, 1967, 22, 9-12).
- 4.1.12. Shvartz, E. y Benor, D. Heat acclimatization by the prevention of evaporative cooling. (Aerospace Medicine, 1971, 42, 879-882).
- 4.1.13. Colin, J., Timbal, J. y otros. Evaluation des échanges thermiques de l'homme à l'aide d'un coefficient combiné de transfert de chaleur. (Revue des Corps de Santé des Armées, 1969, 10, 547-569).
- 4.1.14. MacPherson, R.K. Thermal stress and thermal control. (Ergonomics, 1973, 16/5, 611-623).
- 4.1.15. Ordinanz, W. Work in hot environments and protection against heat. (The Iron and Steel Institute, Londres, 1970).
- 4.1.16. Ballantyne, E.R., Barned, R.J. y Spencer, J.W. Environment assessment of acclimatized caucasian subjects at Port Moresby, Papua. (Proceedings of the Third Australian Building Research Congress, 1967).
- 4.1.17. Davis, T.R.A. Effects of heat acclimatization in man. (Journal of Applied Physiology, 1962, 17, 751-753).
- 4.1.18. Glaser, E.M. Simultaneous experimental acclimatization to heat and cold in man. (The Journal of Physiology, 1963, 169, 592-602).

- 4.1.19. MacFarlane, W.V. Thermal comfort zones. (Architecture Sciences Review, 1958, 1, 1-14).
- 4.1.20. MacPherson, R.K. The assessment of the thermal environment. A Review. (British Journal of Industrial Medicine, 1962, 19, 151-164).
- 4.1.21. Benzinger, T.H. Heat regulation: Homeostasis of central temperature in man. (Physiological Review, 1969, 49, 671-759).
- 4.1.22. Chatonnet, J. y Cabanac, M. The perception of thermal control. (International Journal of Biometeorology, 1965, 9, 183-193).
- 4.1.23. Gagge, A.P. y otros. Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. (Environmental Research, 1967, 1, 1-20).
- 4.1.24. Leithead, C.S. y Lind, A.R. Heat stress and heat disorders. (Cassell, Londres, 1964).
- 4.1.25. Provins, K.A. Environmental heat, body temperature and behavior: An hypothesis. (Australian Journal of Psychology, 1966, 18, 118-129).
- 4.1.26. Wilkinson, R.T. Some factors influencing the effect of environmental stresses upon performance. (Psychological Bulletin, 1969, 72, 260-272).
- 4.1.27. Welch, R. The measurement of physiological predisposition to tenosynovitis. (Ergonomics, 1973, 16/5, 665-668).
- 4.1.28. Lebrun, J. Recherches sur l'appréciation du confort thermique. (Rum, Liege, 1969, N° 3, 135-146).
- 4.1.29. Snook, S.H. y Ciriello, V.M. The effects of heat stress on maximum acceptable work loads. (Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, Calif., mayo 1972).
- 4.1.30. Dukes-Dobos, F.N. Recent developments in establishing a heat stress standard. (Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, Calif., mayo 1972).
- 4.1.31. Cortili, G. y Moretti, E. Simple method for measurement of directional flux of radiant heat and its effect on the human body. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 4.1.32. Dukes, N. y Henschel, A. Development of a standard for work in hot environments. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 4.1.33. Jethon, Z. y otros. The influence of the elevated surrounding temperature on work capacity in hypoxia and hypercapnia. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).
- 4.1.34. Allnutt, M.F. y Allan, J.R. The effects of core temperature elevation and thermal sensation on performance. (Ergonomics, 1973, 16/2, 189-196).
- 4.1.35. Fox, R.H. y otros. Time judgement and body temperature. (Journal of Experimental Psychology, 1967, 75, 88-98).
- 4.1.36. Francois, M. Contribution a l'étude du sens du temps la température interne comme facteurs de variation de l'appréciation subjective des durées. (L'année Psychologie, 1927, 4, 186-204).
- 4.1.37. Kerslake, D.McK. The stress of hot environment. (Cambridge University Press, Londres, 1972).

#### 4.2. Carga de Trabajo

- 4.2.1. Grieco, A., Molteni, G. y Piccoli, B. Ergonomy evaluation of dust-men's workload. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 4.2.2. Sato, M. y Katsuura, T. Physiological strain during high atmospheres pressure. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 4.2.3. Jorgensen, K. y Poulsen, E. Physiological problems in repetitive lifting with special reference to tolerance limits of the maximum lifting frequency. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 4.2.4. Volgt, J.J. y otros. Estimation des charges de travail et des charge de chaleur en situation réelle de travail: Principes et applications d'une nouvelle méthodologie. (Le travail humain, 1970, 33, 125-140).
- 4.2.5. Vogt, J.J. y otros. Validation d'une méthode d'estimation de la charge de travail et de la charge de chaleur à partir de l'enregistrement continu de la fréquence cardiaque. (Le travail humain, 1972, 35, 131-142).

4.2.6. Kalsbeek, J.W.H. Mesure objective de la surcharge mentale. Nouvelles applications de la méthode de doubles tâches. (Le travail humain, 1965, 28, 121-132).

#### 4.3. Gasto de Energía

4.3.1. Asmussen, E. y Poulsen, E. Energy expenditure in light industry. Its relations to age, sex, and aerobic capacity. (The Danish National Association for Infantile Paralysis, 1963, Nº 13).

4.3.2. Chapman, M.V. y Ralston, H.J. Effect of immobilization of the back and arms on energy expenditure during level walking. (Biomechanics Laboratory, University of California, San Francisco, 1974).

4.3.3. Goldman, R.F. y Lampietro, P.F. Energy cost and load carriage. (Journal of Applied Physiology, 1962, 17, 675-676).

4.3.4. Malhotra, M.S., Ramaswamy, S.J. y Ray, S.N. Influence of body weight on energy expenditure. (Journal of Applied Psychology, 1962, 17, 433-435).

4.3.5. Jensen, R. y otros. Comparision of estimated and measured values of energy expenditure in industrial work. (Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, California, mayo 1972).

4.3.6. Filopkowski, S. A practical method of estimating of energy expense during physical work performed at a higher temperature. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).

4.3.7. Holmer, I. The energy cost of work in water. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, junio 1973).

#### 4.4. Seguridad Industrial

4.4.1. Adler, A. Psychology of repeated accidents in industry. (American Journal of Psychiatry, 1941, Nº 198, 99-101).

4.4.2. Kay, H. Accidents: Some factors and theories. (En: Psychology at work, Penguin, Harmondsworth, 1971).

4.4.3. Rambour, E. La sécurité dans l'emploi des outils à main: Les marteaux. (Travail et Sécurité, 1970, 8, 383-389).

- 4.4.4. Dewar, M.E. Safety factors in the use of the ladders. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 4.4.5. Atherley, G.R.C. Safety and health at work. Whose responsibility? (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 4.4.6. Ryoub, M.M. y McDaniel, J.W. Predicting acceptable lifting capacity. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 4.4.7. Bolstad, A. y Hermansen, L. Muscle strength training: A new approach for increasing the margin of safety in industrial work. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 4.4.8. Kronlund, J. Paysystem production and safety. A study in a swedish iron ore mine. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).
- 4.4.9. Nicholl, A.G. McK. Testing of breathing apparatus in the new industrial environment. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).
- 4.4.10. Ostberg, O. Fork lift trucks, drivers, and safety at the warehouse. An analysis of critical incidents. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).
- 4.4.11. Cuny, X. y Krawsky, G. Practique de l'analyse d'accidents du travail dans la perspective sociotechnique de l'ergonomie des systèmes. (Le travail humain, 1970, 33/2, 217-228).
- 4.4.12. Oficina Internacional del Trabajo. Encyclopedia of Occupational Health and Safety. (2 Vols.) (Ginebra, 1971).
- 4.4.13. Brown, J.R. Lifting as an industrial hazard. (Labour Safety Council of Ontario, Toronto, Ontario, Canada, 54 págs.).
- 4.5. Estandarización y Adaptación
- 4.5.1. Cuny, X. y Weill-Fassina, A. Standardization and adaptation: Symbolic systems of work communications. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

4.5.2. Engel, J. An approach to standardizing human performance assessment. (Publicado por Human Resources Research Organization, Alexandria, 1970, 14 págs.).

4.5.3. Hakkinen, S. Adaptability to shift work. (Studia Laboris et Salutis, 1969, 4, 68-80).

4.6. Compulsión y Animación

4.6.1. Singleton, W.T. The measurement of man at work with particular reference to arousal. (En: Measurement of man at work. Taylor and Francis, Londres, 1971).

4.6.2. Ray, W.S. Mild stress and problem solving. (American Journal of Psychology, 1965, Nº 78, 227-234).

4.6.3. Borg, G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. (Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 1970, 2-3, 92-98).

4.6.4. Welford, A.T. Stress and performance. (Ergonomics, 1973, 16/5, 567-580).

4.6.5. Haythorn, W.W. Interpersonal stress in isolated groups. (En: Social and Psychological Factors in stress, Holt, Rinehart and Winston, New York, 1970, 159-176).

4.6.6. McGrath, J.E. Social and psychological factors in stress. (Holt, Rinehart and Winston, New York, 1970).

4.6.7. Smith, S. y Myers, T.I. Stimulation seeking during sensory deprivation. (Perceptual and Motor Skills, 1966, 23, 1151-1163).

4.6.8. Welford, A.T. Stress and Achievement. (Australian Journal of Psychology, 1965, 17, 1-11).

4.6.9. Gibbs, C.B. The effect of psychological stress on decision processes in a tracking task. (National Research Council of Canada, Ottawa, 1968).

4.6.10. Appley, M.H. y Trumbull, R. Psychological Stress. (Appleton-Century-Crofts, New York, 1967).

4.6.11. Malmo, R.B. Activation: A neuropsychological dimension. (Psychological Review, 1959, 66, 367-386).

- 4.6.12. Cooper, C.J. Anatomical and physiological mechanisms of arousal, with special reference to effects of exercise. (Ergonomics, 1973, 16/5, 601-609).
- 4.6.13. Black, P. Physiological correlates of emotion. (Academic Press, New York, 1970).
- 4.6.14. Schmitt, F.O. The neursciences: Second study program. (Rockefeller University, New York, 1970).
- 4.6.15. Knapp, P.H. Expression of emotions in man. (International Universities Press, New York, 1963).
- 4.6.16. Provins, K.A. y otros. Thermal stress and arousal. (Ergonomics, 1973, 16/5, 623-631).
- 4.6.17. Ferguson, D. A study of occupational stress and health. (Ergonomics, 1973, 16/5, 649-663).
- 4.6.18. Duffy, E. The psychological significance of the concept of "arousal" or "activation". (Psychological Revue, 1957, 64, 265-275).
- 4.6.19. Pilowsky, I. Psychiatric aspects of stress. (Ergonomics, 1973, 16/5, 691-698).
- 4.6.20. Janis, I.L. Psychological Stress. (Wiley, New York, 1958).
- 4.6.21. Daniel, J. Adaptation to stress and some traits of personality. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 4.6.22. Appley, M.H. y Trumbell, R. Psychological Stress. Issues for research. (Appleton, Century, Crofts, New York, 1967).
- 4.6.23. Swaga, H.J.C. Psychological reactions to mental tasks: Effort or stress? (Ergonomics, 1973, 16/1, 61-67).

#### 4.7. Adiestramiento

- 4.7.1. Holding, D.H. Principles of training, Pergamon, Londres, 1965.
- 4.7.2. Melton, A.W. Categories of human learning. (Academic Press, New York, 1964).
- 4.7.3. Welford, A.T. Fundamentals of skill. (Methuen, Londres, 1968).

- 4.7.4. Burt, D.L. y Knill, W.D. A comparative study of different modes of presentation on efficiency of learning and retention. (*Alberta Journal of Educational Research*, 1970, N° 16, 149-156).
- 4.7.5. Hoyt, W.G. System Engineering of training for a new major system: Applied, computerized and utilized. (*Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, Los Angeles, 1972*).
- 4.7.6. Mohan, V. Acquisition of efficiency in two psychomotor tasks as a function of knowledge of results. (*Acta Psychologica*, Amsterdam, 1969, 31/2, 183-188).
- 4.7.7. Chadwick, J.K., Sheppard, C. y Carceller, A. Search strategies used by process operatives in continuous flow technology; performance and learning. (*Perceptual and Motor Skills*, 1970, 31/3, 775, 785).
- 4.7.8. Finniear, C. y Towill, D.R. Prediction of operator performance during learning of repetitive tasks. (*International Journal of Production Research*, 1970, 8/4, 293-305).
- 4.7.9. Hammerton, M. Factors affecting the use of simulators for training. (*Training and Development Journal*, 1970, 24/7).
- 4.7.10. Atwood, D.A. y Wiener, E.L. Automated instruction for vigilance training. (*Journal of Applied Psychology*, 53, 218-223).
- 4.7.11. Kelley, C.R. What is adaptive training? (*Human Factors*, 1969, II, 547-556).
- 4.7.12. Wiener, E.L. Transfer of training from one monitoring task to another. (*Ergonomics*, 1967, 10, 649-658).
- 4.7.13. Llewellyn, Thomas, E. y Lansdown, E.L. Visual search patterns of radiologists in training. (*Radiology*, 1963, 81, 288-292).
- 4.7.14. Belbin, E. y Belbin, M. Problems in adult retraining. (*Heinemann, Londres*, 1972).
- 4.7.15. Salvendy, G. y Harris, D.R. Effects of different models of feedback on the acquisition and retention of psychomotor skills. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973*).
- 4.7.16. Stammers, R.B. Part and whole methods in the design of training. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973*).  
schedules under prolonged vibration. (*Ergonomics*, 1973, 16/4, 469-479).

4.7.17. Baloff, N. Extension of the learning curve. Some empirical results. (Operational Research Quarterly, 1971, 22/4, 329-340).

4.7.18. Whitelaw, M. The evaluation of management training a review. (Institute of Personnel Management, Londres, 1972).

#### 4.8. Medio Ambiente

4.8.1. Poulton, E.C. Environment and human efficiency. (Thomas, Springfield, Ill., 1970).

4.8.2. Auliciems, Andris. The atmospheric environment: A study of comfort and performance. (Universidad de Toronto, 1972).

4.8.3. Miurat, T. Humidity effects on the human health. (Journal of Science of Labour, 1971, 47/1, 1-11).

4.8.4. Organización Mundial de la Salud. Health hazards of the human environment. (Ginebra, 1972).

4.8.5. Organización Mundial de la Salud. Air quality criteria and guides for urban air pollutants. (Ginebra, 1972).

4.8.6. Murrell, K.F.H. Ergonomics, man and his working environment. (Chapman and Hall, Londres, 1965).

#### 4.9. Vibración

4.9.1. Ragu, M., Roure, L. y Tisserand, M. Les vibrations des engins de chantiers. (Travail et Sécurité, 1972, N° 3, 149-157).

4.9.2. Sjoflot, L. y Suggs, C.W. Human reactions to whole body transverse angular vibrations compared to linear vertical vibrations. (Ergonomics, 1973, 16/4, 455-468).

4.9.3. Hornick, R.J., Broetcher, C.R. y Simons, A.K. The effect on low frequency, high amplitude, whole body, longitudinal and transverse vibration upon human performance. (Informe Final, Contrato N° DA 11-022-509, Ord. 330, Boston Research Laboratories, 1961).

4.9.4. Hornick, J.R. Human exposure to helicopter vibration. (Boston Research Laboratories, Report 133, 1961).

4.9.5. Huang, B.K. y Suggs, C.W. Vibration studies on tractor operators. (Transactions of the ASAE, 1967, 10 (4), 478-482).

4.9.6. Dudek, R.A., Ayoub, M.M. y El-Nawawi, M.A. Optimal work-rest schedules under prolonged vibration. (Ergonomics, 1973, 16/4, 469-479).

- 4.9.7. Ashe, W.D. Physiological and pathological effects of mechanical vibration on animals and man. (En: Summaries of research on the human performance effects of vibration, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, 1963).
- 4.9.8. Brock, J.T. Some typical applications of vibration measuring techniques in modern industry. (Technical Review, 1956, 4, 18-26).
- 4.9.9. Bush, R.L. The effect of low level vibration on the performance of a sensory input. Physical response task requiring a decision factor. (Tesis de Master, Universidad Tecnológica de Texas, Lubbock, Texas, 1966).
- 4.9.10. Denis, J.P. The effect of whole body vibration on a visual performance task. (Ergonomics, 1958, 1, 347-355).
- 4.9.11. Dieckmann, D. A study of the influence of vibration on man. (Ergonomics, 1958, 1, 347-355).
- 4.9.12. Dudek, R.A. y Clemens, D.E. Effect of vibration on certain psychomotor response. (Journal of Engineering Psychology, 1965, 4, 127-143).
- 4.9.13. Holland, C.L. Performance effects on long term random vertical vibration. (Human Factors, 1967, 9, 93-104).
- 4.9.14. Hornick, R.J. Vibration effects on man. An overview of recent research. (Trabajo presentado a la Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, Philadelphia, Penn., 1969).
- 4.9.15. Linder, G.S. Mechanical vibration effects on human beings. (Aerospace Medicine, 1962, 33, 939-950).
- 4.9.16. Laboratoire de Physiologie du travail du centre national de la recherche scientifique et de la conservatoire national des arts et métiers. Effects physiologiques des vibrations. Etude biomécanique et électromyographique des mouvements de la tête. (Lot N° 2, París, 1967).
- 4.9.17. Wassermann, D.E. Health effects of industrial vibration. (Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, Calif., 1972).
- 4.11.4. Consalvo, C.F. y otros. Adaptation to high altitude. (Journal of Physiology, 1971, 63/3, 232-235).

#### 4.10. Trajes de Trabajo y Protectores

- 4.10.1. Voinov, Y.F. y Karlina, K.V. Assessment of the thermal resistance of clothing. (TRC Report N° T-72-10329, octubre 1972, 8 págs.).
- 4.10.2. Marston, D.R., Landieri, P.C. y Walker, P.D. Evaluation of Lesser eye protectors commercially available. (Technical Report, Londres, 1972).
- 4.10.3. Van Hole, S. An evaporative cooling suit. (Universidad de Kansas, Manhattan, Kansas, 1971).
- 4.10.4. Hall, G.W. The custom fit oxygen mask. En: Survival and flight equipment association. (9º Simposium Anual, Las Vegas, Nevada, 1971-1972, 28-29).
- 4.10.5. Van Rensburg, A.J. Physiological réactions of men using microclimate cooling in humid environments. (British Journal of British Medicine, 1972, 29, 387-393).
- 4.10.6. Scardino, A.J. Life vests, safety or false security? (Journal of the American Society of Safety Engineers, 1970, 15/4, 15-19).
- 4.10.7. Barthelamy, L. Déperdition calorique et protection thermique du prolonger-étude théorique et réalisation de vêtements isothermiques. (Le Travail Humain, 1970, 33/2, 195-215).
- 4.10.8. Renbourn, E.T. Materials and clothing in health and disease. (H.K. Lewis, Londres, 1972).

#### 4.11. Altitud

- 4.11.1. Malhotra, M.S., Ramaswamy, S.S. y Sengupta, J. Caloric and fluid requirements at high altitude. (Defense Institute of Psychological and Allied Science, Madras, 1966).
- 4.11.2. Nair, C.S. y Malhotra, M.S. Effect of the altitude of acclimatization to altitude and cold on critical flicker frequency at 11.000 ft. altitude in man. (Aerospace Medicine, 1972, 43/10, 1097-1100).
- 4.11.3. McFarland, R.A. The effects of altitude on pilot performance. (Aviation and Space Medicine: Proceedings of Seventeenth International Congress, Oslo, Noruega, 1968).
- 4.11.4. Consolazio, C.F. y otros. Adaptation to high altitude. (Journal of Physiologie, 1971, 63/3, 232-235).

#### 4.12. Trabajo Subterráneo

- 4.12.1. Halen, M. Ergonomics in underground construction work. (Industrial Safety and Health in the Construction Industry, Estocolmo, 1970).

#### 4.13. Biomecánica

- 4.13.1. Frost, H.M. An introduction to biomechanics. (Charles C. Thomas, Springfield, Ill., 1961).

- 4.13.2. Nubar, Y. y Contini, R. A minimal principle in biomechanics. (Bulletin of Mathematical Biophysics, 1961, Nº 23, 377-391).

- 4.13.3. Ayoub, M.M. Human movement recording for biomechanical analysis. (International Journal of Production Research, 1972, 10/1, 35-51).

- 4.13.4. Bouisset, S. y Maton, B. Quantitative relationship between surface EMG and intramuscular electromyographic activity in voluntary movements. (American Journal of Physical Medicine, 1972, 51/6, 285-295).

- 4.13.5. Basmajian, J.V. y Latif, A. Integrated actions and functions of the chief flexors of the elbow. (Journal of bone and joint surgery, 1957, 39A, 1106-1118).

- 4.13.6. Bouisset, S. y Pertuzon, E. Experimental determination of the moment of inertia of limb segments. (Biomechanics, 1968, Karger: New York).

- 4.13.7. Sloate, S. y Stone, G. Biomechanical power generated by forearm flexion. (Human Factors, 1963, 5, 443-452).

- 4.13.8. Fung, Y.C., Perrone, N. y Anliker, M. Biomechanics: Its foundations and objectives. (Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J., 1972).

#### 4.14. Ergometría

- 4.14.1. Stockbridge, H.C.W. y Fisher, G.H. "Ergometrics", The work of measurement. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

#### 4.15. Trabajos Deformantes y Similares

- 4.15.1. Trevathan, Sue Wright y Maloch, Francille. Angles of body bend in loading dishwashers. (Journal of Home Economics, 1967, 375-377).

## 5. ALGUNOS CAMPOS DE TRABAJO DEL OPERADOR HUMANO

### 5.1. Inspección. Control de Calidad

- 5.1.1. Drury, C.G. y Addison, J.L. An industrial study of the effects of feedback and fault density in inspection performance. (*Ergonomics*, 1973, Vol. 16, Nº 2, 159-169).
- 5.1.2. Fox, J.G. y Haslegrave, C.M. Industrial inspection efficiency and the probability of a defect occurring. (*Ergonomics*, 1969, Nº 12, 713-721).
- 5.1.3. Hardesty, D., Trumbo, D. y Bevan, W. Influence of knowledge of results on performance in a monitoring task. (*Perceptual and Motor Skills*, 1969, Nº 16, 629-634).
- 5.1.4. Drury, C.G. y Sheehan, J.J. The analysis of industrial inspection. (*Applied Ergonomics*, 1971, Nº 2, 74-78).
- 5.1.5. Thomas, L.F. y Seaborne, A.E.M. The sociotechnical context of industrial inspection. (*Occupational Psychology*, 1969, Nº 35, 36-43).
- 5.1.6. Adams, S.K. y Wallack, P.M. The utility of signal detection theory in the analysis of industrial inspector accuracy. (*AIIE Transactions*, 1969, Nº 1, 33-44).
- 5.1.7. Rizzi, A.M., Buck, J.R. y Anderson, V.L. Effects of task variables on conveyor-paced visual-inspection accuracy. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de Factores Humanos, Los Angeles, U.S.A., 17-19 de octubre de 1972).
- 5.1.8. Smith, Jr., G.L. Signal detection theory and industrial inspection. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de Factores Humanos, Los Angeles, octubre de 1972).
- 5.1.9. Williges, R.C. y Streeter, H. Influence of static and dynamic displays on inspection performance. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, Los Angeles, octubre 1972).
- 5.1.10. Williges, R.C. y Streeter, H. Display characteristics in inspection tasks. (*Journal of Applied Psychology*, 1971, 55/2, 123-125).
- 5.1.11. Badalamente, R.V. y Ayoub, M.M. A behavioral analysis of an assembly line inspection task. (*Human Factors*, 1969, 11, 339-352).

- 33-
- 5.1.12. Schoonard, J.W. Field of view and target uncertainty in visual search and inspection. (*Human Factors*, 1973, 15, 33-42).
- 5.1.13. Drury, C.G. y Hill, J.W. Studies of manual process control in the glass industry. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía*, Amsterdam, junio 1973).
- 5.1.14. Moraal, J. Effects of training and sleep deprivation on visual inspection of static and dynamic patterns. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía*, Amsterdam, junio 1973).
- 5.1.15. Wallack, P.M. y Adams, S.K. The utility of signal detection theory in the analysis of industrial inspector accuracy. (*AIIE Transactions*, 1969, 1/1, 33-44).
- 5.1.16. Loveless, N.E. y Lee, T.R. Human aspects of process control in the fine chemical industry. (*Universidad de Dundee, Departamento de Psicología*, 1969).
- 5.2. Trabajo Físico**
- 5.2.1. Davies, C.T.M. Ethnic differences in physical working capacity. (*Journal of Applied Psychology*, 1972, Nº 33, 726-732).
- 5.2.2. Borg, G. Physical performance and perceived exertion. (*Tesis*, Gleerups, Londres, 1962).
- 5.2.3. Chaveau, A. La loi de l'équivalence dans les transformations de la force chez les animaux. (*C.R. Acad. Sci., París*, 1896, 122, 113-120).
- 5.2.4. Gamberale, F. Perceived exertion, heart rate, oxygen uptake and blood lactate in different work operations. (*Ergonomics*, 1972, 15/5, 545-554).
- 5.2.5. Strom, G. The influence of anoxia on lactate utilization in man after prolonged muscular work. (*Acta Physiologica Scandinavica*, 1949, 17, 440-451).
- 5.2.6. Datta, S.R., Chatterjee, B.B. y Roy, B.N. The relationship between energy expenditure and pulse rates with body weight and the load carried during load carrying on the level. (*Ergonomics*, 1973, 16/4, 507-513).
- 5.2.7. Jones, D.F. Back injury research, a common thread. (*Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial*, San Francisco, Calif., 1972).

- 5.2.8. Brown, J.R. Industrial back injuries: A look at an old problem. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 5.2.9. Davey, C.P. Physical exertion and mental performance. (Ergonomics, 1973, 16/5, 595-599).
- 5.2.10. Suggs, C.W. y Barrett, R.F. Electromyographic and biomechanical study of human power production. (Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, Calif., mayo, 1972).
- 5.2.11. Monod, H. y otros. Le travail musculaire local en hypoxie. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 5.2.12. Kinsman, R.A., Weiser, P.C. y Stamper, D.A. Multidimensional analysis of subjective symptomatology during prolonged strenuous exercise. (Ergonomics, 1973, 16/2, 211-226).
- 5.2.13. Katch, F.I. Optimal duration of endurance performance on the cycle ergometer in relation to maximum oxygen intake. (Ergonomics, 1973, 1973, 16/2, 227-235).
- 5.2.14. Astrand, P.O. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age. (Munksgaard, Copenhagen, 1952).

### 5.3. Normas de Calidad

- 5.3.1. Harris, D.H. y Chaney, F.B. Human factors in quality standards assurance. (Wiley, New York, 1969).
- 5.3.2. Shackel, B. Ergonomics and standardization: Future needs. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 5.3.3. Sittig, Y. Design of products for human use. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).

### 5.4. Agricultura y Ganadería

- 5.4.1. Manuaba, A. Emerging new ergonomics problems in Bali. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 5.5.9. Marenco, J. y Corlett, E.N. A model of vehicle comfort and a method for its assessment. (Ergonomics, 1973, N° 6, 849-854).
- 5.5.10. Oborne, D.J. y Clarke, M.J. The development of questionnaire surveys for the investigation of passenger comfort. (Ergonomics, 1973, N° 6, 855-869).

5.4.2. Borsky, I. y Strelka, F. Psychological study of various cow milking methods. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.4.3. Mihaila, I. Experimenting of a check-list for evaluation of working and living conditions in agriculture in various ecologic situations. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.4.4. Strelka, F. y otros. A psychological basis of the determination of standards of performance at vineyard hoeing. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.4.5. Mansson, W. Power saw injuries. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

## 5.5. Tránsito y Transporte - Manejo de Vehículos

5.5.1. Crawford, A. The overating driver. (Ergonomics, 1963, Nº 6, 153-170).

5.5.2. McRuer, D. y Wier, D.H. Theory of manual vehicular control. (Ergonomics, 1969, Nº 12, 599-633).

5.5.3. Parry, M.H. Aggresion on the road. (Tavistock, Londres, 1968).

5.5.4. Whitlock, F.A. Death on the road. (Tavistock, Londres, 1971).

5.5.5. Svenson, O. Change of mean in speed in order to obtain a prescribed increase or decrease in travel time. (Ergonomics, 1973, Nº 16, 777-782).

5.5.6. Bonnet, C. Influence de la vitesse du mouvement et de l'espace parcouru sur l'estimation du temps. (Année Psychologique, 1965, Nº 65, 357-363).

5.5.7. Cohen, J. y Cooper, J. Durée longuer et vitesse apparente d'un voyage. (Année Psychologique, 1963, Nº 63, 13-28).

5.5.8. Sullivan, J.P.T. An analysis of the reduction in reaction time and of the effect of seat tilt in a single pedal automotive system. (Tesis de Master, Escuela Naval de Postgrado, Monterrey, Calif., 1970).

5.5.9. Manenica, I. y Corlett, E.N. A model of vehicle comfort and a method for its assessment. (Ergonomics, 1973, Nº 6, 849-854).

5.5.10. Oborne, D.J. y Clarke, M.J. The development of questionnaire surveys for the investigation of passenger comfort. (Ergonomics, 1973, Nº 6, 855-869).

- 376 -
- 5.5.11. Branton, P. Ergonomic research contributions to the design of passenger environment. (Trabajo presentado a the Institution of Mechanical Engineers, marzo 1972).  
27, 193-219).
- 5.5.12. Branton, P. y Grayson, G. An evaluation of train seats by observation of sitting behaviour. (Ergonomics, 1967, Nº 10, 35).
- 5.5.13. Hopkinson, R.G. The evaluation of visual intrusion in transport situations. (Traffic engineering and control, 1972, Nº 14, 387-395).
- 5.5.14. Ritchie, M.L. Further experiments in driver information processing. (Trabajo presentado a la 16a. Reunión Anual de Factores Humanos, Los Angeles, octubre 1972).
- 5.5.15. Moskowitz, H.A. The effects of alcohol on performance in a driving simulator of alcoholics and social drinkers. Final Report. (En: Government Reports Announcements. Rep. Nº P/B 211-907, Dic. 1971, 79 págs.).
- 5.5.16. Cornwell, P.R. Appraisals of traffic route lighting installations. (Lighting Research and Technology, 1973, 5/1, 10-16).
- 5.5.17. Walden, A.M. Management factors in reducing air traffic controller stress. (Trabajo presentado al Simposium de Control de Tráfico Aéreo de la Swedish Society of Aeronautics and Astronautics, Estocolmo, 1969).
- 5.5.18. Hoinville, G., Berthoud, R. y Mackie, A.M. A study of accident rates amongst motorists who passed or failed an advanced driving test. (Transport and road research laboratory, Londres, 1972).
- 5.5.19. Wagenaar, W.A. Human aspects of ship manoeuvring and simulation. (International Shipbuilding Progress, 1970, 17, 11-14).
- 5.5.20. Nelson, T.M. y Ladan, Carol, J. Engineering of traffic markers to satisfy requirements of perceptual space. (Ergonomics, 1972, 15/5, 527-536).
- 5.5.21. Lisper, H.O., Laurell, H. y Stening, G. Effects of experience of the driver on heart-rate, respiration-rate, and subsidiary reaction time in a three hours continuous driving task. (Ergonomics, 1973, 16/4, 501-506).
- 5.5.22. Hashimoto, K. y otros. Physiological strain of high speed bus driving on the mei-shin express-way and the effects of moderation of speed restrictions. (Journal of Railway Laboratory of Science, 1967, 20, 1-31).

- 5.5.23. Michaut, G., Pottier, M. y otros. Etude Psychologique de la conduite automobile. Revue Générale et Expériences sur Circuit Fermé. (Travail Humain, 1964, 27, 193-219).

5.6. Odoni, R.W.

- 5.5.24. Burt, M.E. Roads and the environment. (Transport and road research laboratory report LR-441. Trabajo enviado a la Conferencia sobre Medio Ambiente, Desarrollo y Polución Urbana, Universidad de Surrey, Guildford, septiembre 1970).

- 5.5.25. Shaw, L. y Sichel, H.S. Accident Proneness: Research in the occurrence, causation and prevention of road accidents. (Pergamon, Oxford, 1971).

- 5.5.26. Hartwell, N. An ergonomic evaluation of a container handling side-loader. (Trabajo presentado a la Asamblea Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

- 5.5.27. Michon, J.A. Traffic participation: Ergonomic problems of flow and safety. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 5.5.28. Leplat, J. Les critères dans les études ergonomiques de sécurité routière. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 5.5.29. Lecret, F. La conduit sur autoroute effect des signaux lumineux sur le niveau de vigilance du conducteur. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 5.5.30. Saari, J. Ergonomic analysis of the underground train in Helsinki. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 5.5.31. Shipley, Patricia y West, A.E.J. A user opinion of the quality of railway carriage environments. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 5.5.32. Zwaga, H.J.C. y Boersema, T.H. Feasibility of pictograms used by the Dutch Railways. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).

- 5.5.33. Rey, P. y otros. Véhicules à deux roues et sécurité. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

- 5.5.34. Plummer, R.W. Driver comprehension of left-turn signals. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.5.35. Forbes, T.W. Human factors in highway traffic research. (Wiley, New York, 1972).

### 5.6. Odontología

5.6.1. Khalil, T.M. Dentistry: A growing domain for ergonomics. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.6.2. Nixon, G., Chairside Ergonomics. (Turner Dental School, Manchester).

### 5.7. Deportes

5.7.1. Carlsoo, S. A kinetic analysis of the golf swing. (Journal of sports medicine and physical fitness, 1967, Nº 7, 76-82).

5.7.2. Slater-Hammel, A.T. Action current study of contraction-movement relationships in golf stroke. (Research Quarterly, 1948, Nº 19, 164-177).

5.7.3. Slater-Hammel, A.T. An action current study on contraction-movement relationships in the tennis stroke. (Research Quarterly, 1948, Nº 20, 424-431).

5.7.4. Lomaey, O. y Allen, J.G. Prediction of adult aerobic capacity from childhood tests. (Ergonomics, 1973, Nº 6, 783-785).

5.7.5. Whiting, H.T.A. Readings in sports psychology. (Henry Kimpton, Londres, 1972).

### 5.8. Computación

5.8.1. Black, W.W. An introduction to on-line computers. (Gordon and Breach, Londres, 1971).

5.8.2. Bergstrom, B., Arnberg, P. y otros. Use of a digital computer for studying velocity judgements on radar targets. (Ergonomics, 1973, 16/4, 417-421).

5.8.3. Dutton, J.M. y Starbuck, W.H. Computer simulation of human behaviour. (Wiley, New York, 1971).

### 5.12. Educación

5.12.1. Bajpai, A.C. y otros. Fortran and Algol: A programmed course for students of science and technology. (Wiley, Londres, 1972).

5.8.4. Dwyer, T.A. Some principles for the human use of computers in education. (*International Journal of Man-machine Studies*, 1971, 3/3, 219-239).

5.8.5. Vine, D.R. The contribution of social science to the development of complex computer systems. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

## 6. ORGANIZACIÓN Y TRABAJO

### 5.9. Productos de Consumo

5.9.1. Kirk, N.S. Ergonomics and the design of consumer products. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.9.2. Berns, T.A.R. Work in the home environment. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.9.3. Ward, Joan S. Critical ergonomics factors in domestic kitchen design. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).

5.9.4. Greenberg, M. y Jacobs, R.M. Consumer products safety evaluation. A practical approach. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973).

### 5.10. Análisis de Tareas

5.10.1. Knight, M.A.G. y Lidderdale, I.G. Task analysis and syllabus evaluation. (Trabajo presentado a la Asamblea Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

5.10.2. Higuchi, K. y Momona, M. Task analysis of jet transport (DC8). (TRC Report Nº P-177134, 1970, 174 págs.).

5.10.3. Silverman, J. New Techniques in task analysis. (TRC Report Nº AD-66135, 1967, 26 págs.).

### 5.11. Grupos de Trabajo

5.11.1. Waag, W.L. y Halcomb, C.G. Team size and decision rule in the performance of simulated monitoring teams. (Human Factors, 1972, 14/4, 303-314).

### 5.12. Educación

5.12.1. Bajpai, A.C. y otros. Fortran and Algol: A programmed course for students of science and technology. (Wiley, Londres, 1972).

5.12.2. Brophy, M.K. y otros. A library management game. (Universidad de Lancaster, 1972).

5.12.3. Tallor, J.L. Instructional Planning Systems. (Cambridge University Press, Londres, 1971).

## 6. ORGANIZACION

### 6.1. Organización

6.1.1. Prophet, W.W. Performance measurement in helicopter training and operations. (Trabajo presentado a la 79a. Reunión de la Asociación Psicológica Americana, Washington, D.C., septiembre 1971, abril 1972). (Routledge and Kegan Paul, Londres, 1972).

6.1.2. Kanter, Jerome. Management. Oriented management information systems. (Englewood Cliffs, N.J., Prentice Hall, 1972).

6.1.3. Folkertsma, B. Handbook for Managers. (Kluwer-Harrap, Londres, 1972).

6.1.4. Murrell, K.F.H. Work Organization. (Applied Ergonomics, 1971, 2, 79-91).

6.1.5. Clark, Peter A. Organizational design: Theory and practice. (Tavistock Publications, Londres, 1972).

6.1.6. Hutton, G. Thinking about Organization. (Harper and Row, New York, 1972).

### 6.2. Evaluación y diseño de cargos

6.2.1. Davis, L.E. y Taylor, J.C. Design of Jobs. (Penguin, Harmondsworth, 1972).

6.2.2. Slade, I.M. Job description. (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).

### 6.3. Recursos Humanos

6.3.1. Meister, D. y otros. The impact of man power requirements and personnel resources data on system design. (USAF Aerospace Medical Research Laboratories, 1961, TR 68-44).

7.1.5. Nowak, W.A. Dials and counters: Effects of precision  
6.3.2. Meister, D. y otros. The effect of amount and timing of human resources data on subsystem design. (USAF Aerospace Medical Research Laboratories, 1969, TR 69-22).

#### 6.4. Almacenamientos

7.1.6. Butterfield, E.C. y Belmont, J.M. Relation of storage and retrieval strategies as short-term memory processes. (Journal of Experimental Psychology, 1971, 89/2, 319-328).

#### 6.5. Selección de Personal

7.1.7. Morea, P.C. Guidance, selection and training: Ideas and Applications. (Routledge and Kegan Paul, Londres, 1972).

#### 6.6. Sistemas - Funcionamiento y Evaluación

7.1.8. Beishon, J. y Peters, Geoff. System behavior. (Open University Press Harper and Row, 1972).

7.1.9. Meister, D. y Rabideau, G.F. Human factors evaluation in systems development. (Wiley, New York, 1965).

7.1.10. Singleton, W.T. y otros. The human operator in complex systems. (Taylor and Francis, Londres, 1967).

### 7. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR LA MAQUINA

#### 7.1. Sistemas de indicadores (display)

7.1.11. Howell, W.C. On the potential of tactial displays: An interpretation of recent finds. (En: U.S. Army Medical Research Laboratory, Rep. N° 424, 1960, Fort Knox, Ky.).

7.1.12. Humphrey, C.E. y Thompson, J.E. Auditory Displays. (1952, APL/JHU TG-146, The Johns Hopkins University).

7.1.13. Crovitz, H.F. y Shiffman, H.R. Configurational letter spans. (Journal of Experimental Psychology, 1967, N° 73, 628-629).

7.1.14. Crovitz, H.F. y Shiffman, H.R. Visual field and letter span. (Journal of Experimental Psychology, 1965, N° 70, 218-223).

7.1.15. Bach, F., Rita, Y. y otros. Display techniques in a tactile-vision substitution system. (Medical and Biological Illustration, 1970, 20/1, 6).

- 7.1.5. Nason, W.E. y Bennett, C.A. Dials and counters: Effects of precision on quantitative reading. (1973, *Ergonomics*, Nº 6, 749-758).
- 7.1.6. Baker, C.A. y Greter, W.F. Visual presentation of information. En: *Human engineering guide to equipment design*. (McGraw-Hill, New York, 1963, 51-122).
- 7.1.7. Chapanis, A. y Scarpa, L.C. Readability of dials at different distances with constant visual angle. (*Human Factors*, 1967, Nº 9, 419-426).
- 7.1.8. Elkin, E.H. Effects of scale shape, exposure time and display. Response complexity on scale reading efficiency. (*Wright Air Development Command*, Dayton, Ohio, 1959).
- 7.1.9. Grahame, N.E. The speed and accuracy of reading horizontal, vertical and circular scales. (*Journal of Applied Psychology*, 1956, Nº 40, 228-232).
- 7.1.10. Muckler, F.A. y Obermayer, R.W. Preferences for instrument panel viewing distance. (*Journal of Engineering Psychology*, 1962, Nº 1, 140-149).
- 7.1.11. Van Nes, F.L. Determining temporal differences with analogue and digital time displays. (*Ergonomics*, 1972, Nº 15, 73-79).
- 7.1.12. Zeff, C. Comparison of conventional and digital time displays. (*Ergonomics*, 1965, Nº 8, 339-345).
- 7.1.13. Spangenberg, R.W. Structural coherence in pictorial and verbal displays. (*Journal of Educational Psychology*, 1971, Nº 62, 514-520).
- 7.1.14. Hill, S.E. Segmented vs conventional numerals: Legibility and long term retention. (*Tesis de grado*, dic. 1971, 45 págs.).
- 7.1.15. Spencer, H. y Shaw, A. Letter spacing and legibility. (*British Printer*, 1971, Nº 84, 84-86).
- 7.1.16. Spencer, J. y Cheney, R.L. Tolerances on Engineering drawings. (*International Journal of Production Research*, 1972, Nº 10/4, 333-349).
- 7.1.17. Wagenaar, W.A. The accuracy of manoeuvring with a deccanavigator under difficult circumstances. (*Ergonomics*, 1972, 15/5, 505-516).
- 7.1.18. Bach, P., Rita, Y. y otros. Display techniques in a tactile-vision substitution system. (*Medical and Biological Illustration*, 1970, 20/1, 6).

5. OTROS TEMAS RELACIONADOS CON LA MAQUINA

- 7.1.19. Soliday, S.M. y Gardner, J.A. Use of a response surface to optimize digital telecommunication system. (*Ergonomics*, 1973, 16/4, 423-433).
- 7.1.20. Monty, R.A. Keeping track of sequential events: Implications for the design of displays. (*Ergonomics*, 1973, 16/4, 443-454).
- 7.1.21. Simon, H.A. A complexity and the representation of patterned sequences of symbols. (*Psychological review*, 1972, 79/5, 369-382).
- 7.1.22. Mayyasi, A.M. y otros. The effectiveness of vibrotactile warning signals under conditions of auditory and visual loading. (*Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, Calif., 1972*).
- 7.1.23. Kokers, P.A. Clues to a letter's recognition: Implications for the design of characters. (*Journal of typographic research*, 1969, 3/2, 145-168).
- 7.1.24. NASA - Recent advances in display media; proceedings of a symposium. (*NASA Technology Publishing Corp., Los Angeles, 1969*).
- 7.1.25. King, L.E. y Tierney III, W.J. Glance legibility - Symbol vs world highway signs. (*Trabajo presentado a la 14a. Reunión Anual de la Sociedad de Factores Humanos, 1970*).
- 7.1.26. Edwards, E. The integration of spaced signals. (*Ergonomics*, 1963, 6/2, 143-152).
- 7.2. Controles
- 7.2.1. Pook, G.K., West, A.E., Toben, T.J. y Sullivan, J.P.T. A combined accelerator-brake pedal. (*Ergonomics*, 1973, Nº 6, 845-848).
- 7.2.2. Mehr, M.H. y Mehr, E. Manual-digital positioning in 2 axes: A comparison of joystick and track-ball controls. (*Trabajo presentado a la 16a. Reunión de la Sociedad de Factores Humanos, Los Angeles, 1972*).
- 7.2.3. Ivergard, B.K. Study of the check-out system for self-service shops in Sweeden. (*Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, 1973*).
- 7.2.4. Ayoub, M.M. y Lo Presti, P. The determination of an optimum size cylindrical handle by use of electromyography. (*Ergonomics*, 1971, 14/4, 509-518).

## 8. OTROS TEMAS RELACIONADOS CON LA MAQUINA

8.1.13. Cunningham, C.E. y Cox, Wilbert. Applied maintainability engineers.

### 8.1. Diseño

8.1.1. Kidd, J.S. Human tasks and equipment design. En: Psychological principles in system development. (Holt, Rinehart and Winston, New York, 1961). (secciónes Ergonómicas, 1973).

8.1.2. Singleton, W.T. The systems prototype and his design problems. En: The human operator in complex systems. (Taylor and Francis, Londres, 1967).

8.1.16. Szwilowicz, J. Ergonomics in machine building process. (Trabajo presentado en el Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).

8.1.3. Winer, B.J. Statistical principles in experimental design. (McGraw-Hill, New York, 1962).

8.1.4. Kirk, R.E. Experimental design: Procedures for behavioral sciences. (Brooks/Cole, Belmont, Calif., 1968).

8.1.5. Woodson, W. E. y Conover, D.W. Human engineering guide for equipment designers. (2a. Edición) (Universidad de California, Berkeley, 1964).

8.1.6. Christopher, J.W. Man as a part of the design environment. (Annals of Assurance Sciences, 1970, N° 3, 114-119).

8.1.20. Morgan, L.L. y otros. Human engineering guide to equipment design.

8.1.7. Corliss, W.R. Human factors applications in teleoperator design and operation. (Wiley - Interscience, New York, 1971).

8.1.21. Woodson, W. y Conover, D.W. Human engineering guide for equipment design.

8.1.8. Bonney, M.C. Ergonomics in design using a computer man and conversational graphics. (International Journal of Production Research, 1972, 10/4, 313/323).

8.1.22. Welford, A.T. Human factors in equipment design. (H.K. Lewis y Co. Ltd., 1954).

8.1.9. Swain, A.D. Design techniques for improving human performance in production. (Industrial and Commercial Techniques, I.T.D., Londres, 1972).

8.2. 8.1.10. Seitz, C.P. Human Factors. Consideration in the design of process plants. (En: Centralized control, looking forward to the seventies, New Brunswick, N.J., 1970, 81-84).

8.2.1. 8.1.12. Field, H.H. y otros. Evaluation of hospital design. A holistic approach. (New England Medical Center, Tufts, 1971).

8.2.2. Woodhouse, M. Controlling machine tools. (Design, 1963, 172, 36-41).

8.1.12. Zerbi, E. How a bed ought to be? (Abitaire, 1971, 97/98, 154-158).

8.2.3. Woodhouse, M. Information and control In machine tools. (Design, 1963, 175, 48-55).

9. PUESTO
- 8.1.13. Cunningham, C.E. y Cox, Wilbert. *Applied maintainability engineers.* (Wiley, New York, 1972).
- 9.1. Puesto de trabajo
- 8.1.14. Jones, H.A. y otros. *An evaluation of user opinion in relation to train carriage design.* (Trabajo presentado a la Conferencia Anual de la Sociedad de Investigaciones Ergonómicas, 1973).
- 8.1.15. Meister, D. y Farr, D.E. *The utilization of human factors information by designers.* (Human Factors, 1967, 9, 71-87).
- 8.1.16. Slowikowski, J. *Ergonomics in machine building process.* (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 8.1.17. Tomlinson, R.W. *Ergonomic assessment of industrial presses.* (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 8.1.18. Jones, J.C. *Design methods: Seeds of human futures.* (Wiley, Londres, 1970).
- 8.1.19. Jones, J.C. *Conference on design methods.* (Pergamon, Oxford, 1963).
- 8.1.20. Morgan, L.T. y otros. *Human engineering guide to equipment design.* (McGraw-Hill, New York, 1963).
- 8.1.21. Woodson, W. y Conover, D.W. *Human engineering guide for equipment designers.* (University of California Press, 1964).
- 8.1.22. Floyd, W.F. y Welford, A.T. *Human factors in equipment design.* (H.K. Lewis y Co. Ltd., 1954).
- 8.1.23. Rappaport, M. *When the engineer designs for men.* (McGraw-Hill, New York, 1958).
- 8.2. Máquinas-herramientas
- 8.2.1. Slowikowski, J. *An ergonomics classification of machine tools.* (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 8.2.2. Woodhouse, M. *Controlling machine tools.* (Design, 1963, 172, 36-41).
- 8.2.3. Woodhouse, M. *Information and control in machine tools.* (Design, 1963, 175, 48-55).
- 8.2.4. De Greene, K.B. *Models of men in systems in retrospect and prospect.* (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).

## 9. PUESTO DE TRABAJO

- 10.1.1. Fernández-Maldonado, A. Ergonomie, bioingeniería et médecine industrielle. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 9.1.1.1. Shackel, B., Chidsey, K.D. y Shipley, P. The assessment of chair comfort. (Ergonomics, 1969, N° 12, 269-306).
- 9.1.1.2. Brookes, M.J. y Kaplan, A. The office environment: Space planning and affective behavior. (Human factors, 1972, 14/5, 373-391).
- 9.1.1.3. Kamon, E. y Eastman, M.C. Psychological and physiological responses to sitting and working at slanted desks. (Trabajo presentado a la Conferencia Americana de Higiene Industrial, San Francisco, Calif., 1972).
- 9.1.1.4. Shipley, Patricia. A comparative study of easy chairs for elderly people. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).
- 9.1.1.5. Exemple d'analyse critique méthodique. Le poste de conducteur de chariot de manutention. (Conditions de Travail, 1970, 13, 19-34).
- 9.1.1.6. Shackel, B. Workstation analysis. Turning cartons by hand. (Applied Ergonomics, 1969, 1, 45-51).
- 9.1.1.7. Floyd, W.F. y Roberts, D.F. Anatomical and physiological principles in chair and table design. (Ergonomics, 2/1, 1-16, 1958).
- 9.1.1.8. Barkla, D.M. Chair Angles, duration of seating and comfort ratings. (Ergonomics, 1964, 7/3, 297-304).

## 10. TEMAS GENERALES

### 10.1. La Ergonomía como Disciplina

- 10.1.1.1. Murrell, K.F.H. Ergonomics. (Chapman Hall, Londres, 1967).
- 10.1.1.2. McCormick, E.J. Human factors engineering (2a. Edición). (McGraw-Hill, New York, 1964).
- 10.1.1.3. Meister, D. The future of ergonomics as a system discipline. (Ergonomics, 1973, 16/3, 267-280).
- 10.1.1.4. Meister, D. Human factors: Theory and practice. (Wiley, New York, 1971).
- 10.1.1.5. De Greene, K.B. Models of men in systems in retrospect and prospect. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio de 1973).

- 10.1.6. Comamala-Mald, A. Ergonomie, biologie et médecine industrielle. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio 1973).
- 10.1.7. Corlett, E.N. y otros. Evaluation of ergonomics changes. (Trabajo presentado al 5º Congreso Internacional de Ergonomía, Amsterdam, junio, 1973).
- 10.1.8. Singleton, W.T. Introduction to Ergonomics. (Organización Mundial de la Salud, Ginebra, 1972).
- 10.1.9. Cesaro, A.N. y Granata, C. Aspetti ergonomici del lavoro protetti. (La medicina del lavoro, 1971, 62/67, 307-332).
- 10.1.10. Welford, A.T. Ergonomics of automation. (Her Majesty's Stationery Office, 1964).
- 10.1.11. Grandjean, E. Fitting the task to the man. (Taylor and Francis, Londres, 1969).
- 10.1.12. Shackel, B. Applied Ergonomics, Handbook. (IPC Business Press, Ltd., Londres, 1974).
- 10.1.13. Aberdeen proving ground. An introduction to human engineering. (Aberdeen Proving Ground, 1954).
- 10.1.14. Maire, F. Ergonomie. (La Baconnière, Boury, Neuchâtel, Suiza, 1965).
- 10.1.15. Kellermann, F. Th. y otros. Vade-mecum d'ergonomie destiné à l'industrie. (Bibliothèque Philips, Eindhoven, 1964).
- 10.1.16. Edwards, E. Ergonomics in control. (Proc. IEE, 120/10R, 1973).
- 10.1.17. Teel, K.S. Is human factors engineering worth the investment? (Human Factors, 1971, 17-21).
- 10.1.18. Murrell, K.F. H. Ergonomics: Fitting the job to the worker. (British Productivity Council, 1960).
- 10.1.19. Chapanis, A.R.E. Research techniques in human engineering. (John Hopkins University Press, Londres, 1959).
- 10.1.20. European Productivity Agency. Fitting the job to the worker. (Proyecto N° 335, París, 1958, 170 Págs.).

- 10.1.21. Friedman, G. Problèmes humains du machinisme industriel. (Gallimard, París, 1958).
- 10.1.22. Metz, B. L'adaptation du travail à l'homme. (En: Journal des Associations Patronales, 1959, 54/24, 9-69).
- 10.1.23. Rodger, A. The years of ergonomics. (Nature, 184/4688, 20-22).
- 10.1.24. Vallee, P. Les ergonomistes permettront-ils l'adaptation optimale du travail à l'homme? (Documents, 1959, N° 155, 6-7).
- 10.1.25. Cross, A. Some observations on ergonomics. (Time and Motion Study, 1960, 9/11, 21-27).
- 10.1.26. Morales Valarino, J. Ergonomía en Venezuela? (Diario El Nacional, Caracas, 20, 2, 1971).
- 10.2. Temas Varios
- 10.2.1. Gravinsky, N. y Klein, A.W. El análisis factorial. Una guía para estudios de economía industrial. (Banco de México, 1958).
- 10.2.2. Klein, A.W. La medición de la productividad y la comparación entre empresas. (Editorial Arte, Caracas, 1965).
- 10.2.3. Klein, A.W. El diagnóstico de empresas. (Editorial Arte, Caracas, 1966).
- 10.2.4. Morales Valarino, J. Diagnóstico y medición. Un caso de productividad. (U.C.V., Caracas, 1971).
- 10.2.5. Morales Valarino, J. Los centros sectoriales. Efecto multiplicador de la productividad. (U.C.V., Caracas, 1970).
- 10.2.6. Thacrah, C.T. The effects of arts, trades and professions on health and longevity. (E.S. Livingston, Londres, 1957).
- 10.2.7. Revista Internacional del Trabajo. La automatización y sus consecuencias sociales. (R.I.T., 1955, LII/6, 535-569).
- 10.2.8. Belding, H.S. y Hatch, T.F. Index for evaluation heat stress in terms of resulting physiological strains. (Heating, Piping and Air Conditioning, 1955, AG, pág. 125).

11. INSTITUCIONES, ORGANIZACIONES ERGONOMICAS Y RELACIONADAS

10.2.9. Taylor, F.W. *Principios de la Administración.* (Versión española

11.1. Instituto de R. Palazón, Herrero Hnos., México, 1961).

10.2.10. Chapanis, A. *Ingeniería Hombre-máquina.* (Compañía Editorial Continental, S.A., México, 1968).

11.2.1. National ergonomics activities. (Ergonomics, 1973, 16/6, 16/6, 993)

10.2.11. Terry, G. *Principios de Administración.* (Compañía Editorial Continental, 16a. Edición, 1970).

11.2. Organizaciones

10.2.12. Gilbreth, F.B. y Gilbreth, L.M. *Applied Motion Study.* (Mc Millan Co., New York, 1919). (Ergonomics, 1973, 16/3, 341-351).

10.2.13. Easterby, R.S. *Ergonomics Checklists: An appraisal.* (Ergonomics, 1967, 10/5, 549-556).

12. BIBLIOGRAFIA

10.2.14. Investigaciones directas del autor.

12.1. Bibliografía General

10.2.15. Hutton, G. *Productividad y Progreso.* (Editorial Hispano Europea, Barcelona, 1957).

12.1.1. Chapanis, A. *A human engineering bibliography.* (San Diego State College Foundation, 1956; con 5.666 referencias bibliográficas contenidas en 126 págs. con amplios detalles).

12.1.2. Allen, P.S. y Paul, E.V. *An annotated bibliography of bibliographies pertinent to the design and use of machines by human operators.* (En: Human Factors, 1958, 1/1, 26-44).

## 11. INSTITUCIONES, ORGANIZACIONES ERGONOMICAS Y RELACIONADAS

### 11.1. Instituciones

11.1.1. National ergonomics activities. (*Ergonomics*, 1973, 16/3, 341-351).

11.2.1. National ergonomics activities. (*Ergonomics*, 1973, 16/6, 901-902).

### 11.2. Organizaciones

11.2.1. National ergonomics activities. (*Ergonomics*, 1973, 16/3, 341-351).

11.2.2. National ergonomics activities. (*Ergonomics*, 1973, 16/6, 901-902).

## 12. BIBLIOGRAFIA

### 12.1. Bibliografía General

12.1.1. McCollom, I.N. y Chapanis, A. A human engineering bibliography. (San Diego State College Foundation, 1956, con 5.666 referencias bibliográficas contenidas en 126 págs. con amplios detalles).

12.1.2. Allen, P.S. y Paul, E.V. An annotated bibliography of bibliographies pertinent to the design and use of machines by human operators. (En: *Human Factors*, 1958, 1/1, 26-44).

**INDICE**

	Página
<b>CAPÍTULO 1. ERGONOMÍA: INTRODUCCIÓN, HISTORIA Y RELACIONES CON OTRAS DISCIPLINAS</b>	
<b>SECCION N° 1. INTRODUCCIÓN</b>	1
1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	2
2. EL HOMBRE Y LOS MEDIOS DE TRABAJO .....	4
3. EL HOMBRE Y LA MAQUINA .....	7
4. ERGONOMÍA APLICADA .....	9
<b>SECCION N° 2. HISTORIA</b>	15
1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	16
2. PERÍODO HISTÓRICO DE LA ERGONOMÍA .....	16
3. PRECURSORES DE LA ERGONOMÍA .....	19
4. EL ORIGEN DE LA ERGONOMÍA .....	30
<b>SECCION N° 3. RELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS</b>	43
1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	43
2. LA ANTROPOLOGÍA .....	45
A. FACTORES ANATÓMICOS QUE INTERVIENEN EN EL TRABAJO .....	47
3. LA FISIOLOGÍA .....	49
4. LA PSICOLOGÍA .....	51
A. COORDINACIÓN NEUROMUSCULAR .....	52

<u>INDICE</u>	<u>Página</u>
A. EN EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO (P.T.B.) .....	56
<b>CAPITULO I. ERGONOMIA: INTRODUCCION, HISTORIA Y RELACIONES</b>	
<b>CON OTRAS DISCIPLINAS .....</b>	<b>1</b>
<b>SECCION N° 1. INTRODUCCION .....</b>	<b>2</b>
<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>2</b>
<b>2. EL HOMBRE Y LOS MEDIOS DE TRABAJO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. EL HOMBRE Y LA MAQUINA .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ERGONOMIA APLICADA .....</b>	<b>9</b>
<b>SECCION N° 2. HISTORIA .....</b>	<b>16</b>
<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>16</b>
<b>2. PERFIL HISTORICO DE LA ERGONOMIA .....</b>	<b>16</b>
<b>3. PRECURSORES DE LA ERGONOMIA .....</b>	<b>19</b>
<b>4. EL ORIGEN DE LA ERGONOMIA .....</b>	<b>36</b>
<b>SECCION N° 3. RELACION CON OTRAS DISCIPLINAS .....</b>	<b>43</b>
<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>43</b>
<b>2. LA ANTROPOMETRIA .....</b>	<b>45</b>
<b>A. FACTORES ANATOMICOS QUE INTERVIENEN EN EL TRABAJO..</b>	<b>47</b>
<b>3. LA FISIOLOGIA .....</b>	<b>49</b>
<b>4. LA PSICOLOGIA .....</b>	<b>51</b>
<b>A. COORDINACION NEUROMUSCULAR .....</b>	<b>52</b>

	Página
5. LA ECONOMIA .....	55
A. EN EL PRODUCTO TERRITORIAL BRUTO (P.T.B.) .....	56
B. EN EL EMPLEO TOTAL .....	56
C. EN LAS RELACIONES A NIVEL DE EMPRESA .....	57
D. EN LA PRODUCTIVIDAD .....	58
<hr/>	
CAPITULO II. SECCION N° 1. ESTRUCTURA GENERAL Y ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO .....	62
1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	62
2. EL ENFOQUE DE LA ERGONOMIA A TRAVES DE LOS PROBLEMAS DE DI- SEÑO Y DE METODO .....	63
A. ANALISIS DE SISTEMA .....	64
B. ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO .....	64
C. EVALUACION .....	65
3. ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO .....	66
A. EL ANALISIS .....	68
<hr/>	
CAPITULO III. SECCION N° 1. ENFOQUE ANTROPOCENTRICO DEL SI- MA HOMBRE-MAQUINA .....	71
1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	86
2. EL ENFOQUE ANTROPOCENTRICO .....	87
3. LOS CRITERIOS ERGONOMICOS .....	90
4. LA ERGONOMIA Y LAS INTERACCIONES DE CONTROL .....	92

	<u>Página</u>
5. LAS CARACTERISTICAS DEL O.H. (OPERADOR HUMANO) PARA RECIBIR	93
A. LA VISION .....	93
B. LA AUDICION .....	97
C. COMPARACION ENTRE LA RECEPCION DE SEÑALES VISUALES Y AUDITIVAS .....	99
6. DISEÑO DEL SISTEMA DE INFORMACION DE LA MAQUINA (DISPLAY)	101
A. INDICADORES VISUALES (VISUAL DISPLAYS) .....	102
B. INDICADORES AUDITIVOS .....	111
7. CARACTERISTICAS DE LA ACCION (OUT PUT) DEL O.H. .....	113
A. ACCION DE INFORMACION (INFORMATION OUT PUT) .....	114
B. EJECUCION DE FUERZA .....	115
8. DISEÑO DE CONTROLES .....	116
A. TAXONOMIA .....	116
B. DETALLES DE DISEÑO .....	118
C. RESISTENCIA DE LOS CONTROLES .....	121
9. AGRUPAMIENTO DE LOS INDICADORES Y DE LOS CONTROLES .....	121
10. DESTREZA HUMANA: ALGUNOS RASGOS GENERALES .....	122
11. RELACIONES DINAMICAS ENTRE LOS INDICADORES Y LOS CONTRO- LES .....	128
12. CONTROLES MANUALES .....	129
13. DISEÑO DEL SISTEMA .....	134
14. DIALOGO HOMBRE-COMPUTADORA .....	136

	<u>Página</u>
15. EL MODELO V.A.M.E. ....	138
<u>CAPITULO IV. SECCION N° 1. ANALISIS ERGONOMICO DETALLADO DE</u>	
<u>LAS CARACTERISTICAS DEL HOMBRE Y SUS CONDICIONES DE TRABAJO</u> .....	
BAJO .....	141
1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	141
A. LA RAPIDEZ DE PERCEPCION .....	141
B. LA CAPACIDAD INTELECTUAL .....	142
C. LA MOTIVACION .....	142
D. LA EDAD .....	143
E. LA FATIGA .....	143
F. LA FORMACION PROFESIONAL .....	144
2. EL CUERPO Y SUS DIMENSIONES .....	144
3. EL CUERPO EN MOVIMIENTO .....	154
A. MOVIMIENTOS COMPATIBLES CON LA ACCION .....	154
B. OPTIMIZACION DEL ESFUERZO MUSCULAR .....	154
C. REDUCCION DEL ESFUERZO MUSCULAR ANTAGONICO .....	155
4. LA PRECISION DE LOS MOVIMIENTOS .....	155
A. LOS MOVIMIENTOS DE AJUSTE .....	156
B. LOS MOVIMIENTOS DE BUSQUEDA CIEGA .....	156
C. LOS MOVIMIENTOS LINEALES .....	156
D. LA RAPIDEZ DE LOS MOVIMIENTOS .....	156

	<u>Página</u>
5. LA PERCEPCION - LA AUDICION .....	160
6. LA PERCEPCION - EL RUIDO .....	161
A. EFECTOS NOCIVOS SOBRE EL CUERPO .....	163
B. EFECTOS NOCIVOS SOBRE LA PERSONALIDAD .....	165
C. EFECTOS NOCIVOS SOBRE EL TRABAJO .....	166
7. LA PERCEPCION - LAS VIBRACIONES .....	167
8. LA PERCEPCION - LA VISION .....	168
A. LA FATIGA VISUAL .....	168
B. DISCRIMINACION VISUAL DE LOS OBJETOS .....	169
9. EL AMBIENTE FISICO .....	173
A. EL ORGANISMO HUMANO Y LA HIPERTERMIA .....	173
B. LA TEMPERATURA .....	175
C. LA HUMEDAD .....	175
D. LA VENTILACION .....	176
E. MEDICION DE LAS CONDICIONES CLIMATICAS AMBIENTALES ....	176
10. EL ESFUERZO ESTATICO .....	177
A. EL CONJUNTO MESA-SILLA .....	178
B. LAS SILLAS Y LOS SOPORTES .....	180
C. LOS APOYOS EN POSICION DE PIES .....	182
D. LA POSICION Y EL GASTO DE ENERGIA .....	183
E. LAS MESAS Y LOS ESCRITORIOS .....	185

	<u>Página</u>
F. EL AREA DE TRABAJO Y EL AREA VISUAL .....	187
G. LAS RAMPAS, LAS ESCALERAS Y LAS ESCALAS .....	187
H. LAS PUERTAS Y LOS CIELORROSOS .....	191
I. LOS PASILLOS Y CORREDORES .....	193
J. LOS ESTANTES .....	193
<b>11. EL ESFUERZO DINAMICO .....</b>	<b>195</b>
A. RESISTENCIA DE LOS CONTROLES .....	195
B. LA IDENTIFICACION DE LOS CONTROLES .....	195
C. LA SEGURIDAD DE LOS CONTROLES .....	196
D. LA SELECCION DE LOS CONTROLES .....	196
<b>12. EL ESFUERZO SENSORIAL .....</b>	<b>205</b>
A. EL RUIDO .....	205
B. LAS SEÑALES AUDITIVAS .....	207
C. LA LUZ NATURAL .....	209
D. LA LUZ ARTIFICIAL .....	210
E. EL COLOR .....	212
F. EL ARREGLO VISUAL DE LOS PUESTOS DE TRABAJO .....	214
G. LOS INDICADORES VISUALES .....	216
<b>13. EL CONFORT FISICO .....</b>	<b>220</b>
<b>CAPITULO V. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>222</b>
<b>1. CONSIDERACIONES GENERALES .....</b>	<b>223</b>

2. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO I. ERGONOMIA: INTRODUCCION, HISTORIA Y RELACIONES CON OTRAS DISCIPLINAS .....	223
A. SECCION N° 1. INTRODUCCIÓN .....	223
B. HISTORIA .....	224
C. RELACION CON OTRAS DISCIPLINAS .....	229
3. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO II. ESTRUCTURA GENERAL Y ANALISIS DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO .....	230
4. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO III. ENFOQUE ANTROPOCENTRICO DEL SISTEMA HOMBRE-MAQUINA .....	233
5. CONSIDERACIONES SOBRE EL CAPITULO IV .....	237
A. LA PARTE CONSCIENTE .....	238
B. LA PARTE NO CONSCIENTE .....	242
C. RESULTADOS .....	246
6. PRESENTE Y FUTURO DE LA ERGONOMIA .....	247
7. EPILOGO .....	251
<u>APENDICE N° 1</u> .....	255
1. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR EL O.H. ....	255
A. PERCEPCION VISUAL .....	255
B. RENDIMIENTO MANUAL .....	256
2. ACTITUD DEL OPERADOR HUMANO .....	256
A. MEDICION DE LA FATIGA .....	256

	<u>Página</u>
B. DESEMPEÑO FÍSICO Y HABITUACION .....	257
C. DISTRACCION EN TAREAS MONOTONAS .....	258
3. CONDICIONES FÍSICAS DEL OPERADOR HUMANO .....	259
A. FACTORES MOTORES, TERMICOS Y SENSORIALES EN LA VARIACIÓN DEL RITMO CARDIACO .....	259
B. MEDICION DE LOS RITMOS CIRCADIANOS .....	260
4. CONDICIONES DE TRABAJO Y OTRAS CIRCUNSTANCIAS QUE OBRAN SOBRE EL OPERADOR HUMANO .....	261
A. ACCIDENTES CAUSADOS POR SIERRAS FORESTALES .....	261
B. EFECTOS DE LA TEMPERATURA CENTRAL DEL CUERPO Y DE LAS SENSACIONES TERMICAS EN EL TRABAJO .....	261
C. MEDICION DEL CALOR IRRADIADO Y SUS EFECTOS SOBRE EL CUERPO HUMANO .....	262
5. ALGUNOS CAMPOS DE TRABAJO DEL OPERADOR HUMANO .....	263
A. LA CONDUCCION DE VEHICULOS EN CIRCUNSTANCIAS MONOTONAS .....	263
B. ANALISIS ERGONOMICO DEL METRO DE HELSINKI .....	264
C. CONCEPCION ERGONOMICA DEL TRABAJO DEL ODONTOLOGO .....	264
D. PROBLEMAS EN EL CULTIVO DE NUEVAS VARIEDADES DE ARROZ .....	265
6. ORGANIZACION .....	266
A. EFECTOS DEL TRASLADO A GRAN DISTANCIA AL SITIO DE TRABAJO EN LA TOMA DE DECISIONES .....	266
7. RECEPCION Y TRANSMISION DE INFORMACION POR LA MAQUINA ...	267
A. PRUEBAS PARA LA ADAPTACION A VEHICULOS DE UN PEDAL COMBINADO ACCELERADOR-FRENO .....	267

	<u>Página</u>
B. COMPARACION ENTRE INDICADORES VISUALES, AUDITIVOS Y CUTANEOOS .....	268
8. OTROS TEMAS RELACIONADOS CON LA MAQUINA .....	268
A. FACTORES ERGONOMICOS EN EL DISEÑO DE COCINAS DOMESTICAS .....	268
9. PUESTO DE TRABAJO .....	269
A. EL AMBIENTE DE LA OFICINA .....	269
<u>APENDICE N° 2</u> .....	272
<u>EL ERGONOMISTA EN LA EMPRESA</u> .....	272
1. CONSIDERACIONES GENERALES .....	272
2. EL DEPARTAMENTO DEL ERGONOMISTA .....	273
A. DEPARTAMENTOS DE INGENIERIA DE DISEÑO Y PRODUCCION .....	274
B. DEPARTAMENTO DE ESTUDIO DEL TRABAJO .....	274
C. DEPARTAMENTO MEDICO .....	275
D. DEPARTAMENTO DE PERSONAL .....	276
E. DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION DE OPERACIONES .....	277
F. CONSIDERACION FINAL .....	277
<u>BIBLIOGRAFIA TEMATICA GENERAL</u> .....	279
<u>LA TEMATICA ERGONOMICA</u> .....	280
<u>TEMAS ERGONOMICOS</u> .....	282