



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Arquitectura

Antropometría y Diseño Arquitectónico

Tesis que presenta

Felipe Dwight Hidalgo Villatoro

Al conferírsele el título de

ARQUITECTO

Guatemala, noviembre de 1989



DL

D2

**Junta Directiva de la Facultad de Arquitectura de la
Universidad de San Carlos de Guatemala**

T(380)

Arq. Francisco Chavarría Smeaton	Decano
Arq. Marco Antonio Rivera Mendoza	Vocal Primero
Arq. Héctor Castro Monterroso	Vocal Segundo
Arq. Rafaél Adolfo Herrera Bran	Vocal Tercero
Br. Juan Carlos Alvarado	Vocal Cuarto
Br. Mario Roca	Vocal Quinto
Arq. Sergio Veliz	Secretario

Tribunal examinador

Arq. Francisco Chavarría Smeaton	Decano
Arq. Gladys Mendizábal Prem	Examinador
Arq. Magaly Soto Castillo	Examinador
Arq. Roberto Vásquez Pineda	Examinador
Arq. Heber Arturo Paredes Navas	Secretario
Arq. José Jorge Uclés Chávez	Secretario Adjunto

Asesores:

Arq. Roberto Archila Ríos
Arq. Hugo Rolando Meza Gallardo

A mis padres:

Zolla E. Villatoro viuda de Hidalgo

Francisco Hidalgo Arroyo Q. E. P. D.

Deseo expresar un agradecimiento especial a las personas que prestaron su valiosa ayuda y colaboración en múltiples formas, principalmente a mis compañeros y amigos:

Arq. Gladys Mendizábal Prem y Lic. Zully Patricia Molina Vizquerra, quienes se tomaron la tarea de revisar originales y cuyo aporte dió coherencia al trabajo; Arquitecto Nery Hernández, quien aportó parte de su experiencia en el manejo de computadores y facilitó la expresión gráfica del trabajo. Arq. Evelyn Saca de Lara, Lic. Sandra Jiménez y Arq. Xenia Beatriz Montúfar, quienes apoyaron y estimularon la continuación del trabajo; Arq. Roberto Archila Ríos y Arq. Hugo Rolando Meza Gallardo, quienes estuvieron siempre prestos a brindar su asesoría y orientación para superar el nivel del trabajo.

Índice General	11		
Introducción	13		
Capítulo 1	17		
Relación entre antropología y antropometría	19	Definición de mediciones	60
Conceptos básicos de antropometría	20	Criterios para la selección de terminología	60
-Antropometría: medición del ser humano	20	Selección de mediciones	61
-Ergonomía	21	Organización de mediciones	62
Desarrollo histórico de la antropometría	23	Exactitud y precisión	63
-Cánones egipcios	24	Formatos para reportar los datos de la investigación	64
-Cánones griegos	25	Mediciones de la forma corporal	64
-Cánones Romanos	27	Métodos directos	64
-Edad Media	28	Dimensiones lineales	65
-Edad Moderna	31	Dimensiones de circunferencias	67
-Edad Contemporánea	32	Posición en el espacio y contorno corporal	67
Desarrollo histórico de las mediciones antropométricas	34	Antropometría Dinámica	68
Somatometría	39	Métodos de medición directa, trazo y sombra	72
Antropología Física	40	Método de plantillas	72
Desarrollo histórico de la antropometría ergonómica	41	Método de registro múltiple	72
Antropometría ergonómica	41	Métodos de modelado	72
Evolución de los sistemas de medida	48	Métodos ópticos	74
Síntesis de las principales investigaciones antropométricas realizadas en Guatemala	49	Métodos fotográficos	74
-INCAP	49	Técnica de grilla superpuesta o de fondo	74
-Universidad del Valle	50	Sistema de cámara "fotométrica"	75
-USIPE	52	Sistema de cámara andrométrica	76
-Prácticas de medición en la Facultad de Arquitectura USAC	54	Métodos estereofotogramétricos	76
Bibliografía Capítulo 1	55	Técnica de Hertzberg, Dupertuis y Emanuel	77
Fuente de figuras	56	Técnicas de Burke y Beard	78
		Bibliografía Capítulo 2	79
		Fuente de figuras	80
Capítulo 2	57	Capítulo 3	81
Métodos de medición para antropometría estática	59	Puntos de referencia	83
Investigaciones antropométricas	59	Relación antropometría - diseño	89
Estandarización de terminología y técnicas de medición	59	Plantillas de dibujo de figura humana	95
Estandarización de técnicas de medición	59	El puesto de trabajo	97
		La cocina	98
		Bibliografía Capítulo 3	102
		Fuente de figuras	103
		Capítulo 4	105
		Descripción del contenido de los cuadros	107
		Conceptos de antropometría a aplicar en Teoría del Diseño y la Arquitectura 1	108

Conceptos de antropometría a aplicar en Taller Síntesis 1	110
Evaluación	115
Requisitos necesarios para la implementación de la propuesta	116
Presentación del Taller para el uso del paquete didáctico "Antropometría y Dimensionamiento" en la enseñanza del Diseño	117
Conclusiones	121
Recomendaciones	125
Anexos	129



INTRODUCCIÓN

Introducción

13

El propósito del presente trabajo de tesis es proporcionar al estudiante de la carrera de arquitectura los conocimientos básicos de antropometría señalar los principales puntos de referencia en el cuerpo humano que permitan comprender y aplicar las relaciones entre el dimensionamiento del humano y los objetos y espacios arquitectónicos, proporcionar algunos instrumentos de trabajo e identificar la bibliografía básica que faciliten el proceso de enseñanza aprendizaje del diseño arquitectónico.

Del propósito anteriormente enunciado se identifican los siguientes objetivos:

- Determinar los objetivos, contenidos y actividades relacionadas con antropometría, que deben ser considerados en los cursos de Teoría del Diseño y la Arquitectura 1 y Taller Síntesis 1, los cuales se imparten en el primer año de la carrera de arquitectura.

- Proporcionar a los docentes de dichos cursos, material gráfico de apoyo, que facilite la transmisión de los conocimientos básicos de antropometría en relación con la arquitectura.

- Proporcionar a los profesionales de arquitectura, una obra de consulta que apunte hacia la relación de antropometría y la arquitectura.

Aunque inicialmente la tesis se enfocó directamente a la carrera de arquitectura, los contenidos generales de ésta materia tienen aplicación en la carrera técnica de diseño industrial.

En la relación antropometría - arquitectura, se hace evidente, que la antropometría se constituye en una disciplina auxiliar de la arquitectura, proporcionando información antropométrica, obtenida por medio de numerosas investigaciones sobre poblaciones a fin de mostrar la variabilidad que existe en las mismas.

La información que proporciona la antropometría, generalmente en forma de tablas o gráficas con

dimensiones corporales de población segmentada por sexo y datos de raza, adultos y ancianos, aparentemente sin aplicación en arquitectura. Parte del esfuerzo del trabajo de tesis es para demostrar la importancia que tiene dicha información para el arquitecto y las posibilidades de aplicación en el proceso de diseño arquitectónico, en el dimensionamiento de objetos y espacios arquitectónicos con escala humana.

Sin embargo, no es sólo la antropometría la disciplina que permite establecer las relaciones entre los objetos, los espacios y los usuarios. Recientemente en los años 40 surgen otras disciplinas como la ergonomía (human engineering para los norteamericanos) que analizan las relaciones desde el punto de vista del confort humano.

Debido a la delimitación inicial del tema, se enfatiza en los aspectos de la antropometría y se hacen breves referencias sobre ergonomía.

El presente trabajo se ha estructurado de la siguiente manera:

En la introducción se resumen los criterios que orientaron la selección del tema, el propósito y los objetivos de la investigación, la estructura del trabajo, los alcances del tema y el procedimiento que se aplicó en la misma.

El cuerpo de la tesis se dividió en cuatro capítulos así:

En el capítulo 1 se hace una referencia al desarrollo histórico de la antropometría. Se parte desde los cánones que han sido utilizados por el hombre hasta el surgimiento de la antropología como ciencia y la antropometría como parte integrante de ésta. Se incluyen referencias a algunas experiencias antropométricas realizadas en Guatemala y los logros de las mismas.

En el capítulo 2 se tratan los temas de la antropometría estática y la antropometría dinámica,

se describen los diferentes métodos y recursos para realizar mediciones del cuerpo humano.

En el capítulo 3 se describen los puntos de referencia en el cuerpo del humano y se establecen algunas posibilidades de aplicación en el diseño de mobiliario y el diseño arquitectónico y se hace explícita la relación entre la antropometría y el diseño.

En el capítulo 4 se hace una propuesta específica en relación a los objetivos, contenidos, actividades, medios y número de sesiones a ser considerados en los cursos de Teoría del Diseño y la Arquitectura 1 y Taller Síntesis 1, para proporcionar al estudiante los criterios generales sobre antropometría que puede aplicar en el proceso del diseño arquitectónico, y se adjunta una propuesta de operacionalización del taller para el uso del paquete didáctico "Antropometría y Dimensionamiento", dirigido a los docentes que imparten los cursos anteriormente mencionados.

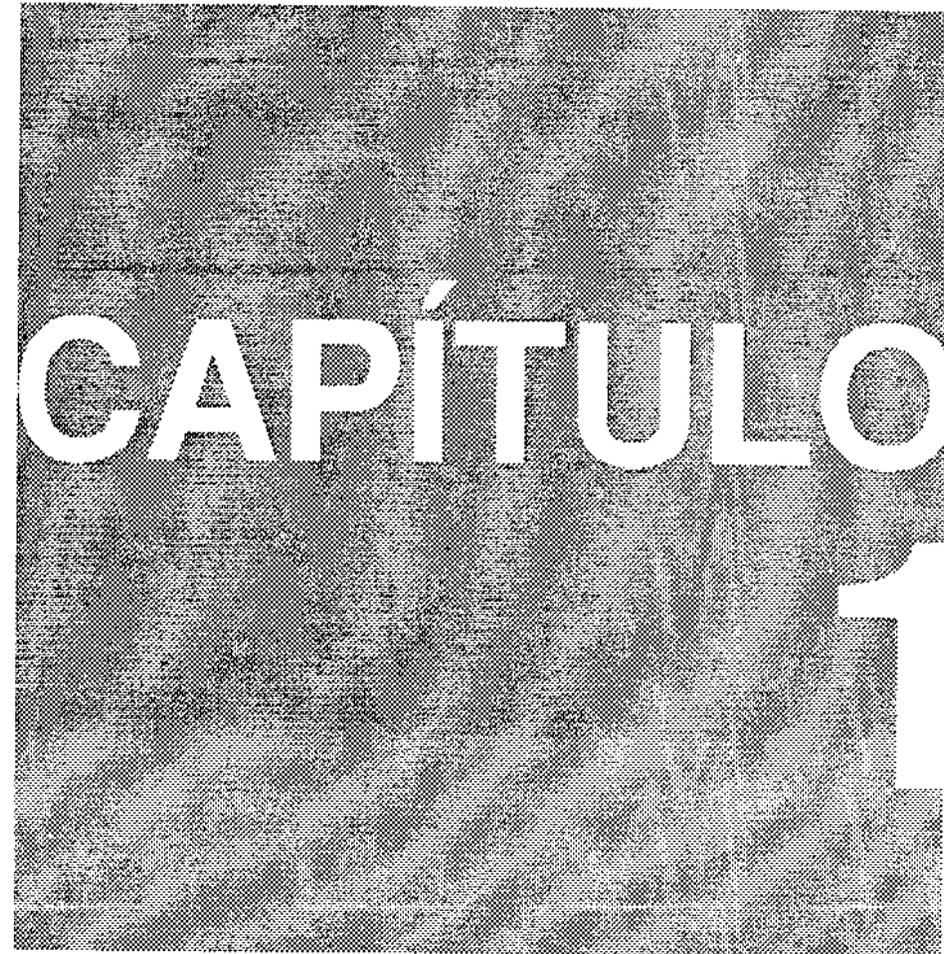
Al final se incluyen las conclusiones y recomendaciones y dos anexos, el primero de los cuales se refiere a mediciones antropométricas realizadas en la Facultad de Arquitectura en los años 1980 - 1981 como práctica en Taller Síntesis 1, en el anexo dos se presentan dos tablas que contienen los datos antropométricos del 97.5, 50, y 2.5 percentiles de la población masculina y femenina de los Estados Unidos de Norte América como muestra de resultados de investigaciones antropométricas confiables.

Para el desarrollo del presente trabajo se partió de la siguiente premisa:

-La escala humana es uno de los aspectos que el arquitecto debe tomar en cuenta en el dimensionamiento de objetos y espacios arquitectónicos. Dicha escala, no es más que un estándar que puede ser conocido mediante la investigación antropométrica.-

A partir de esta premisa se orientó el proceso de investigación a identificar aquellos aspectos específicos de la antropometría que pueden permitirle al arquitecto, tener el conocimiento básico sobre el dimensionamiento humano y las posibilidades de aplicación del mismo en el diseño, para que sus propuestas de diseño respondan a una escala humana.

Resultado de éste análisis, ha surgido una propuesta concreta orientada a que además de estar incluidos de manera permanente los conocimientos básicos de la antropometría en la formación profesional del arquitecto, (específicamente en los cursos complementarios existentes de Teoría del Diseño y la Arquitectura 1 y Taller Síntesis 1), se unifiquen criterios en relación a cómo impartir dichos conocimientos y propiciar la utilización de algunos medios gráficos que pueden emplearse para facilitar la comprensión del tema.



CAPÍTULO
1

Capítulo 1	17
Relación entre antropología y antropometría	19
Conceptos básicos de antropometría	20
-Antropometría: medición del ser humano	20
-Ergonomía	21
Desarrollo histórico de la antropometría	23
-Cánones egipcios	24
-Cánones griegos	25
-Cánones Romanos	27
-Edad Media	28
-Edad Moderna	31
-Edad Contemporánea	32
Desarrollo histórico de las mediciones antropométricas	34
Somatometría	39
Antropología Física	40
Desarrollo histórico de la antropometría ergonómica	41
Antropometría ergonómica	41
Evolución de los sistemas de medida	48
Síntesis de las principales investigaciones antropométricas realizadas en Guatemala	49
-INCAP	49
-Universidad del Valle	50
-USIPE	52
-Prácticas de medición en la Facultad de Arquitectura USAC	54
Bibliografía Capítulo 1	55
Fuente de figuras	56

Relación entre antropología y antropometría.

Etimológicamente la palabra "Antropología" se deriva de la raíz griega *anthropos* ("hombre") y de la terminación nominal *logia* ("ciencia"), su significado literal es por lo tanto: "la ciencia del hombre".

La Antropología es probablemente la más comprehensiva de las ciencias que conciernen al hombre y a sus obras, sin ser ciertamente la única, pues combina en una sola disciplina los enfoques de las ciencias biológicas y de las sociales. Así las ciencias biológicas por ejemplo, estudian al hombre físicamente; la Anatomía se refiere a la estructura física del hombre, tanto en sí misma como en contraste con la de los demás animales; además de la Fisiología, la Embriología y otras ciencias que también tienen relación con aspectos especiales del aparato corporal del hombre. De la misma manera el comportamiento del hombre es una materia tratada por distintas disciplinas, entre las que destacan la Psicología, la Sociología y la Historia.

La Antropología por su parte, se ha dividido en grupos según la especialidad a la que se dedica, de esa cuenta se encuentran incluidas la Arqueología, la Etnología, la Lingüística y la Antropología Física.

De estas cuatro ramas interesa especialmente, para propósitos del presente trabajo, la Antropología Física, la cual Beals y Hoijer definen como el estudio de "los aspectos biológicos del hombre, esto es, al hombre en cuanto animal".

La Antropología Física se divide según J.S. Weiner, en dos campos principales: el estudio del hombre como producto de un proceso evolutivo y el estudio de las poblaciones humanas. Del estudio de las poblaciones humanas, se le dará mayor importancia al que se dedica a las poblaciones modernas. Para realizar estos estudios, los antropólogos físicos han desarrollado dos métodos de medición propios de la Antropología Física: la Antroposcopia y la Antropometría. Al respecto Ashley Montagu opina que "aunque los métodos empleados en estos dos campos son a menudo muy diferentes, los resultados están estrechamente relacionados, y la información adquirida en una rama de la disciplina arroja luz frecuentemente sobre problemas de la otra. Ambos enfoques se centran en el tema común de la variación humana, problema central tanto de la Antropología Física como de la Cultura".

La Antroposcopia es definida por Ashley Montagu, como la observación visual y la descripción de rasgos físicos que no se prestan fácilmente para una medición exacta, por ejemplo, la forma, el carácter y distribución del pelo, el color de la piel, el color y pliegues de los ojos, la forma de la boca, la nariz, etc. Ahora bien, debido al carácter específico del estudio que se realiza, la información que proporciona la Antroposcopia no tiene significación, por lo que la atención se centrará en lo concerniente a la Antropometría.

Conceptos básicos de Antropometría

Etimológicamente el término Antropometría "se deriva del griego *anthropos*, que significa hombre y *metron*, medida".

La Antropometría "se ocupa de las medidas y relaciones numéricas de las distintas partes del cuerpo humano, para lo cual utiliza los procedimientos de la Biometría o Bioestadística".

La Antropometría se divide en varias ramas, entre las cuales se encuentra la Somatometría, cuyo sujeto de estudio es la medición del cuerpo tanto en seres vivos, como en cadáveres.

Antropometría: medición del ser humano

Uno de los fines de la arquitectura es dar respuesta a las necesidades sociales con una apropiada escala humana, indistintamente del tamaño, edad, sexo o movilidad. El estudio de la antropometría y de factores de seguridad, son campos que están surgiendo y de los cuales se recaban datos útiles para reforzar este propósito.

Se puede definir la antropometría como la técnica de expresar cuantitativamente las formas del cuerpo. Constituye un medio confiable de expresar con números, las variaciones existentes en la conformación corporal y las proporciones de las personas.

Las mediciones son tomadas por técnicos altamente entrenados utilizando métodos estandarizados. El cuerpo es medido en diferentes posturas y para exactitud y consistencia, sin zapatos ni vestimenta. (las dimensiones de vestimenta pueden ser agregados cuando sea necesario). Los datos antropométricos generalmente proceden de investigaciones grandes o pequeñas, realizadas para propósitos específicos en una población seleccionada.

Las investigaciones antropométricas son difíciles de organizar y el costo para realizarlas es alto, por lo que

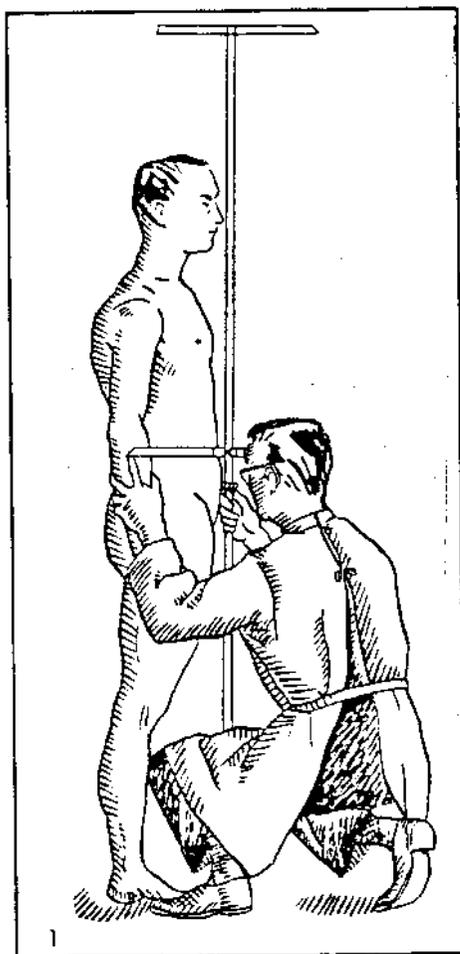
generalmente son ejecutadas por instituciones gubernamentales para propósitos definidos, en la mayoría de los casos con fines militares y para definir el tamaño de vestimenta. Grandes muestras son tomadas por las instituciones armadas de diversos países para hacer exitosa la relación hombre - máquina en un ambiente bélico. Otro sector que ha realizado importantes investigaciones dimensionales es el de la industria automovilística, en la búsqueda constante de una mejor adecuación hombre-máquina.

A pesar de que esas mediciones son acuciosas y amplias, están limitadas a grupos restringidos. Las investigaciones civiles, en general, no han sido suficientemente extensivas en términos de muestras y mediciones, y debido a que muchas de ellas están desactualizadas, su información necesita ser corregida por la tasa de incremento de la altura de las personas (cerca de 8 centímetros por década en los países industrializados), y complementadas por los datos de las investigaciones en los grupos militares.

Una buena investigación antropométrica incluye hombres y mujeres, adultos y niños. Para representar la población total es necesario incluir personas de diferentes localidades, edades, razas y niveles socioeconómicos.

Muchos factores influyen las mediciones de los tamaños del cuerpo: el año en que se realiza la investigación, la edad, el sexo, la raza, la localización, la ocupación, datos socio-económicos de la población estudiada, etc.

Esto adquiere mayor significación, si se toma en cuenta el hecho de que no hay dos personas iguales en todas sus características medibles; así como que éstas tienden a sufrir cambios en diversos grados, desde el nacimiento hasta la muerte, en salud y enfermedad; además de haber personas viviendo bajo condiciones muy diferentes, que son miembros de diversos grupos étnicos, y que al procrear, frecuentemente su descendencia presenta diferencias físicas, por lo que es necesario reconocer que existen tres tipos



básicos de cuerpo humano a considerar: el delgado llamado ectomorfo, el tipo muscular llamado mesomorfo y el tipo rotundo llamado el endomorfo.

También las posturas corporales varían: existe la postura militar firmes y la postura encorvada de los ancianos; la mayoría puede asumir un desplome de 3.0 centímetros de pie y 5.1 al estar sentado.

Otro factor que afecta la medición es la vestimenta, especialmente la altura de los tacones de los zapatos; la altura de una mujer al estar de pie puede ser incrementada por hasta diez centímetros por la altura de sus tacones.

El diseñador además necesita información sobre las personas con limitaciones físicas: personas con muletas, usuarios de sillas de ruedas y ciegos.

Ergonomía

La altura y segmentos corporales son medidos en una forma estandarizada con accesorios semejantes a los calibradores. La ergonomía o ingeniería humana hace uso de esos conocimientos para determinar el espacio que las personas van a utilizar y la forma del equipo con el que van a trabajar. Es preferible diseñar una máquina que se ajuste al usuario, que requerirle al mismo que realice adaptaciones ineficientes e inseguras y con efectos desagradables para él.

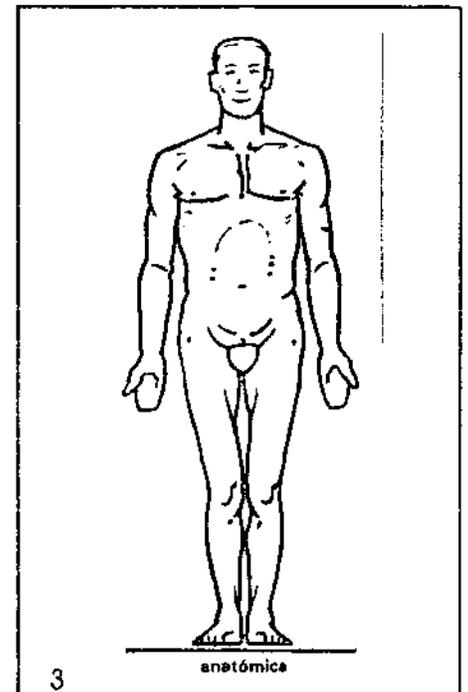
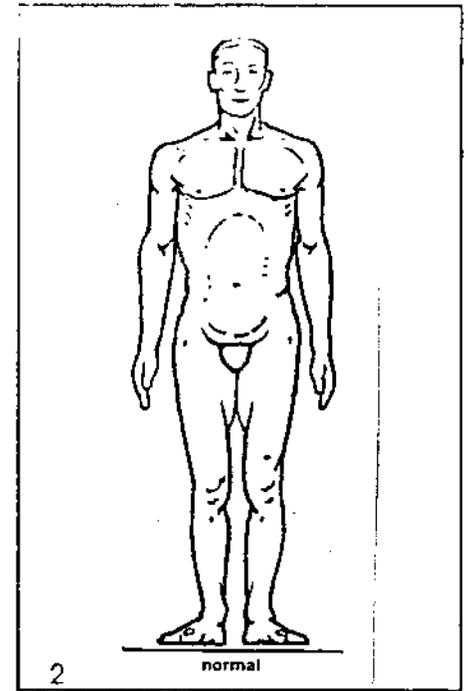
Para que un buen diseño tenga éxito, debe ajustarse a las personas relacionadas con el a fin de definir el espacio necesario para realizar las actividades que le son propias, proveer las condiciones de confort, y facilitar la operación de herramienta y equipo, que le permitan realizar un trabajo eficiente y en condiciones de seguridad. El criterio básico para adecuar diseños a personas de diferentes tamaños es el conocimiento de sus dimensiones corporales y el conocimiento adquirido en experiencias anteriores, como el de los primeros productos que fueron diseñados para adecuarse al hombre promedio, hasta que se descubrió que el hombre de mayores dimensiones corporales no

se ajustaba a estos diseños y que los hombres de dimensiones pequeñas no podían alcanzar las dimensiones que podía alcanzar el hombre promedio. Así un diseño construido para el "hombre o mujer promedio", no necesariamente será apropiado para las personas de dimensiones grandes o pequeñas. Este será muy pequeño para las personas grandes y una persona pequeña puede no ser capaz de ajustarse a esas dimensiones.

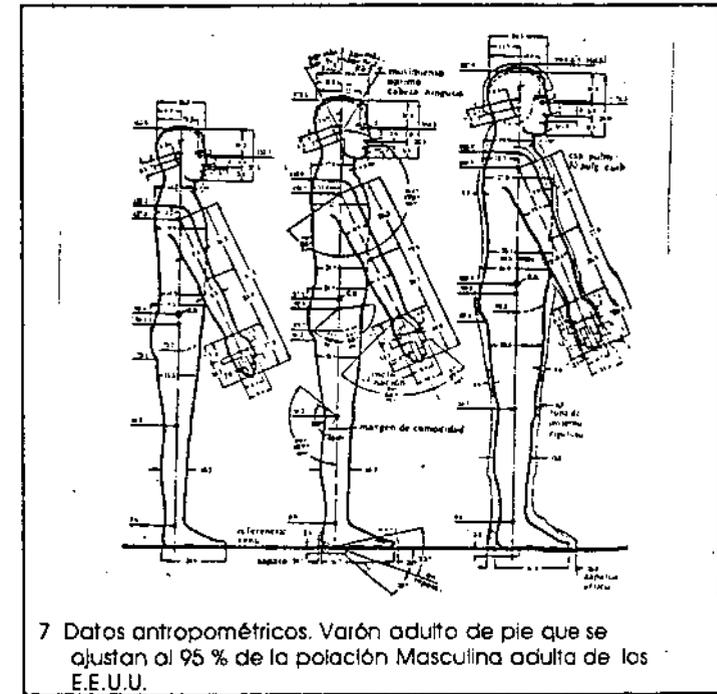
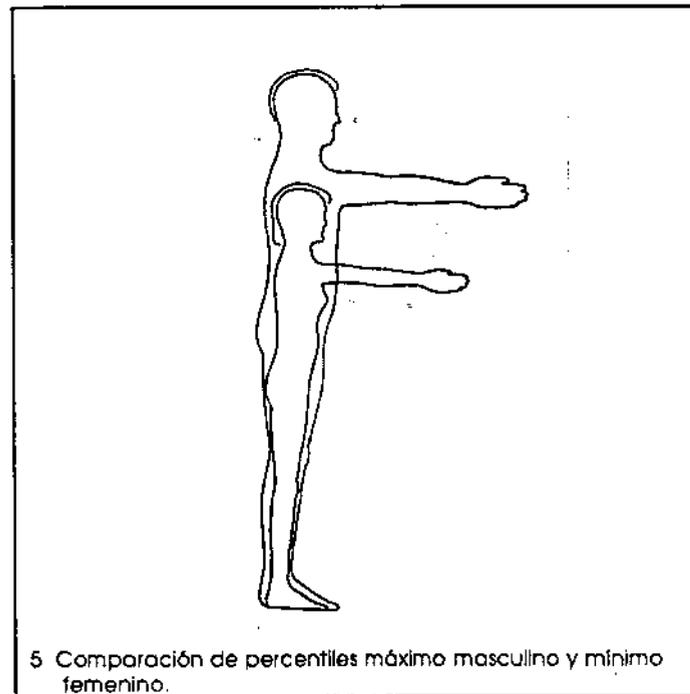
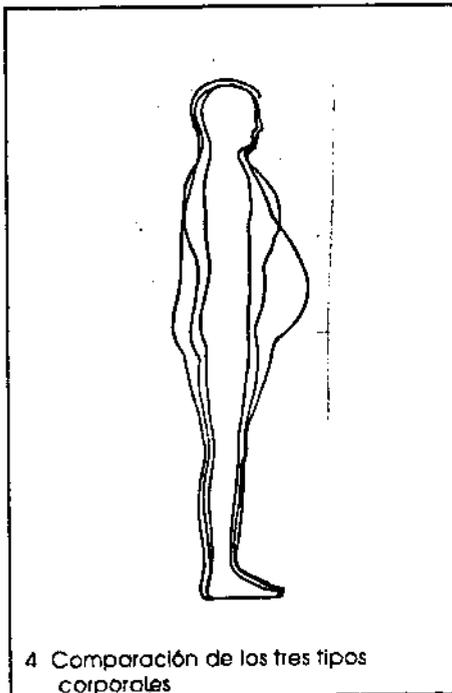
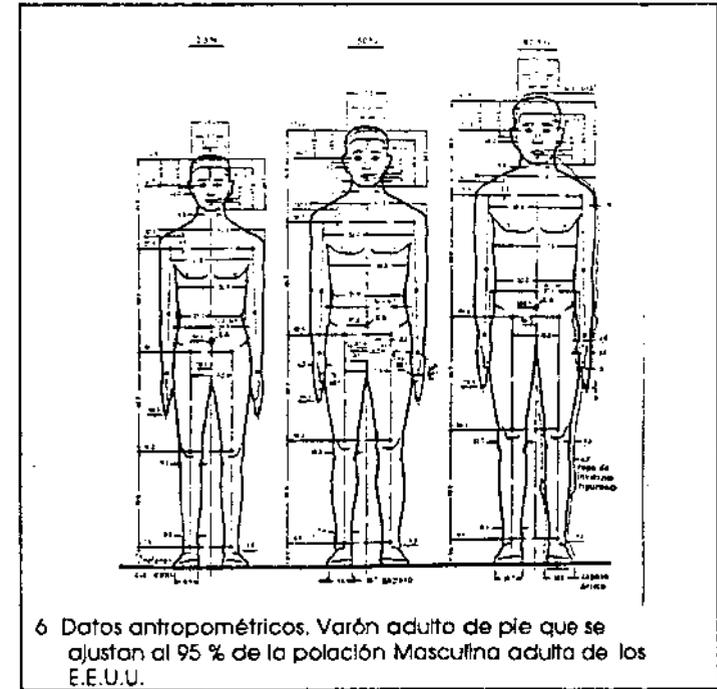
Se descubrió que las mujeres tenían dificultades para operar equipo diseñado exclusivamente para los hombres y que los tamaños determinados y la ajustabilidad de los productos tenían sus límites. Se encontró que era imposible incluir entre el grupo objetivo de un diseño al hombre de mayores dimensiones corporales cerca de 2.72 metros y a la mujer más pequeña por debajo de 1.55 metros. Además, el incluir los extremos -las personas muy grandes y las personas muy pequeñas- no solo es poco práctico, sino cercano a lo imposible intentar cubrir este rango con un solo diseño, sin arriesgar el confort, la eficiencia o la seguridad de la mayoría. Esto implica la necesidad de definir el grupo humano que se deberá considerar para efectos de diseño.

Al utilizar procedimientos estadísticos, los especialistas en factores humanos han dividido el rango total de hombres y mujeres adultos en cien partes iguales, denominando percentil a cada parte. Los percentiles son los valores que representan el porcentaje de personas dentro o debajo de una cierta medición; así si la altura de pie del 1 percentil es 1.59 metros, entonces el 1% de los hombres son de esa altura o menores. Los percentiles indican cuantas personas serán incluidas y cuantas quedarán excluidas. Por ejemplo, la inclusión del 98 percentil de un grupo se inicia con el 1 percentil y la persona más grande después del 99 percentil, juntos excluyen el dos por ciento.

El hombre o la mujer promedio representan el cincuenta percentil. El noventa y cinco percentil es el valor que incluye al 95 por ciento de la población de adultos hombres o mujeres. Si el cinco percentil más



bajo (mejor) está excluido, luego el noventa por ciento de la población (masculina o femenina) está incluida entre el noventa y cinco (95) y el cinco (5) percentiles. La acomodación al noventa percentil es generalmente aceptable. Para trabajo con civiles se debe adecuar al noventa y cinco por ciento (95%) de la población de adultos (masculina o femenina), localizada entre el noventa y siete punto cinco (97.5) percentil y el dos punto cinco (2.5) percentil. Algunas de las personas estadísticamente excluidas se podrán adecuar y ya están acostumbradas, de manera que no quedan completamente excluidas.



Desarrollo histórico de la antropometría.

Es interesante observar cómo en las distintas fases registradas por la historia de la humanidad, el hombre ha manifestado interés en medir sus propias dimensiones, reflejando gran preocupación por el conocimiento de sí mismo y de todo lo que le rodea. Asimismo se puede observar el progreso alcanzado por el hombre, desde sus primeras creencias en los atributos mágicos a través de la era del antropomorfismo y su expresión en formas artísticas, hasta llegar a los tiempos modernos en que se comienza a examinar la estructura de la sociedad, las matemáticas de las poblaciones, las leyes de la herencia, la influencia del ambiente en el crecimiento, la nutrición y la salud; en la búsqueda constante de la satisfacción de las necesidades del ser humano, determinando las condiciones óptimas para su desenvolvimiento, estudiadas científicamente con el aporte de diversas ciencias.

Al tratar sobre los aspectos morfológicos del cuerpo humano, necesariamente se tendrá que hacer una recapitulación, aunque muy somera, de como esta inquietud ha acompañado al hombre a través de su historia; no sin antes hacer la observación que en opinión de P.H. Schofield, la "Historia en sentido estricto es el estudio de los períodos de tiempo de los que se dispone de testimonios escritos, y el resto es la Arqueología". Así de algunos períodos históricos la única evidencia que se tiene, son los hallazgos arqueológicos (constituidos por ruinas de edificaciones y obras de arte descubiertas); de otros períodos la evidencia de que se dispone, está constituida por referencias escritas, de autores que tuvieron acceso a las obras de sus antecesores, las cuales estudiaron; al igual que otras culturas que no dejaron testimonios escritos; y por último la evidencia escrita, directa y ocasionalmente completada con ilustraciones.

Este desarrollo histórico se iniciará con el análisis de los cánones más importantes, para luego proceder a revisar los diferentes esfuerzos realizados en la búsqueda de datos obtenidos con mayor rigor científico, hasta llegar a la época actual.

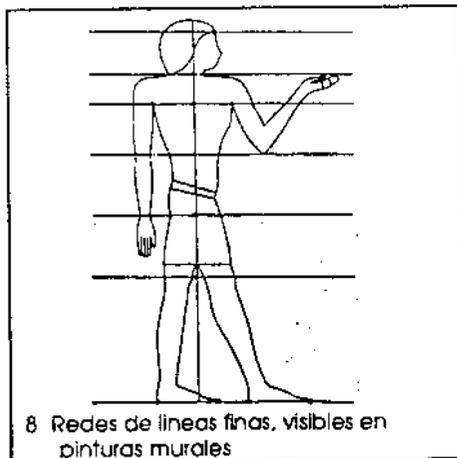
El estudio morfológico del cuerpo del hombre, ha sido realizado en diferentes formas a efecto de un mayor conocimiento, para resolver el problema de su adaptación y representación en pintura, escultura, y con diferentes fines.

En las distintas épocas marcadas en la historia del arte, se ha procedido por la simple división geométrica de la medida total del cuerpo, en fracciones a veces muy pequeñas; en otras se ha aplicado una especie de antropometría por comparación, tomando como patrón o canon una parte del mismo, ya sea el largo de un dedo de la mano o la media de la cabeza, que también se han subdividido. Con dichos cánones se han medido las otras partes del cuerpo humano, estableciendo las relaciones o proporciones que guardan entre sí y con el conjunto total.

U. Benedicts, en su libro "Anatomía para artistas" define el canon como "regla, precepto o medida de las proporciones de la figura humana"; y el módulo como "la dimensión de una parte del cuerpo humano que sirve para determinar las proporciones de las restantes partes". Esto significa que la figura canon o tipo, es la dimensión promedio que utilizan los artistas como guía para la representación de la figura humana y que se modifica en diversas formas para adecuarse a las características de la figura que se va a representar en función del carácter, sexo, edad, grupo étnico, etc.

La observación reiterada de las dimensiones y proporciones que presenta el cuerpo humano y su aplicación sistemática realizada por muchos artistas, les hizo adquirir la forma culta de normalizaciones o cánones plásticos.

Así un mismo canon adoptado por los artistas de una época, no sólo acentuó su carácter peculiar, sino que se le llegó a depurar, al punto de convertirlo en distintivo de un determinado grupo, con tal fuerza en algunas civilizaciones, que trascendió de un grupo o escuela, a dar fisonomía representativa de toda una era.



8 Redes de líneas finas, visibles en pinturas murales

Debido a la importancia que en su época tuvieron los cánones y por ende la trascendencia histórica de los mismos, es necesario mencionar los más importantes.

Cánones egipcios

El descubrimiento de redes de finas líneas, visibles en cientos de pinturas murales y en tallas inconclusas, encontradas en monumentos funerarios egipcios, ha dado origen a muchas discusiones entre los arqueólogos estudiosos de Egipto.

El propósito original de éstas líneas, según consideran algunos especialistas, sólo era el de trazar guías para transferir una composición de pictogramas hacia el muro; mientras que para otros, constituyen un sistema de proporciones para la representación de la figura humana, dentro de ciertos cánones.

Tosto afirma que los egipcios adoptaron cánones sumamente rígidos, e indica que "dividían el cuerpo humano en 16, 19, 21 1/2, 22 y 23 partes iguales. La unidad de medida para unos era el ancho del pie y para otros, el largo del dedo pulgar".

Así los primitivos egipcios dividieron la altura del cuerpo humano en 19 partes, iguales al dedo mayor; dieron a la cabeza una medida de 2 1/2 partes; el púbis lo ubicaban a 9 1/2 partes, dividiendo la figura por el centro; la mano medía dos partes; y el dedo mayor medía una parte.

A partir de la XVII Dinastía, el canon humano sufre variantes y es así como en el período de decadencia, llegan a dividir la altura total en veintitrés partes. Con este canon la cabeza tenía una medida de tres y media partes; y el pie medía igual que la cabeza.

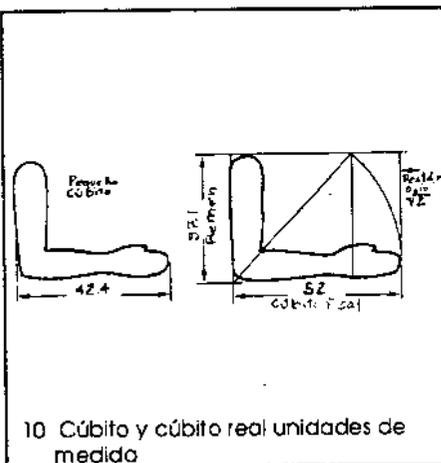
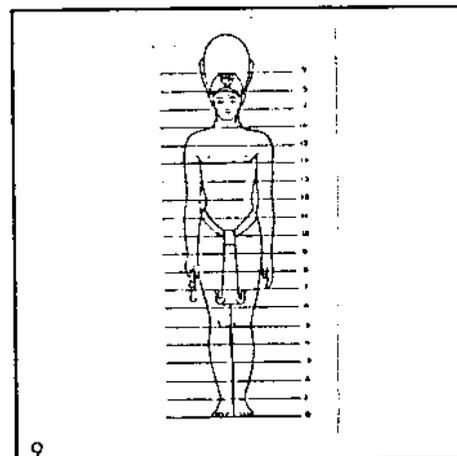
En términos generales se puede decir, que los cánones egipcios tienen como base de medida el dedo mayor o el dedo pulgar, adjudicándoles a ambos la misma longitud. Establecieron también una medida común denominada "pequeño cúbito", que medía la

distancia que existe entre el codo y la punta del dedo mayor, unidad que era fácilmente colocable en las superficies de trabajo. La mitad de un cúbito se suponía que era igual a una mano abierta.

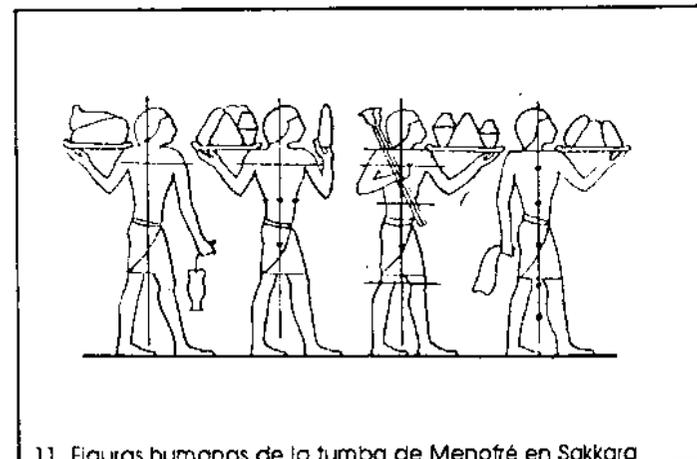
La arquitectura antigua, que fue medida con partes humanas - el dedo, el palmo, el pie, y el cúbito (un pie más dos palmos) - puede decirse que ha tenido escala humana.

En Egipto utilizaron una unidad más larga denominada "cúbito real", cerca del 15% más grande que el pequeño cúbito, con el propósito de dar a su arquitectura funeraria y sagrada dimensiones más imponentes.

En análisis geométricos posteriores, se le asignó a la medida denominada "remen" (medida del hombro al codo), el origen de un rectángulo, en el cual, el lado mayor tiene la dimensión "raíz de dos" y equivale al cúbito real.



10 Cúbito y cúbito real unidades de medida



11 Figuras humanas de la tumba de Menofré en Sakkara

Cánc es griegos

El filósofo griego pitágoras (582-507 A.C.), planteó una teoría de los números de la cual derivó sus descubrimientos e invenciones; fue así como estableció las leyes matemáticas de los acordes en música; dio una explicación de los eclipses y las fases de la luna en astronomía; estableció un teorema para las matemáticas, que lleva su nombre; y al estudiar las leyes del crecimiento de la materia viviente, descubrió la "proporción áurea", también conocida como la "Divina Proporción de Pitágoras", que fue de gran importancia en el desarrollo de las artes plásticas.

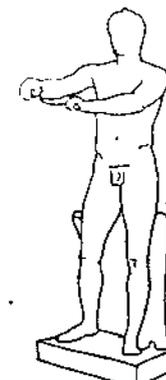
Otro gran informante de los cánones griegos, es el célebre arquitecto italiano del medioevo, Jacobo Barozio, más conocido como "Vignola", quien en su tratado de los cinco órdenes de arquitectura, señala que los griegos crearon su arquitectura y escultura, componiendo en proporciones áureas, y que los cánones y módulos aparecieron más tarde. Señala además, que los griegos crearon sus cánones adoptando como unidad de medida la cabeza y utilizando para ello generalmente siete y medio unidades.

También Galeno, célebre médico de la antigüedad (131-210 D.C.), en su "Placita Hipocratis et Platonis", hace una referencia aislada sobre el canon de proporción correcta o Armonía de Policleto; de quien es necesario destacar la obra "El Doríforo" -modelo hecho en mármol-, en el que se empleó cánones que se conceptúan como derivados de los egipcios.

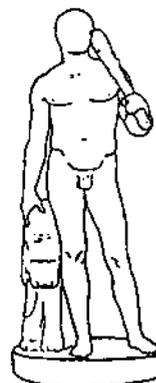
Como muestra de la aplicación de los cánones griegos se encuentran obras escultóricas famosas, que tienen como denominador común el hecho de tener como altura total siete y media cabezas, tales como: "Apoxiomeno" de Lisipo, "Hércules" de Escopas, "Hermes" de Praxíteles, "Afrodita de Sirene" de autor no determinado "Apolo", de Alcámenes de Lemnos, y otras.



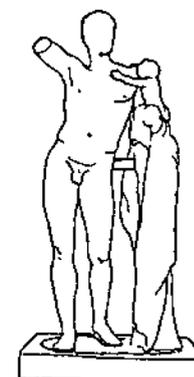
12 Doriforo de Policleto



15 Apoxiomeno de Lisipo.



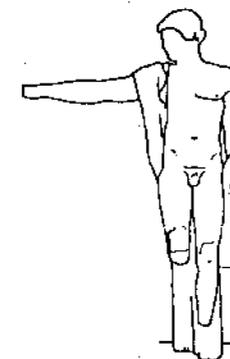
13 Hércules de Escopas



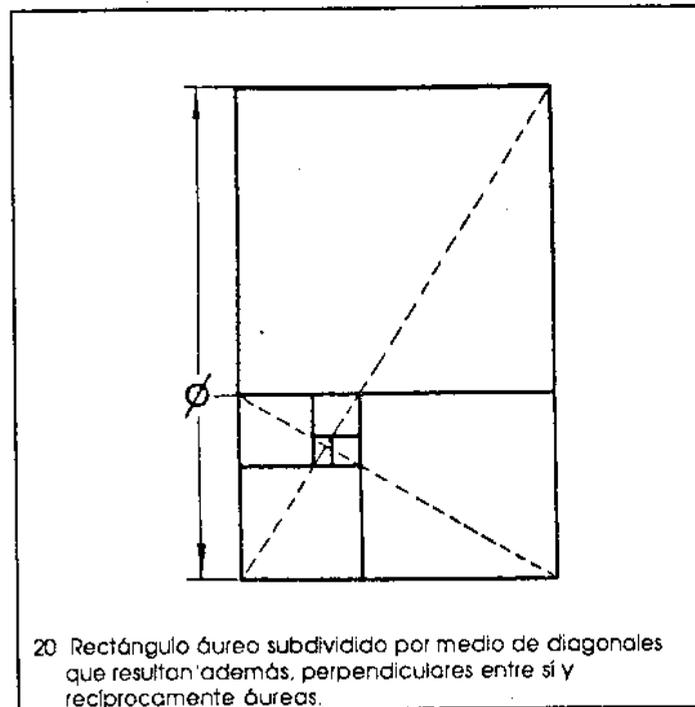
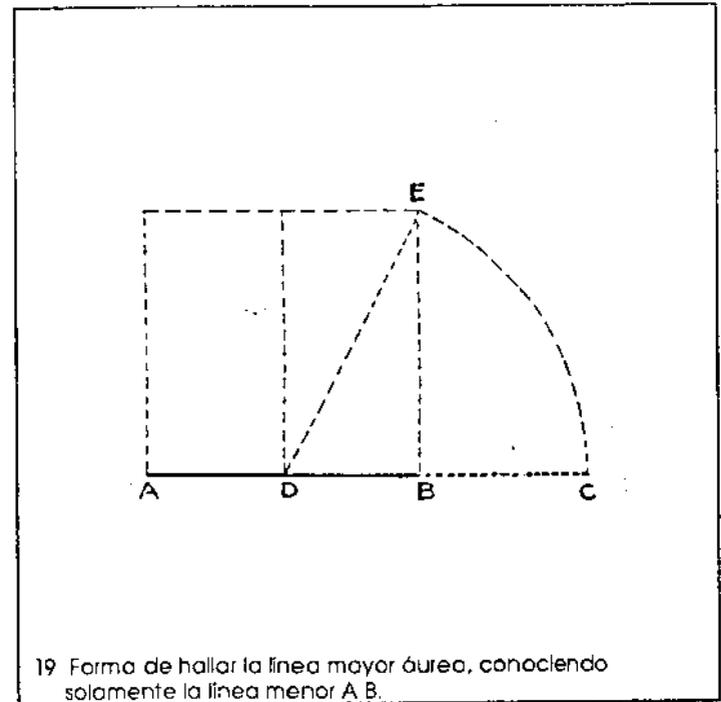
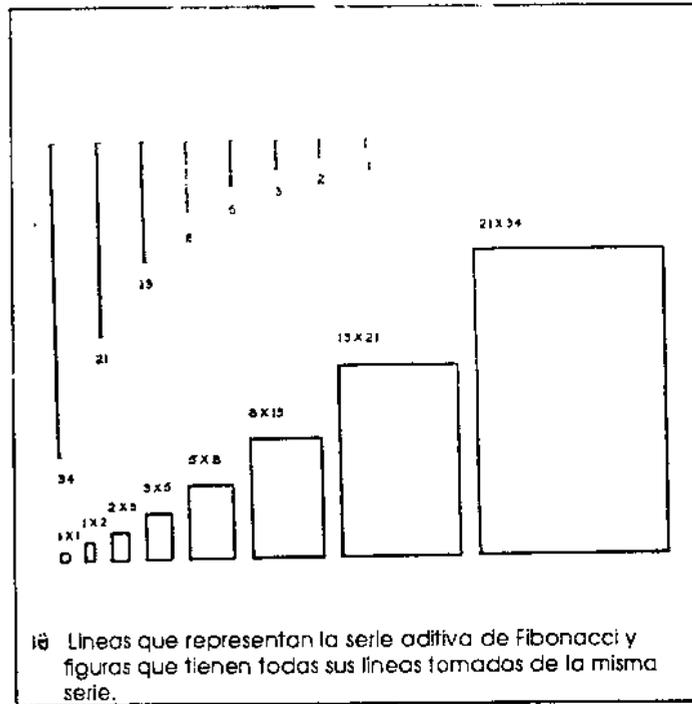
16 Hermes de Praxíteles.



14 Afrodita de Sirene



17 Apolo de Alcámenes de Lemnos

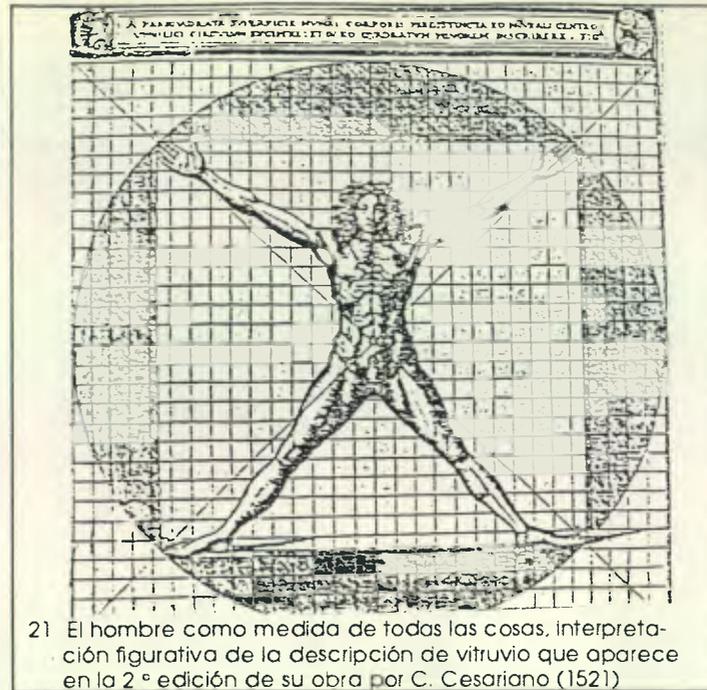


Cánones romanos

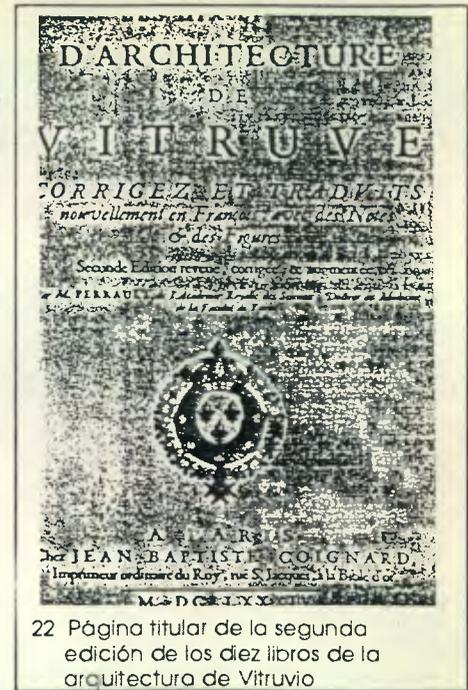
Al hablar sobre cánones romanos, es necesario hacer notar la gran influencia de la cultura griega en su arte; y dentro de la misma es importante destacar la obra de Marco Vitruvio Polión, arquitecto romano (85-26 A.C.), autor del tratado "De Arquitectura", obra consistente en diez libros, en los que registra cánones de las proporciones del cuerpo. En dicha obra señala que la naturaleza "en la composición de la estructura humana, ha sido tan ordenada, que en la cara desde la barbilla al punto más alto de la parte delantera de la cabeza, donde principia el cabello, es la décima parte de la estatura total..."; y así cada parte del cuerpo se encuentra relacionada con otras. Finaliza esta sección diciendo: "los estándares de acuerdo a los cuales todas las medidas que se deseen hacer, son semejantes a las deducidas de los miembros del cuerpo; como el dígito, el palmo, el pie y el cúbito; todas las cuales son subdivididas por un número perfecto que los griegos llaman Teleios".

Según Vitruvio el cuerpo humano está dividido en ocho partes iguales a la medida de la cabeza, la cual a su vez se divide en cinco partes. La mano, medida desde el extremo del dedo mayor a la muñeca, tiene una medida igual a la que tiene la cara; y el dedo mayor mide la mitad de la mano. De la coronilla a la tetilla hay un cuarto de la altura total. El pie mide un séptimo del alto total del cuerpo. Del codo al extremo del dedo mayor con la mano extendida mide un cuarto del alto del cuerpo, lo que es igual al ancho del pecho. Cuatro dedos miden un palmo; cuatro palmos miden igual que el largo del pie y lo mismo que un cúbito. Veinticuatro palmos miden igual que la altura del cuerpo.

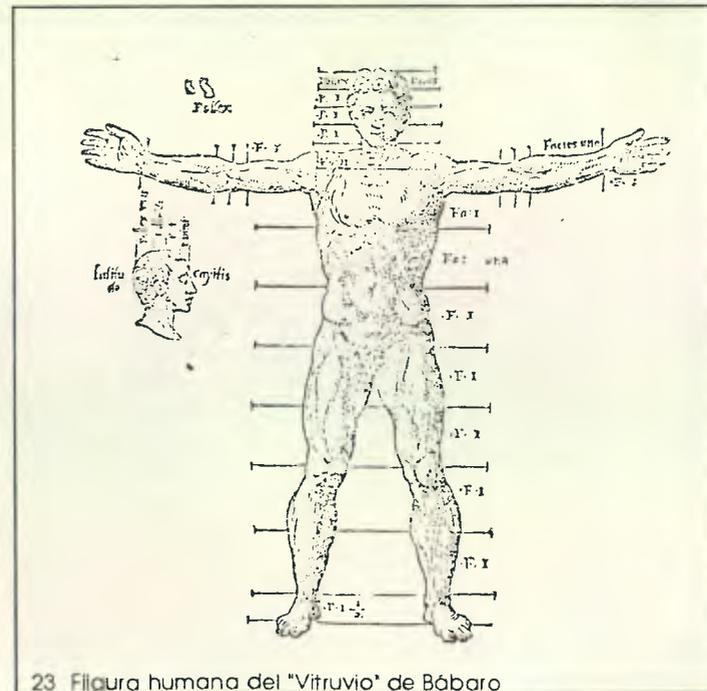
Vitruvio estableció que el hombre parado con los brazos en cruz mide de alto igual que su envergadura, quedando inscrito dentro de un cuadrado perfecto, cuyas diagonales se cruzan en el púbis, que es su centro; o bien con los brazos en alto y las piernas abiertas, inscrito en una circunferencia cuyos diámetros normales se cruzan en el ombligo.



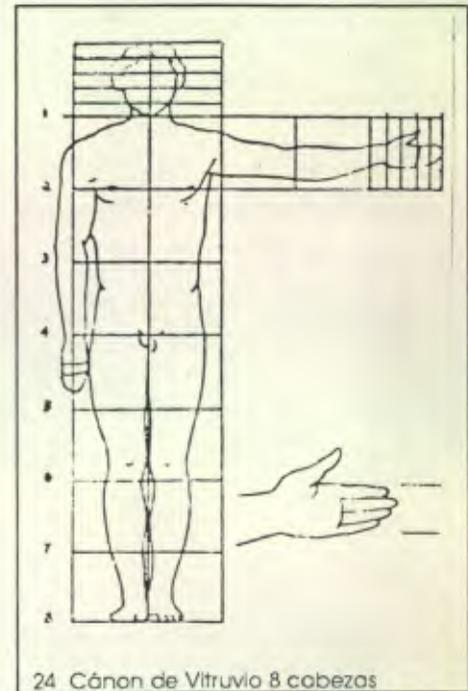
21 El hombre como medida de todas las cosas. interpretación figurativa de la descripción de vitruvio que aparece en la 2ª edición de su obra por C. Cesariano (1521)



22 Página titular de la segunda edición de los diez libros de la arquitectura de Vitruvio



23 Figura humana del "Vitruvio" de Bábaro



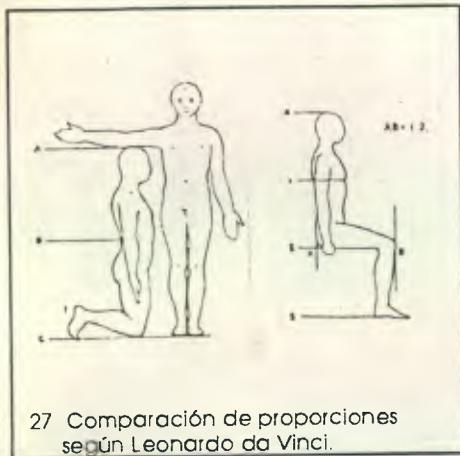
24 Cánon de Vitruvio 8 cabezas



25 Proporciones de la cabeza.



26 Proporciones de la pierna



27 Comparación de proporciones según Leonardo da Vinci.

Edad media

La segunda gran división de la historia, denominada Edad Media, comprende desde el siglo V D.C., hasta la toma de Constantinopla por los turcos en el siglo XV. Como parte integrante de este período de la historia se encuentra el renacimiento, denominado así por el retorno a la cultura greco-romana que se manifiesta; y debido a los aportes y vasta obra que deja esta época para la humanidad; se considera importante incluir algunos de los máximos exponentes de la misma, y sus obras más sobresalientes.

Los constructores renacentistas se concentraron en patrones geométricos a expensas de aparentes relaciones humanas. En la Edad Media el sistema de numeración Romano fue reemplazado por la simple notación arábiga, incluyendo el cero indú, dominó el sistema numérico. En este período de la historia, los cánones greco-romanos son visibles en las principales manifestaciones artísticas, como lo señalan diversos autores, con la variante de una nueva forma mística de aplicación.

FIBONACCI, LEONARDO DA PISA, matemático italiano del 1200, estableció una serie numérica aditiva, en la que cada término es igual a la suma de los dos anteriores. Con ella obtuvo una serie asimétrica, armónica y proporcional. Así 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, 144, 233, 377, 610, y así sucesivamente.

De la misma manera, si estos números se presentan en forma de quebrados, constituyen una serie de fracciones armónicas y proporcionales entre sí, como puede observarse en esta serie que comienza por el cero y forma quebrados con los números sucesivos, logrando una relación menor: $0/1, 1/2, 3/5, 8/13, 21/34$, etc.

También es posible formar otra serie de quebrados si el numerador es igual a la suma de los dos términos del quebrado anterior y el denominador es la suma del numerador propio, más el denominador precedente, obteniéndose así una relación mayor: $1/1, 2/3, 5/8, 13/$

$21, 34/55, 89/144$, etc.

Fibonacci combinó las dos series de quebrados y obtuvo otra más amplia, de escalamientos más próximos así:

$1/1, 1/2, 2/3, 3/5, 5/8, 8/13, 13/21, 21/34, 34/55, 55/89, 89/144$, etc.

Al dividir el denominador por el numerador a partir del quebrado $21/34$, aparece una cifra constante, que también es conocida como el número de oro y equivale a 1.618, expresión numérica que sirve de base para definir la proporción áurea.

LEONARDO DA VINCI, (1452-1519), pintor, escultor, músico, ingeniero, arquitecto, físico, matemático y filósofo italiano, es conocido principalmente por su obra como pintor.

Realizó estudios de algebra con el matemático Luca Paccioli, un fraile franciscano con quien en 1509 ilustró el tratado de matemáticas "La Divina Proporción", en el cual proponen la "Divina armonía de la proporción", en la que, "la menor parte es a la mayor parte como la parte mayor lo es al todo"; y establecen las bases de su aplicación tanto en la pintura como en escultura.

Da Vinci es el autor de un famoso "Tratado de la Pintura", así como de catorce volúmenes manuscritos, en los que se revela como hombre de ciencia, resumiendo las ideas sobre todos los conocimientos humanos de su época. También realizó estudios del cuerpo humano, reunidos en su "Tratado de Anatomía". Se cree que fue el primer artista que disectó cadáveres, los dibujó y además los describió con exactitud asombrosa, por lo que se le considera el primer anatomista del arte, además de topógrafo y clasificador. Otro dato interesante de este personaje es que gran parte de la terminología que sugirió para nombrar músculos y huesos del cuerpo humano subsisten a la fecha.

embargo, fue la teórica batalla que se dió alrededor del concepto de "promedio". Roberts pasó grandes penas para recalcar la superioridad de la media. Washburn en una discusión de la "La Variación Individual" presentó el argumento concisamente.

Las figuras promedio aisladas tienden no sólo a esconder el retrato que nosotros necesitamos del grado de diferencia entre individuos, sino también a borrar o destruir casi completamente el carácter de los cambios y variaciones en cada uno de los individuos, conforme él progresa del nacimiento a la madurez. Un estándar natural debe consistir en una "zona de salud" dentro de la cual las variaciones puedan correr de extremo a extremo sin indicar enfermedad... "Cada nuevo concepto lleva en su ejercicio nuevas dificultades. Que las variaciones individuales existían fue materia de observación diaria. Igualmente aparente fue la superioridad de una zona de normalidad por encima de una media fijada, pero ¿dónde estaban los límites de la zona a trazar? No es sorprendente que no hubiera respuesta inmediata, pero ésta aparentemente menor dificultad técnica, estaba destinada a abrumar la ingenuidad de los matemáticos.

En tal sentido Balwin escribió: "en las manos de novatos y observadores no críticos los instrumentos de exactitud o precisión pueden ser groseramente abusados. Las tablas de edad - peso - altura aunque frecuentemente inexactas en sí mismas, no habían sido la excepción a esta regla general. Las tablas en el pasado habían sido en gran medida, si no exclusivamente, basadas en mediciones aisladas en lugar de mediciones consecutivas en los mismos niños; en niños vestidos en lugar de desnudos; en el uso del último cumpleaños o edad bruta en lugar del cumpleaños más próximo; en grupos heterogéneos de niños de diferentes nacionalidades en lugar de grupos homogéneos de niños Norteamericanos relativamente bien desarrollados que habían tenido inspección médica, entrenamiento físico y juegos dirigidos; en mediciones inexactas tomadas por numerosos observadores sin entrenamiento en lugar de entrenados antropometristas, con instrumentos estandarizados, pequeñas

unidades de medidas y técnica estandarizada. Normas exactas no pueden estar basadas en datos inexactos."

Como se ha visto, el método de estudio adoptado por la mayoría de los primeros investigadores, de hecho involucró una masa de población o una investigación seccional, es decir, se midieron diferentes niños de la misma edad y así arribaron a promedios que pueden ser ploteados en relación con el tiempo, para brindar una curva estándar de crecimiento. Balwin desaprobó éste procedimiento, sosteniendo que los únicos datos útiles eran aquellos derivados de la medición de los mismos niños en grupos de edad progresiva, el método "individual" o "longitudinal", lo cual implicaba estudios de seguimiento de quizá veinte años de duración. Estos fueron posibles en pequeña escala para el investigador individual, pero demandaba un equipo de trabajo coordinado cuando eran implicadas grandes cantidades. El primer ejemplo de crecimiento "longitudinal" registrado, estudia datos del siglo dieciocho en Francia. El amplio interés en temas científicos de Buffon resumido en sus "Obras completas" igualmente dirige ciertas observaciones "sobre el crecimiento sucesivo de los niños" donde está registrado el crecimiento del hijo de un amigo, Gueneau de Montbeillard, medido de 1759 a 1776 (Quelet, Anthropometrie p. 186).

Un estudio de seguimiento por Vahl en los miembros de una escuela de niñas de Copenhague desde la edad de cuatro a dieciseis años, completado en 1884, es el primero en su clase en ser registrado (Baldwin, 1921); y aparte de las más importantes contribuciones de Camerer en Alemania, Godin en Francia y Baldwin en América.

No resistiendo la escasez de datos, pronto fueron elaboradas hipótesis, y muchos trabajadores observaron que existía claramente una relación constante entre la altura y el peso de un niño en crecimiento, independiente del factor tiempo y su relación expresada como un índice altura - peso, fue considerada por Balwin como el mejor criterio práctico del crecimiento normal, robustez y nutrición general. Kornfeld

gunta: "¿cuando tendremos laboratorios antropométricos, donde un hombre pueda, cuando le plazca, ser él y sus niños pesados, medidos y fotografiados correctamente y probar sus facultades corporales por los mejores métodos conocidos por la ciencia moderna?". Los registros de crecimiento de numerosas personas desde la infancia a la vejez son requeridos antes de que sea posible evaluar los efectos de las condiciones externas en el desarrollo y los registros de esta clase son al presente inexistentes.

Esta demanda obtuvo respuesta en la manera más práctica posible, con el establecimiento de un laboratorio antropométrico en South Kensington en Londres, con Galton mismo como director. El fue también electo presidente del Comité Antropométrico constituido en 1875, que coleccionó muchos datos útiles ingleses, presentados en su informe final en 1882. Es interesante que durante los años 1905 - 1906 se realizó una investigación que relacionaba las alturas y los pesos de todos los niños que asistían a escuelas públicas del Consejo Escolar de Glasgow y puestos a disposición del laboratorio de Galton. Se concluyó que los niños de Glasgow estaban favorablemente comparados con los datos acumulados del resto del país. Elderton, quien condujo esta investigación Escocesa levantó su voz de protesta en contra del nuevo fenómeno de la máquina pública para pesarse, o más bien, sus afirmaciones dogmáticas en la búsqueda del peso "normal" para la altura.

Pocos años antes de estos eventos, en los Estados Unidos de Norteamérica, se había despertado interés en el tema, como resultado de la creciente preocupación por dos asuntos de importancia nacional: los problemas de la organización militar y la revolución industrial.

Durante la Guerra Norteamericana de Independencia, había gran interés y preocupación por el desgaste de la fuerza humana debida a las insatisfactorias condiciones físicas de muchos de los reclutas corto tiempo después de haberse enlistado. Esta dificultad fue atajada por el Dr. Benjamin A. Gould,

quien, en su búsqueda por algún criterio objetivo de aptitud y capacidad física, examinó a un gran número de soldados y desarrolló su "Standard de Robustez" (1864) empleando una simple fórmula de altura-peso. (Mumford, 1927). Otro estudio similar de robustez fue el realizado con niños ingleses empleados en fábricas textiles, a cargo de J. H. Bridges y Timoty Homes en 1833, quienes contribuyeron a la investigación antropométrica, demostrando que los niños de las fábricas eran a la vez más pequeños y livianos que aquellos que no estaban empleados. (Enciclopedia Británica: Anthropometry)

El estudio académico de las proporciones físicas ha probado su utilidad en la aplicación a problemas prácticos de asuntos humanos y no tardó mucho para que la atención fuera dirigida a la consideración del crecimiento de los niños. Entusiastas investigadores se pusieron a trabajar en varias partes del mundo. Bowditch en Estados Unidos, Roberts en Inglaterra, Key en Suecia y Camerer en Alemania, estaban entre los primeros. (los investigadores de este período son bien revisados por Baldwin en 1921).

• Para ese tiempo, cuando la investigación de campo estaba en sus inicios y el análisis estadístico era todavía desconocido, la medición y el peso de gran número de niños en grupos etarios particulares, el procesamiento de datos para obtener promedios de ellos, debe haber sido una tarea tediosa.

Los primeros frutos de esta labor aparecen en la forma de tablas estándares de niños normales, brindando la altura promedio y el peso por cada año de vida escolar. (Woodbury, 1921; Pirquet, 1923; Balwin & Wood, 1923 - 1925). Según Broman et al, 1943. Pronto vinieron las críticas. Roberts, el cirujano pediatra inglés, se dió cuenta que eran requeridos estándares separados para niños y niñas y aunque sus tablas no admiten diferencias raciales, estaba consciente de esta deficiencia. El trabajo del Dr. J. Beddoe muestra que el elemento Escandinavo en Inglaterra era más alto que el Teutónico (Germánico) y el Teutónico más que el Céltico (Roberts, 1878). De gran significancia, sin

Desarrollo histórico de las mediciones antropométricas

Como se ha visto, la preocupación por las proporciones humanas, es un tema que ha sido ampliamente tratado a lo largo de la historia, principalmente desde el punto de vista estético.

Para desarrollar el tema de la historia de la antropometría se consultó el artículo "La Medida del Hombre" un recuento del origen y desarrollo de la antropometría, elaborado por Frederick Hope Stone para el Periódico Médico de Glasgow, de donde se extrajeron múltiples datos y referencias a investigaciones específicas. En ese artículo se menciona que la primera contribución al tema, con alguna pretensión científica, fue la de Sir Joshua Reynolds. Ilustrador pintor Inglés, quien dirigiéndose a la Real Academia de Arte en 1770, declaró "todos los objetos que son exhibidos a nuestra vista por la naturaleza en una observación detenida vamos a encontrar que tiene sus defectos y manchas... De una reiterada experiencia y en una estrecha comparación de los objetos de la naturaleza, el artista se posesiona de una forma central de la cual cada desviación es deformidad... Aunque las formas de la infancia y la ancianidad difieren extremadamente, hay una forma común en la infancia y otra en la ancianidad, que es más perfecta a medida que se aleja de las peculiaridades". (Roberts, 1878).

El estudio científico del crecimiento del hombre se inicia en Bélgica a principios del siglo XIX (diecinueve) con el trabajo de Adolphe Quetelet: "Sobre el hombre y el desarrollo de sus facultades" y "Anthropometría" reconocidos como clásicos en este relativamente nuevo campo de experimentación, con los cuales ha contribuido inmensurablemente a la antropología y al método estadístico. Además de artista, filósofo y matemático, Quetelet puede con justicia ser llamado el padre de las ciencias sociales.

Quetelet tomó la tarea pionera de hacer una esmerada colección de datos, sin embargo sus datos fueron insuficientes y en algunos aspectos imprecisos.

Con una rara visión, él extrajo de ellos ciertos principios de importancia fundamental. Dice Quetelet "Cuando yo principié mis estudios relacionados con las proporciones del cuerpo humano, fui desalentado por la extensión que este inmenso campo de investigación presentaba... Afortunadamente pronto percibí que mis temores eran exagerados, y que mi labor sería grandemente simplificada por el descubrimiento de un principio que sirviera de base para ésta y el que yo pensaba, podía considerar como el más curioso e interesante resultado al que había llegado. Un gran número de naturalistas y filósofos han intentado probar la unidad de las especies humanas y yo creo que he tenido éxito en demostrar, no sólo que ésta unidad existe, sino que nuestra raza admite un tipo de modelo de diferentes proporciones que pueden ser fácilmente determinadas... Si todos los hombres han sido hasta cierto punto moldeados en el mismo molde y si ellos difieren de éste con diferencias que son puramente accidentales, los grupos no continuarán siendo formados en una manera errática; pero sus valores numéricos de acuerdo con la teoría de las probabilidades, estarán sujetos a las leyes pre-establecidas de números que cada uno representa pueden ser determinados a priori... Así en la raza humana... todas las alturas se encuentran al menos dentro de ciertos límites; aquellos que están cerca del promedio son los más numerosos; aquellos que se desvían más de éste forman el número menor; y los grupos forman numéricamente una ley que puede establecerse de antemano... Ahora esta ley sostiene con respecto a cualquier carácter que es medible y reducible a expresiones numéricas..." (Quetelet, 1870).

Esta ley de la Frecuencia del Error en astronomía no era una idea nueva; el hecho de que pudiera ser aplicado a la medición de humanos era revolucionaria. Así fue iniciado el estudio estadístico de las variaciones.

Esto llevó a Francis Galton a inquirir en problemas de la herencia y a estimular a Karl Pearson a encontrar la ciencia de la Biometría. Galton en su "Interrogación Dentro de las Facultades Humanas" plantea esta pre-

figura de un hombre de 1.75 metros de altura, haciendo referencia a cuatro cifras: 0, 108, 175, 216; y luego colocó la serie roja a la izquierda y la azul a la derecha.

Le Corbusier describió el dibujo de la figura de un hombre con el brazo levantado, identificando los puntos determinantes de la ocupación de espacio: el pie, el plexo solar, la cabeza y la punta de los dedos levantando el brazo - intervalos que definen una serie de secciones áureas de Fibonacci. Por otra parte hace mención de que "la matemática ofrece la variación más sencilla y más fuerte de un valor: lo simple, el doble y las dos secciones áureas". Las cifras originales tenían fracciones decimales, por lo que fue necesario redondearlas para aproximarlas a números enteros más usuales.

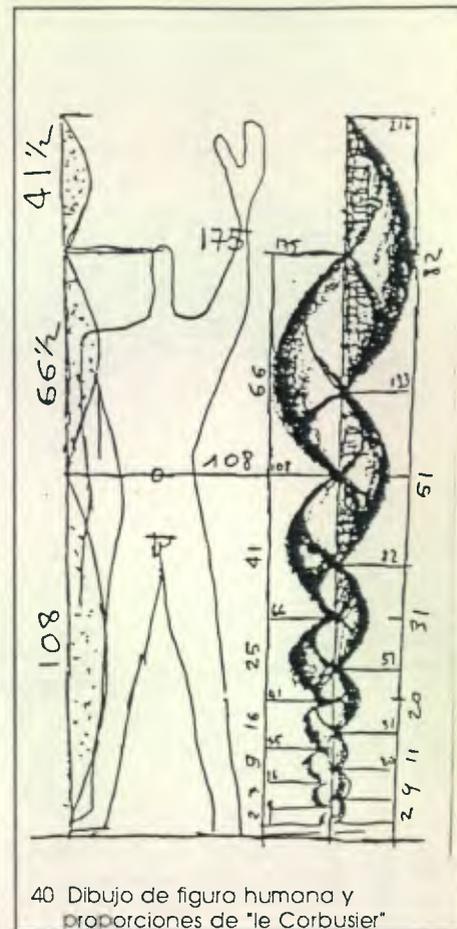
Con "El Modulor", Le Corbusier tenía la pretensión de unificar los elementos que se fabrican en todos los países, por lo que fue necesario buscar valores enteros en el sistema inglés (pies-pulgadas) y aplicó la serie de proporciones, tomando como base la altura de un hombre inglés de seis pies de alto. Las series quedaron definidas de la siguiente manera:

Métrica	Valor en uso	Pies-Pulgadas	Valor en uso
101.9	102	4'012	4'
126.02	126	4'96	5'
164.9	165	6'492	6 1/2'
203.8	204	8'024	8'
266.8	267	10'504	10 1/2'
329.8	330	12'98	15'
431.7	432	16'997	17'
533.9	534	21'008	21'
698.5	699	27'502	27 1/2'
863.4	860	33'994	34'

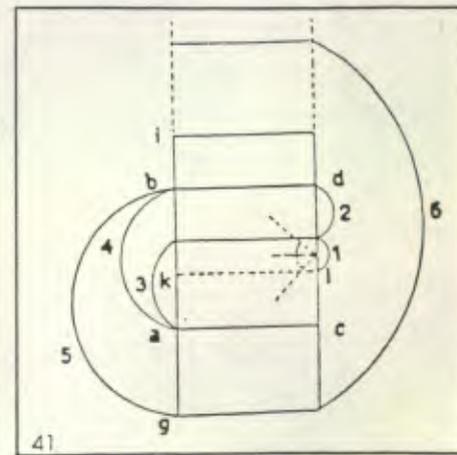
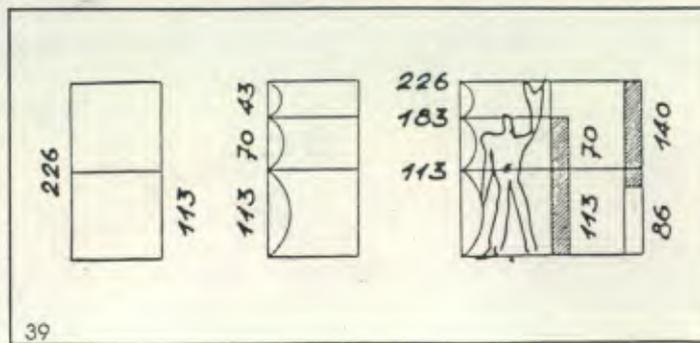
Sobre la segunda versión de "El Modulor" Le Corbusier dijo: "puesto que los objetos de fabricación mundial que hoy que dimensionar con el Modulor viajan por todas partes y, por tanto, se convierten en propiedad de usuarios de todas las razas y de todas las estaturas, es tan natural como imperativo adoptar la talla del hombre más alto (seis pies) para que lo puedan emplear los continentes fabricados, de donde resulta el mayor dimensionamiento arquitectónico: dentro de una medida prudente, más vale ser grande que pequeño, pues que así se dispone de continentes utilizables por todos."

El enrejado de tres medidas: 113, 70 y 43 cm están en razón (sección áurea) y la serie de Fibonacci: $43+70=113$ ó $113-70=43$; de donde sumando, se tiene: $113+70=183$, $113+70+43=226$. Las medidas: 113, 183 y 226 caracterizan la ocupación del espacio por un hombre de seis pies. La medida 113 da la sección áurea 70 e inicia una primera serie llamada serie roja (4-6-10-16-27-43-70-113-183-296-etc.). La medida 226 (2x113) da la sección áurea 140-86 y prepara la segunda serie denominada serie azul (13-20-33-53-86-140-226-366-592-etc.).

Entre los valores anteriormente mencionados, hay algunos que se pueden considerar adscritos a la estatura humana; pero el hecho de mayor relevancia, es que esos valores permiten innumerables combinaciones; así, en base a combinaciones de ambas series la roja y la azul, ha llegado a establecerse relaciones entre alturas usuales y proporciones del cuerpo humano, para efectos de diseño.



40 Dibujo de figura humana y proporciones de "le Corbusier"



EDAD CONTEMPORÁNEA

Entendida como el período de la historia comprendido entre la revolución francesa hasta nuestros días. Durante de la Revolución Francesa, en 1789 las viejas medidas dan paso al metro que estaba basado en una diez millonésima de un arco del meridiano de la tierra comprendido del polo al ecuador y es ahora definido en términos de radiación de una fuente de luz.

Le Corbusier (1887-1974), pseudónimo del arquitecto, urbanista y pintor francés Charles Édouard Jeanneret, hizo un esfuerzo con su "Modulor" para establecer dentro del sistema métrico un juego de mediciones basado en proporciones humanas, cumpliendo al mismo tiempo con las leyes del crecimiento.

Registró el Modulor como "marca de fábrica" y lo definió como "un aparato de medida fundado en la estatura humana y en la matemática". Argumentaba que 10, 20, 30, 40, 50 centímetros ó 1, 2, 3, 4, 5 metros eran extraños totalmente a las dimensiones del cuerpo. Prefería la regla de oro de los Griegos y las Series Fibonacci de números (4, 6, 10, 16, 26, 42, etc.), haciendo una progresión de pie, plexo solar, cabeza y dedos de una mano levantada. Tomó por estandar la estatura de un Inglés de seis pies (1.83 metros) y utilizando la "sección áurea", introdujo números fraccionados que incluso redondeados, producían algunas inconsistencias.

Originalmente Le Corbusier determinó un "enrejado de proporciones", destinado a instalarse en los talleres de la construcción, con el fin de proveer abundantes medidas armónicas y útiles en el trazado de habitaciones, puertas armarios, ventanas, etc. que se prestara a las ilimitadas combinaciones de la serie, y permitir así el aprovechamiento de elementos de construcción prefabricados y yuxtaponerlos sin dificultad.

El enrejado fue dimensionado así: 175, 216.4, 108.2, medidas en las cuales se puede advertir la serie cre-

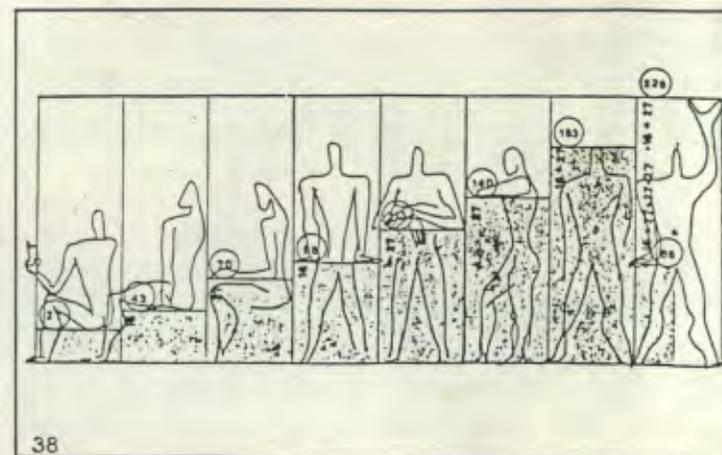
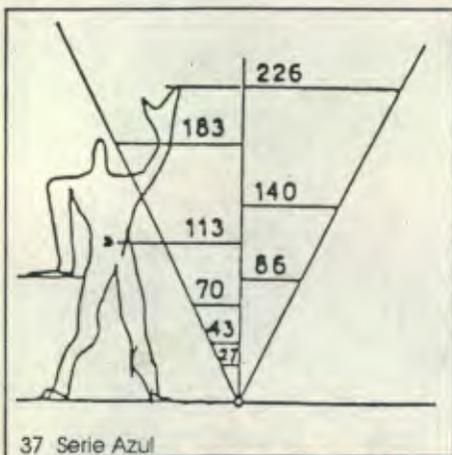
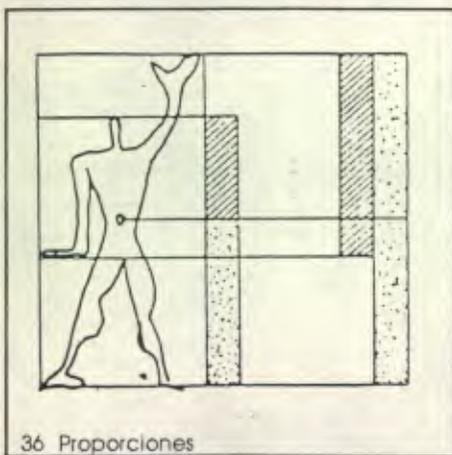
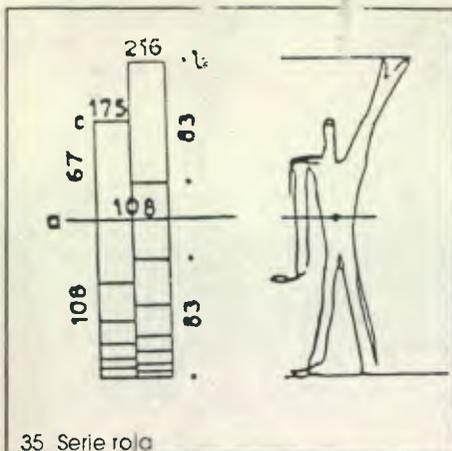
ciente de proporción áurea 1, 2, 3, 4, 5, 6, etc., de la manera siguiente:

1 = 25.4 cm	4 = 108.2 cm
2 = 41.43 cm	5 = 174.0 cm
3 = 66.8 cm	6 = 283.2 cm

Como se puede observar, la anterior es una serie Fibonacci, es decir que cada término es igual a la suma de las dos anteriores. Es una serie lineal de secciones áureas que tiende por una parte a cero y por otra a infinito, a la que se le asignó el nombre de "Regla de Proporciones".

En 1945 Le Corbusier preparó una serie de láminas, con el fin de demostrar la riqueza de posibilidades de combinación, para lo cual le asignó un valor humano a la combinación geométrica descubierta, adoptando para ello la estatura humana promedio del hombre europeo: 1.75 metros, "estas cifras se adaptan a la estatura humana cuyos puntos decisivos obstruyen el espacio, y son, por lo tanto, cifras antropocéntricas".

Denominó serie roja a la serie de Fibonacci, formada por la razón áurea establecida sobre la unidad 108, y



Edad moderna

Se denomina Edad Moderna, a la tercera gran división de la historia, que comprende desde el siglo XV hasta la Revolución Francesa, a fines del siglo XVIII.

En este período surgen una gran cantidad de cánones nuevos y diversas proporciones del cuerpo humano; por lo que a continuación se presentan aquellos que presentan características muy especiales.

JEAN COUSIN (1490-1560), pintor, escultor, grabador, escritor y arquitecto francés. Dejó tres libros sobre "El Arte del Dibujo", de gran importancia didáctica, y profusamente ilustrados. En base a la experiencia de Durero, Cousin realizó proyecciones ortogonales; dividió la altura total del hombre en ocho partes iguales a la cabeza y la altura del cuerpo igual a la envergadura.

TOMAS PIROLI (1750-1824), anatomista y grabador italiano. Escribió un libro sobre "Anatomía y Proporciones Humanas", en el cual dividió la altura del cuerpo en diez partes y cada una en tres menores; subdividió la cara en tres partes y le asignó igual medida que a la mano; por lo tanto el cuerpo según Piroli mide diez caras o diez manos. Inscibió la figura humana dentro de un cuadrado perfecto y a su vez dentro de un círculo, el centro del cuadrado o del círculo es el centro del cuerpo y marca el púbis; los dos círculos menores tienen sus respectivos centros a la altura de la tetillas y las rótulas.

JEAN FRANÇOIS BOSIO (1764-1827), pintor nacido en Mónaco. Escribió un "Tratado Elemental de las Reglas del Dibujo", profusamente ilustrado, con estudios de anatomía y proporciones humanas, en el que presenta los cuerpos femenino y masculino divididos en ocho partes que tienen la misma dimensión que la cabeza, e indica con líneas punteadas el movimiento direccional de las figuras como fugas convergentes a un foco.

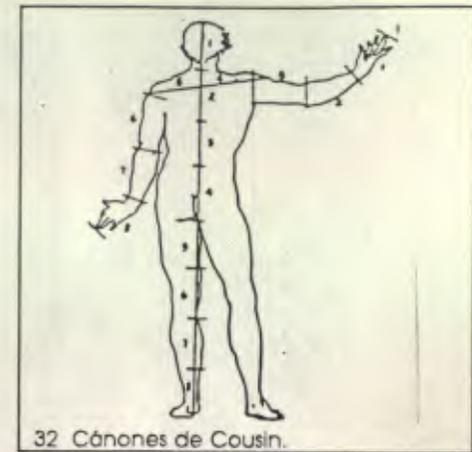
JEAN-GALVERT SALVAGE (1771-1860), médico y

anatomista francés. Escribió el libro "Anatomía del Gladiador Combatiendo", obra considerada como la más completa y detallada sobre la materia, pues trata no sólo de los huesos y los músculos, sino del mecanismo de los movimientos y proporciones del cuerpo humano.

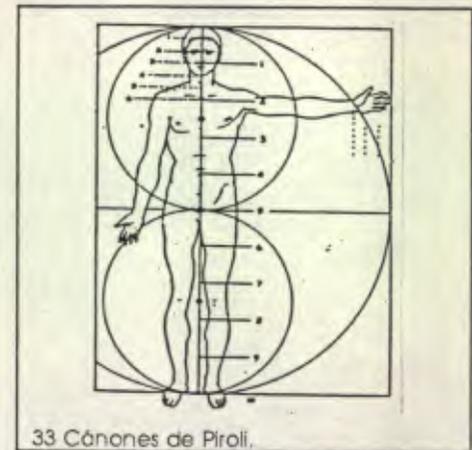
Los cánones establecidos por Salvage, han sido considerados como los más completos y minuciosos. En sus dibujos se puede apreciar con detalle las dimensiones y proporciones que asigna a cada parte del cuerpo, tanto de frente, como de perfil. A la altura total del cuerpo le asigna una proporción de ocho cabezas, e igual dimensión a la envergadura. La cabeza la subdividió en cinco partes, cuatro de las cuales corresponden a la cara, que mide igual que la mano. Al dedo mayor le dió una proporción de dos partes. El alto total del cuerpo es de diez caras o también de veinte dedos mayores.

El centro del cuerpo lo ubicó en el púbis, y dio indicaciones precisas para el ancho de cada parte del cuerpo, siendo las medidas y proporciones idénticas tanto para el hombre como para la mujer.

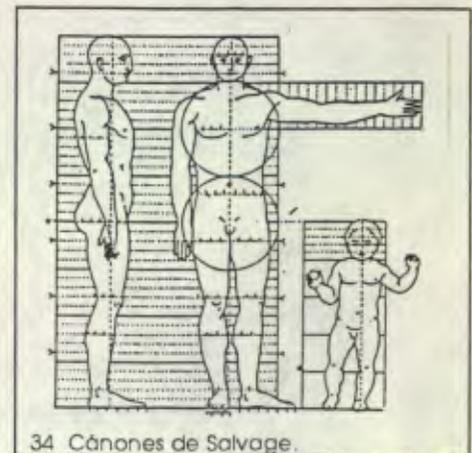
Salvage confrontó el dibujo de un niño de tres años de edad con el de un adulto, y así demostró que a esa edad, la altura de su cuerpo es igual a la mitad de la que alcanzará cuando llegue a su desarrollo completo.



32 Cánones de Cousin.



33 Cánones de Piroli.



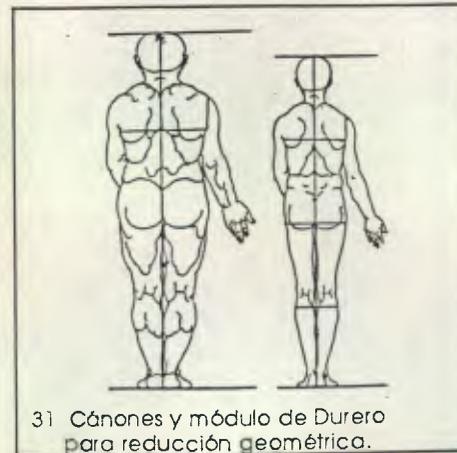
34 Cánones de Salvage.



29 Proyección paralela del cuerpo del hombre.



30 Proyección paralela del cuerpo de la mujer.



31 Cánones y módulo de Dürero para reducción geométrica.

Como se puede observar en la ilustración, existe una notable coincidencia con las observaciones realizadas por Vitruvio, con la diferencia que en la obra de Da Vinci hay un enriquecimiento por la superposición comparativa de las dos figuras humanas, la subdivisión de la altura total del cuerpo en cuatro segmentos iguales y la división de la cabeza en cuatro partes iguales, tres de las cuales corresponden a la cara.

En un comentario para explicar la gráfica, Da Vinci dice "Si usted coloca las piernas tan alejadas como para tener una catorceava parte de su altura y si abre y levanta sus brazos hasta que toque la línea de la corona de la cabeza con sus dedos medios, usted debe saber que el centro del círculo formado por las extremidades de los miembros extendidos será el ombligo; y el espacio entre las piernas formarán un triángulo equilátero. La magnitud de los brazos extendidos de un hombre es igual a su altura".

Leonardo Da Vinci estableció cánones y proporciones fundamentadas en medidas iguales, por comparación y las plasmó en forma gráfica muy didáctica, tomando como base su estudio anatómico.

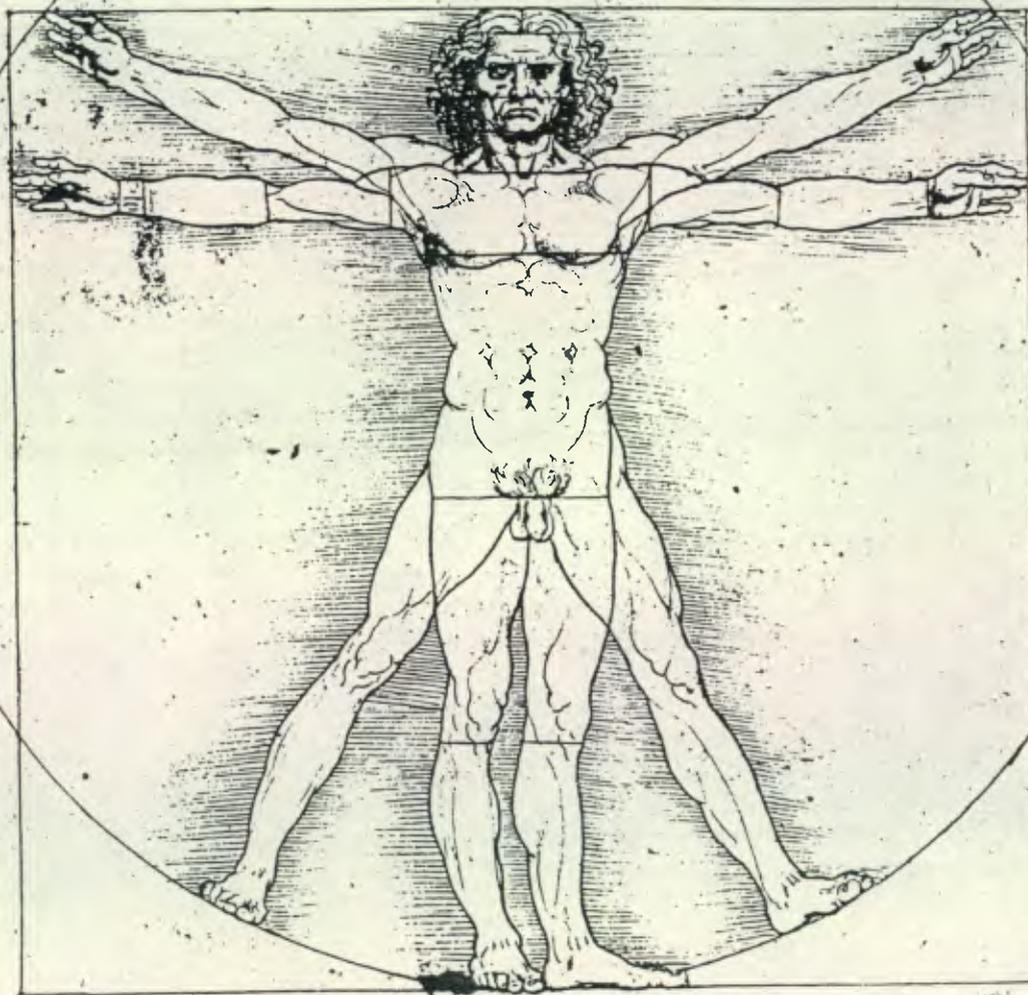
ALBERTO DURERO (1471-1520) pintor, grabador, escultor, geómetra e ingeniero alemán. Escribió y grabó él mismo el trabajo más extenso sobre proporciones humanas, elaborando un tratado compuesto por cuatro tomos, denominado "Tratado de las Proporciones Humanas"; y aún cuando Dürero no estableció reglas o cánones, estudió las medidas del cuerpo en cada caso particular, basándose en un módulo unitario que dedujo de la división geométrica de la altura total de cada tipo y cada una de sus partes, en otras subdivisiones más pequeñas y minuciosas, con lo que completó la descripción del cuerpo de un sujeto determinado.

Uno de sus más valiosos aportes, es el método que empleó para la proyección ortogonal, por medio de líneas paralelas de las medidas de la imagen de la figura humana. Haciendo uso de su método, por medio de la reducción geométrica proporcional de

las medidas en ambos sentidos, trasladó el aspecto del cuerpo de una figura robusta, con el mismo carácter, a una figura delgada o más baja. La proyección ortogonal aplicada al traslado de la forma de una cabeza humana le permitió obtener diversas vistas; y el alterar las proporciones de las medidas de la cuadrícula realizada sobre un dibujo, le permitió obtener una modificación de la forma, cambiándole el carácter y tipo.

Alberto Dürero descubrió las proporciones "normales" de diferentes tipos de figura Humana, a través de la medición de numerosos sujetos. Utilizó las escalas de proporción aritmética y geométrica. Uno de los ejemplos principales de proporción matemática y de repetición de razones que Dürero descubrió fue la de las dimensiones del cuello a la cadera, de la cadera a la rodilla y de la rodilla al tobillo; las cuales creía que debían formar una progresión geométrica y que se relacionaban entre sí según cierta proporción, de tal manera que la proporción de la longitud del cuerpo, que guarda con la de la cadera (medida desde la parte alta del muslo hasta el centro de la rodilla), es la misma que esta última guarda con la longitud de la rodilla.

En su trabajo: "Los cuatro libros de Proporción Humana", se encuentran una serie de dibujos lineales de la figura humana en dimensiones progresivamente crecientes, segmentadas geoméricamente en cada caso para revelar las proporciones de sus varias partes relacionadas.



28 Estudio de las proporciones del cuerpo humano realizado por Leonardo da Vinci

(1921) analizaron los primeros datos de Pirquet y Reni Begun encontraron que ellos establecieron estrecha relación con la relación peso - altura y que era posible construir una curva de correlación, a pesar de ello, él sostuvo que los valores de peso corresponden a la altura, sólo cuando la altura corresponde a la edad.

Las condiciones inmediatas a la post guerra, de la que Kornfel habla, suministran puntos de referencia dramáticos en la historia. La primera guerra mundial recientemente ha llegado a un final; la desnutrición y enfermedad es abundante en Europa. En Viena la población existe en un nivel cercano a la inanición y por deficiencias miles de niños sufren raquitismo y otras enfermedades. Para los más afectados por la desnutrición, es posible obtener raciones de la "American Relief Comission". En el aprieto de tener que decidir a qué niños se les debería dar ayuda y quiénes debían ser rechazados, la comisión acude a la guía de un renombrado pediatra, Clemens von Pirquet, quien estaba trabajando en la ciudad. La decisión para dar o no la ayuda se hace en base de su índice de desnutrición "Pelidisi" (Ellis, 1948).

Un índice nutricional es una fórmula matemática, en este caso la raíz cúbica de diez veces el peso en gramos, dividido por la altura del sujeto sentado, medida en centímetro y multiplicada por cien. De la fórmula se deriva un número o razón, el cual cae dentro de un rango de normalidad calculado, que intenta identificar la adecuación del estado nutricional del niño. Este índice de Pirquet, es sólo uno de los que se habían ideado hasta entonces. En 1899, Riddolpho Livi, Antropólogo y militar Italiano, desarrolló su índice "Ponderalis".

Todas las maneras de medición han sido utilizadas en toda combinación concebible. Altura y pesos, alturas sentado, perímetros de pecho, longitud de piernas y anchos de caderas han sido divididos y multiplicados, elevados y reducidos a la segunda, tercera y quinta potencia o raíz, pero ningún índice ha sido probado realmente en forma satisfactoria.

Investigaciones posteriores del índice de Pirquet, por ejemplo, muestran que mientras el error en la estimación de la altura sentado llegaba hasta cinco centímetros, una diferencia de un centímetro podía causar que un niño fuera colocado dentro o fuera del grupo malnutrido (Bardeen, 1921).

Durante el corto período vivido en paz de las subsecuentes décadas, el clima del pensamiento médico fue cambiado constantemente. Mientras que los terapeutas continuaban avanzando, más atención se le brindaba a la prevención de enfermedades, el foco se expandía desde el individuo hasta la comunidad y en particular a la promoción y mantenimiento de la salud del niño. Con la introducción de bienestar infantil, del jardín infantil y de programas de salud escolar, se tornó tema de interés creciente el examinar las posibilidades de proteger a la masa, por medio de la detección de los primeros signos de desviación de la salud normal y desarrollo en cualquier población infantil. A este punto se esperaba que la antropometría debía probar ser un valioso auxiliar, y la expectativa de ser mantenida, aún cuando como ahora, nunca satisfizo completamente tales expectativas.

Una notable contribución Norteamericana, es el trabajo de Franzaen (1929), quien estudió intensivamente la posibilidad de predecir el peso futuro del niño o la futura circunferencia de los miembros y el grosor del tejido subcutáneo, partiendo de otras dimensiones varias. Su pantalla "ACH" que involucraba la medición de la circunferencia del brazo, profundidad del pecho y el ancho de caderas, fue utilizada con considerable éxito en los inicios de los años treinta, para detectar la desnutrición en niños portorriqueños (Mitchel, 1932); y una fórmula similar fue el índice "ancho - longitud" de Lucas Pryror (1931). Estos investigadores ayudaron a clarificar un período de pensamiento confuso, cuando ellos reconocieron la separatividad de dos entidades estrechamente relacionadas, estado nutricional y estructura corporal. El grado de discordancia acerca de los índices de nutrición, es indicado por los resultados de un estudio cuidadosamente controlado, que se presentó dirigido a la Sociedad Real de Estadística

En 1938 (Jones, 1938), con el cual se concluyó en otras cosas, que los índices que implicaban mediciones del pecho o de la cintura, no son superiores en exactitud a aquellos basados en el peso y altura solos; y que de los últimos, el más digno de confianza es el índice de "Tuxford", quien describió por primera vez su método en 1917, y basó su índice en mediciones de medio millón de niños en edad escolar en varias partes de Inglaterra, subsecuentemente modificada en 1942 para tener en cuenta el crecimiento gradual en el tamaño de los escolares.

Persiguiendo el mismo objetivo de detectar las menores variaciones en el crecimiento de los niños, Wetzel, en Ohio, ideó un cuadro, que es en esencia una curva de correlación de peso contra altura, cada una en forma logarítmica, en la cual si la trayectoria trazada por la curva de crecimiento - peso del niño se desvía de la "trayectoria estándar", indica que una alteración se está dando en la construcción corporal. La proporción de crecimiento es medida como un incremento en superficie - área del cuerpo por unidad de tiempo, y así la "proporción normal" se establece. Además, el progreso del niño es comparado con el de la población infantil general en términos de posición percentil. Mientras el valor del método de Wetzel aún no ha sido completamente evaluado, la idea central de conformación corporal o forma, permanece más o menos constante a través del período de crecimiento y es de gran interés teórico.

Muchas veces se ha mencionado el estado nutricional e índices nutricionales, pero aun no está claro cuál es exactamente el significado de la palabra "nutrición". Es una compleja noción y no se ha hecho una definición precisa. Tuxford describió la nutrición como un "proceso fisiológico principalmente empleado en la construcción y desarrollo de los tejidos del cuerpo"; él consideró que era medible sólo por sus efectos y que esos eran exhibidos más claramente en las variaciones del físico normal. Wetzel en cambio, expresó que la nutrición óptima, podía ser definida como la suma total de aquellos procesos que juntos hacen posible desarrollar y proseguir las líneas de

contorno inherentes al físico personal. Es seguro decir que ninguna de esas contribuciones deben ser aceptables para la mayoría de los fisiologistas contemporáneos, pero ellos en cambio no están habilitados para ponerse de acuerdo entre sí mismos, como los méritos relativos de examinar la vitamina A y la vitamina C, estimaciones de hemoglobina y las proteínas del suero, exámenes físicos, incluyendo escrutinio de pieles, uñas, pelo, lengua, ojos, etc., en la evaluación del estado nutricional. Adcock et al. (1947) han postulado la existencia de un "factor nutricional general" comparable al factor de la inteligencia "g" de Spearman y puede ser destinado a sobrevivir sólo como un concepto estadístico.

Donde existe mucha confusión entre los expertos, no es sorprendente que el médico del siglo veinte, evaluando el estado físico de niños, recurra a prestigiosos métodos antiguos de "juicios clínicos" de sus predecesores. El primer intento para sistematizar este acercamiento, parece que ha sido hecho por un médico Escocés, el Dr. Alistair Mc Kenzie cuyas categorías clínicas de excelente, bueno, regular y pobre, se han conocido como la "Escala Dunfermline" (Clark et al., 1923).

Mientras que la simplicidad del método hace un llamado inmediato al sentido común, será conveniente aquí llamar de nuevo los hallazgos relevantes de Jones en las investigaciones anteriormente mencionadas, en las cuales observando la confiabilidad del juicio clínico, él encontró que los doctores, todos con larga experiencia en este tipo de estudio, muestran desacuerdos, no sólo entre ellos, sino inclusive con sus propias evaluaciones de la misma población, después de un corto intervalo. Con lo cual resulta comprensible que Jones se sintiera obligado a cuestionar si el estado de nutrición es una entidad capaz de ser medida en forma válida. De cualquier manera, para estándares de nutrición y de crecimiento, las investigaciones continúan realizándose.

Somatometría

Al hacer el recuento del desarrollo de la Antropometría, poca justicia se ha hecho a otra línea paralela de pensadores e investigadores, cuya principal ocupación no se ha centrado en el cambio de tamaño del organismo humano, sino en su forma, estudio que se denomina Somatometría. Para salvar esta omisión es necesario volver atrás muchas centurias, de hecho hasta los padres de la filosofía y la medicina; así Aristóteles sostenía que a un tipo específico de cuerpo está asociada una mentalidad específica; Hipócrates ha descrito los hábitos "apopléjico" y "físico". Estas primeras observaciones pueden ser vistas como prototipos de dos temas dominantes en todas las investigaciones subsecuentes; que la forma del ser humano está relacionada en alguna forma con la personalidad.

La "Construcción Física y Carácter" de Kretschmer en 1925, es una contribución sobresaliente de los tiempos recientes, en ella demandaba reconocer tres tipos principales de la forma del cuerpo que denominó "Asténico, Atlético y Pícnico", el primero siendo típicamente flaco, "introvertido", y predispuesto a la esquizofrenia, el último Rotundo, "extrovertido", y con una tendencia a desórdenes ciclotímicos. El grupo intermedio, así parece, representa formas desviadas. Mientras la hipótesis Kretschmeriana espera prueba incluso en principio, han habido muchas clasificaciones análogas. Sigaud (1914) ha escrito sobre los tipos "Respiratorio, Muscular y Digestivo". Stokard (1923) escribió sobre razas laterales y lineares.

La tipología del cuerpo o como ahora se le conoce, "Somatotipología" basada en mediciones actuales reforzadas por técnicas fotográficas modernas, han sido estudiadas extensivamente en años recientes por Sheldon (1940), quien ha abandonado la noción de bipolaridad en la forma del cuerpo, definiendo en cambio tres componentes de construcción: "Endomorfo (redondés), Mesomorfo (muscularidad) y Ectomorfo (linearidad)", elementos de cada uno se encuentran en grado variable en cada individuo. Shel-

don ha ido más lejos y relaciona cada uno de sus tres tipos no sólo a los temperamentos básicos, sino también a la clasificación de enfermedades neuróticas.

El biólogo escocés D'Arcy Thompson, por encima de todos en nuestro tiempo, ha llevado a cabo el estudio de la forma y proporción al nivel de algo que se aproxima a ciencia pura, con sólo observar, registrar y buscar similitudes y diferencias, sin intentar construir hipótesis propias o descontar las de otros y encontrando belleza semejante en las formas de organismos vivientes y curvas matemáticas. Su original documento: "El Crecimiento y la Forma" ya ha asegurado un lugar permanente en la literatura científica.

Los niños de esta generación se sabe que son más grandes y más pesados que lo que fueron sus padres. El crecimiento es influenciado desde adentro, dependiendo del trabajo interrelacionado de las glándulas endocrinas, y probablemente una hormona específica del crecimiento es secretada por la glándula pituitaria. La tasa de crecimiento puede ser influenciada por las enfermedades de ciertos órganos, como los riñones, por algunas infecciones y por la alimentación, ya sea como resultado de una deficiente dieta o un defecto en el mecanismo de absorción, también puede ser influenciada por la existencia de factores genéticos y por la tensión emocional.



42 Silueta de somatotipo endomorfo.



43 Silueta de somatotipo mesomorfo.



44 Silueta de somatotipo ectomorfo.

Antropología Física

Los orígenes de la antropología física como ciencia de registro y comparación pueden ser seguidos desde los viajes de Marco Polo (1273-1295), quien reveló la existencia de gran número de razas que diferían en el tamaño corporal y constitución.

Lineo (1707-1788), Buffon (1707-1788) y White (1728-1813) iniciaron la ciencia que fue posteriormente denominada antropometría racial comparativa, señalando que existían diferencias en las proporciones corporales en las diversas razas humanas. Esos investigadores formalizaron la clasificación del hombre dentro del sistema zoológico.

Blumberbach (1752-184) reportó por primera vez, los datos antropométricos más completos existentes en su tratado, "On the Natural Differences in Mankind (Sobre las Diferencias Naturales en la Humanidad)". Al estadístico Quetelet (1796-1874) se le acredita la fundación de la ciencia y la invención del término "antropometría". El condujo la primera investigación somatométrica en gran escala.

Humphrey, en 1838, realizó cuidadosas mediciones de húmero, radio, fémur y tibia en veinticinco esqueletos de hombres negros y blancos. Calculó los índices de cada longitud individual dividida entre la altura del sujeto a fin de obtener números que fueran directamente comparables. El siguiente avance, fue el hecho de que muchas de las longitudes óseas podrían ser medidas en el sujeto viviente, obteniendo sus límites por palpación. Se encontró que otros puntos de referencia (pezones, ombligo) fueron valiosos en el estudio de las proporciones. Broca (1824-1880), fundador de la "Escuela de Antropología" en París, influyó significativamente el surgimiento de la antropología a través de su investigación teórica y por la invención de muchas técnicas de medición. En 1914 Martin publicó la primera edición de su famoso "Lehrbuch der Anthropologie (Texto de Antropología)" que se mantuvo como el libro de texto estandar por muchas décadas.

Al final del siglo diecinueve y principios del siglo veinte se desarrolló un interés especial en el estudio detallado del humano viviente y de los vestigios óseos de los hombres primitivos en lo que la antropología física jugó un importante papel. Martin (1914) y Hrdlicka (1939) describieron el desarrollo y las principales contribuciones en detalle. En los Estados Unidos de Norteamérica, las actividades en antropometría fueron provocadas, comparando las múltiples reliquias del hombre antiguo, con las modernas dimensiones corporales y por las diferencias antropométricas observadas entre los ciudadanos norteamericanos provenientes de múltiples orígenes étnicos y nacionales.

Las estadísticas de los reclutas proveyeron datos a los médicos militares para investigar durante los siglos diecinueve y veinte. Dentro de sus intereses estaba la relación de las dimensiones corporales con la ocupación u oficio (antropología ocupacional). Especialmente notables son los monumentales estudios antropológicos realizados en los Estados Unidos de Norteamérica durante la guerra civil y las dos guerras mundiales (Gould, 1869; Baxter, 1875; Davenport y Love, 1921; el servicio de selección, 1943; Hooton et al., 1949; Randal, 1947-1949; y Randal y Baer, 1951)

Desde principios del siglo veinte la antropometría se ha convertido en una importante rama de la antropología que se expresa en una literatura extensa y rápidamente creciente. Sin embargo, los investigadores individuales emplean diferentes métodos y mediciones. Como resultado de ello, la comparación entre los datos obtenidos es difícil. La estandarización de las mediciones del cráneo, fueron las primeras intentadas como resultado del Congreso Internacional de Antropólogos, reunido en Mónaco en Abril de 1906. Las treinta y ocho mediciones del cráneo y diecinueve mediciones de la cabeza y la cara se han convertido en estándares seguidos por los antropólogos en todos lados.

Una segunda estandarización de mediciones en el cuerpo viviente (excluyendo la cabeza), aplicadas especialmente en esqueletos, resultaron del Congreso

Internacional de 1912 en Ginebra. El texto de Martin en efecto, unificó las técnicas de medición en alto grado. Sin embargo con el surgimiento de requerimientos más prácticas y las técnicas de depuración más rigurosas, la necesidad de datos definidos en forma más clara y estandarizados (comparables) se hizo más patente de nuevo en años recientes (Hertzberg, 1968; Garrett y Kennedy, 1971).

Los intentos y actitudes de los primeros investigadores fueron un poco diferentes de los que actualmente se emplean en la antropometría ergonómica; consecuentemente sus métodos fueron diferentes. Sin embargo, muchos de sus resultados son útiles en diseño, y sus métodos pueden ser adaptados a los problemas presentes. Algunos de sus hallazgos son aun los únicos datos disponibles, así que el conocimiento de sus métodos es de vital importancia para comprender lo que esos datos realmente significan y para evaluar el grado de adaptabilidad a un problema ergonómico.

Desarrollo histórico de la antropometría ergonómica

Para hacer un resumen de los principales acontecimientos que han determinado el desarrollo histórico de la antropometría ergonómica se consideró conveniente incluir conceptos expresados por J. A. Roebuck, et al. en el capítulo uno del libro Engineering Anthropometry Methods

Cercanamente relacionados a los cánones artísticos están las normas folklóricas para dimensionar herramienta manual, mobiliario y varios componentes de arquitectura. Los nombres de muchas unidades, aun en uso actualmente, son derivadas de nombres de segmentos corporales. Drillis (1963) anota que "le pied" y "le pouce" en francés, "il piede" e "il pollice" en italiano, "peda" y "pirksts" en latvio, tenían el mismo significado como unidades de medida que el pie y la pulgada tenían en inglés. También anota que "duran-

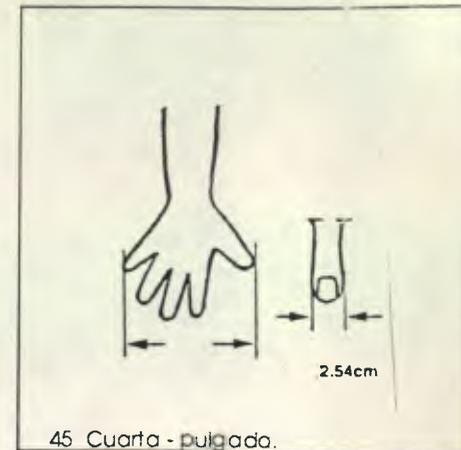
te la edad media, la distancia denominada "thumb-ell" medida a través de la mano hasta la punta del dedo pulgar estirado (14 -18 centímetros), fue usada para dimensionar las empuñaduras de espadas, limas, agramaderas y jarras. Los granjeros y tratantes de caballos aun miden la altura de los caballos o la longitud de las hojas de las guadañas en manos.

El desarrollo de armas y armaduras basadas en los principios ergonómicos militares tiene una historia útil y seguible, que continúa hasta el presente. La producción de vestimenta, el desarrollo de viviendas y la transportación son otras líneas hereditarias importantes que combinan principios ergonómicos y preocupación por las dimensiones humanas. Ellas, por supuesto, fueron desarrolladas a través de las matemáticas y su derivada la estadística, apoyada por la Edad de la Razón y el método científico. La revolución Industrial enfocó esas actividades en los mercados masivos y medidas de salud masivas, debido a la necesidad de aplicar las mediciones del humano al diseño de artículos para la producción en masa. La noción de "normalidad" en la proporción y el tamaño fue gradualmente reemplazada por tablas y cuadros estadísticos.

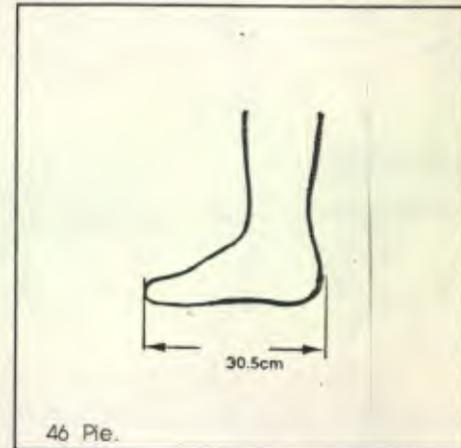
De 1940 a la fecha, ha habido una significativa y creciente necesidad de datos de dimensiones corporales del humano en muchos campos industriales. Conforme el hombre ha entrado en la era espacial, esos factores se han convertido aun más críticos, en la medida en que el costo por libra de carga útil se ha incrementado exponencialmente. La era industrial favoreció el uso de los números sobre las proporciones.

Antropometría ergonómica.

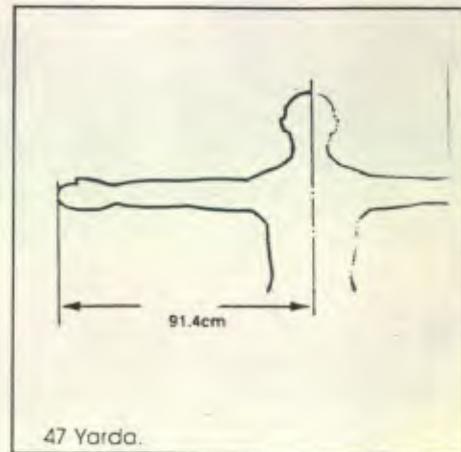
Aproximadamente en el mismo período en que se realizaba el estudio para comparaciones raciales de dimensiones estáticas y dimensiones estructurales del cuerpo, se desarrollaba interés en el estudio del movimiento (Giedion, 1948). El importante concepto de la



45 Cuarta - pulgada.



46 Pie.



47 Yarda.

representación gráfica del movimiento, fue discutido por Nicolás Oresme desde el siglo catorce. A principios de 1880, Marey en París y Muybridge en California principiaron a emplear métodos fotográficos para el estudio del movimiento. Registraron en series de fotografías los movimientos del humano al caminar. Alrededor de 1881, fue introducido el estudio del tiempo por F. W. Taylor y fueron cuantificados aspectos del trabajo (Giedion, 1848). Estudios exhaustivos del movimiento corporal y la acción muscular del humano fueron realizados por muchos investigadores alemanes a finales de la década de los años 1880 y albores de 1890 (Braune y Fischer, 1889; Hultkrantz, 1897; Fischer, 1906 y 1907; Strasser y Gassmann 1893; Strasser, 1917; Fick, 1904-1911).

En 1912, los Gilbreths principiaron sus importantes contribuciones al estudio científico del movimiento como técnica de administración para mejorar la eficiencia laboral industrial (Barnes, 1949). El reconocimiento de la importancia que tiene la colocación del trabajo dentro de un alcance fácil para el operador, condujo al estudio de las dimensiones espaciales de trabajo máximas y normales. Las dimensiones corporales del trabajador fueron investigadas por estudiosos como Legros y Weston (1926) a fin de colocar en forma apropiada el asiento y la banca para alternar las posturas del usuario sentado y de pie. Con el objetivo de obtener criterios para el diseño de butacas de vehículos, Lay y Fischer (1940) y Hooton (1945), realizaron estudios detallados de confort al sentarse y ángulos de confort.

Los estudios anteriores enfatizaron en el uso de la cinemática del cuerpo humano y sus dimensiones, para mejorar el rendimiento laboral. Tal interés, basado en la aplicación de las ciencias físicas más que las ciencias biológicas, podía fácilmente ser clasificado en el grupo de actividades denominadas ergonómicas. Mientras que Taylor, los Gilbreths y posteriores investigadores, orientados hacia la producción, estaban preocupados por las aplicaciones de los estudios realizados.

Muchos estudios sistemáticos de las dimensiones corporales, fueron realizados durante finales del siglo dieciocho y principios del siglo diecinueve, por varios propósitos relacionados con productos comerciales, registros médicos o selección militar (Baxter, 1875; Gould, 1869; Davenport y Love, 1921). Sin embargo, es dudoso que los investigadores se consideraran a sí mismos como parte de una nueva disciplina. Mucha investigación antropológica militar, ha sido dedicada a establecer efectos de dimensiones corporales, diseñar sobre medida y uso de equipo militar (Randall, 1948). Esos estudios eventualmente ayudaron en la convergencia de disciplinas como psicología, antropología, fisiología y medicina, con la ingeniería; síntesis que posteriormente se denominó "Human Engineering" en los Estados Unidos y "Ergonomía" en la mayoría de los demás países. La rama de este trabajo que incluía las dimensiones corporales fue denominada antropología física (Randall, 1948). La necesidad de la integración de las disciplinas de la ciencia de la vida para aplicaciones en ingeniería, fue enfocada por la Segunda Guerra Mundial, que creó una serie de problemas totalmente nuevos que involucraron a hombre / máquina / entorno. En adición a los problemas como los de la definición de dimensiones de vestimenta para las tropas del ejército, gran número de accidentes en el entrenamiento y la operación de naves aéreas indicaron la necesidad del estudio de las causas básicas. Los psicólogos que fueron consultados para estudiar las acciones del hombre bajo la tensión de volar, encontraron que la complejidad del equipo militar moderno estaba sobrepasando las habilidades de los hombres al operarlo. (Damon y Randall, 1944). Sin embargo podía emplearse entrenamiento intensivo para obtener el máximo del ser humano, esta proposición fue costosa y consumidora de tiempo. Incluso en las mejores condiciones, algunos equipos no podían ser operados al máximo de la eficiencia debido al mal ajuste entre el control del humano, las habilidades sensoriales y las demandas de la maquinaria en la forma en que estaba diseñada.

Entre otros problemas, se encontró que las cabinas eran a menudo demasiado pequeñas para muchos

pilotos, estorbando así o inclusive impidiendo algunos de los movimientos de los mismos. El estudio de las dimensiones corporales tomó un renovado interés, cuando se encontró que existían muy pocos datos confiables de los tamaños de los pilotos militares, que ayudaran a resolver esos problemas. Los antropólogos físicos fueron llamados a servicio para realizar mediciones en los pilotos y la tripulación de vuelo, para definir los criterios de diseño de futuras aeronaves y los criterios de selección para utilizar las naves existentes. Una especialidad que hizo historia en este trabajo fue el reporte de Randall, Damon, Benton y Patt (1946) denominado "Tamaño del Cuerpo Humano en la Aeronaves Militares y Equipo Personal".

Después de la Segunda Guerra Mundial, el énfasis de ajustar las máquinas al hombre se desarrolló completamente, en tanto que las agencias comerciales y militares continuaron el estudio de las dimensiones corporales y los requerimientos espaciales para el trabajo, junto con los factores fisiológicos y psicológicos involucrados. Por ejemplo, Hooton investigó 3867 adultos, hombres y mujeres, en las estaciones del ferrocarril de Boston y Chicago para obtener las dimensiones de los asientos del ferrocarril (Hooton, 1945). Otros estudios afines y similares, se continuaron en la Escuela de Salud Pública de Harvard durante finales de los años cuarenta, para mejorar la seguridad en el uso de todo tipo de equipo. Se realizaron evaluaciones de camiones, buses y automóviles representativos, desde el punto de vista ergonómico y antropométrico en particular. Cerca de trescientos conductores de buses y camiones fueron investigados en forma conjunta con los otros estudios, para desarrollar las relaciones entre las mediciones de: la altura sentado, altura de los ojos, alcance del brazo y longitud de las piernas, y las dimensiones interiores de los vehículos. (Damon y Mc Farland, 1966).

Desde principios de los años cuarenta un torrente de datos antropométricos ha salido de los laboratorios de la Base de la Fuerza Aérea Wright - Paterson, cercana a Dayton, Ohio en Norteamérica; y el uso de esos datos se ha incrementado a través de la navega-

ción aérea y la industria del transporte. Fueron notables en este campo las primeras partes del trabajo de Randall, Damon y Benton. Posteriormente H. T. E. Hertzberg dirigió los estudios anteriores. Un estudio altamente significativo y a gran escala de ciento treinta y dos dimensiones del personal de vuelo de la Fuerza Aérea, fue realizado en 1950 por Hertzberg, Daniels y Churchill, en 1954. En otra rama de la antropometría relacionada con lo militar, R. W. Newman y R. M. White han contribuido grandemente al diseño de prendas de vestir por estudios antropométricos en la Comisaría del Ejército Norteamericano, el Comando de Investigación y desarrollo en Natick, Massachusetts. Atravesando el Atlántico, en Inglaterra, Morrant ha publicado varios estudios del personal de la Fuerza Aérea Real (Royal Air Force - R. A. F.-). Los datos de los estudios precedentes fueron aplicados por varios ingenieros en muchos otros campos además de los campos para los que originalmente estaban destinados, (por ejemplo Carlyle, 1960; Lippert, 1949 - 1965; Roebuck, 1952, 1957, 1968; Kroemer, 1966 a, 1967 a y Diseñadores Industriales Dreyfuss, 1955, 1960, 1966; Ashley, 1957).

Apesar de que muchas de las aplicaciones de trabajo de la antropometría ergonómica utilizan técnicas de los primeros antropólogos físicos, han habido muchos cambios en la investigación, en los tipos de medios, tipos de datos obtenidos, e instrumentos especiales que han surgido de necesidades prácticas. Una investigación especial fue diseñada, para establecer relaciones espaciales en coordenadas tridimensionales, como característica de las aplicaciones ergonómicas de la antropometría; y es que los diseñadores debían conocer no solamente la longitud de los segmentos corporales, sino también dónde estaban localizadas estos segmentos durante la realización de las actividades humanas. Adicionalmente, muchos de los usuarios de los datos antropométricos no estaban originalmente entrenados en antropología, sino en campos como la física, ingeniería o diseño. Así que pareció que se adecuaban para clasificar su trabajo en otro campo especializado de la antropometría aplicada.

La antropometría ergonómica se puede definir, como la aplicación científica de los métodos de medición física de humanos, para el desarrollo de estándares de diseño, y requerimientos específicos, así como para la evaluación de dibujos de construcción, elaboración de modelos a escala natural y productos manufacturados, con el propósito de asegurar la adecuación de esos productos a la población a la que va dirigida.

Para ajustar esta definición en perspectiva de una disciplina afin, es apropiado examinar el planteamiento de Hrdlicka (1939) que dice:

"Los objetivos de la antropometría antropológica son:

1. Obtener datos en mediciones corporales que describan en forma confiable las características del grupo, linaje o familia que esté siendo estudiado y
2. Publicar los datos en una forma que pueda ser legible y usada con seguridad para comparaciones antropológicas y deducciones".

Con la sustitución del término "antropológica" por "ergonómica" y la interpretación de "características" para incluir la capacidad de alcance, áreas de trabajo para uso normal y máximo, ángulos de confort, distribución de peso, volúmenes y así sucesivamente, se tiene un buen principio para una descripción de los propósitos de la antropometría ergonómica. Una cualificación ulterior debe ser agregada sustituyendo la palabra "publicar" por el término "comunicar" que es más amplio.

Siguiendo el rastro de los trabajos de Braune y Fischer principalmente -antes del cambio de siglo-, se ha desarrollado una ciencia especial de las estructuras corporales, de la cinética y de la cinemática del cuerpo humano. Este cambio de propósito científico, ahora comunmente denominado Biomecánica (o Biodinámica), puede ser definido como sigue: Biomecánica es la ciencia

interdisciplinaria de la estructura mecánica y comportamiento de materiales biológicos (comprendiendo principalmente Antropometría, Mecánica, Fisiología e Ingeniería). Se ocupa principalmente de las dimensiones, composición y propiedades de masa de segmentos corporales, las juntas que unen los segmentos, la movilidad de las juntas, las reacciones mecánicas del cuerpo a los campos de fuerza, vibraciones e impactos; las acciones voluntarias del cuerpo en hacer movimientos controlados, en aplicación de fuerzas, torques, energía y poder a través de objetos externos, como controles, herramientas y otros equipos.

Las relaciones entre la antropometría clásica, la biomecánica y la antropometría ergonómica son tan estrechas y están tan entrelazadas, que es muy difícil y poco usual definir líneas de demarcación entre ellas. La Antropometría física es obviamente la base de cada una de ellas, y el diseño del entorno del humano para ajustarse a sus dimensiones y satisfacer sus necesidades, es la salida práctica. En este sentido, la biomecánica es parte de la ingeniería antropométrica.

El interés en la Biomecánica aunado a la necesidad de terminología clara y datos coherentes, han conducido a algunos cambios en el contenido y la filosofía de la antropometría. Por ejemplo, uno de los autores y sus colegas han inventado un nuevo sistema de notación y de terminología del movimiento angular, nuevas herramientas y técnicas de medición de los movimientos de las extremidades del cuerpo humano (Roebuck, 1968). Se han hecho estudios de las envolventes del dinámico movimiento del cuerpo, o de los volúmenes requeridos para realizar varias funciones de trabajo y envolventes de capacidad para realizar varias tareas (Dempster, 1955 a, Kennedy, 1964; Garret, Alexander y Matthews, 1970). La fotografía y la tecnología electrónica han mejorado las técnicas de medición (Tanner y Weiner, 1948; Gavan, Washburn y Lewis, 1952; Seaford, 1959; Hertzberg, Dupertuis y Emanuel, 1957; y Chaffee, 1961 a, b).

Durante los últimos veinte años, el desarrollo de las computadoras ha permitido el análisis rápido de voluminosos datos estadísticos, y ha forzado grandemente la demanda de una mejora de la cantidad y calidad, de datos numéricos reportados en extensas investigaciones antropométricas. Incluso más importante ha sido la innovación de métodos computarizados para manejar modelos matemáticos de procesos biomecánicos. Los conceptos y amplitud de datos disponibles actualmente, han puesto una amplia variedad de modelos matemáticos del hombre dentro del rango de factibilidad, y los investigadores han principiado a desarrollar esos modelos, e identificar áreas de conocimiento específicas que son débiles para el desarrollo de los mismos. Existe un incrementado interés y nuevo énfasis en descripciones tridimensionales del cuerpo y de mediciones funcionales de las articulaciones del cuerpo. Por ejemplo en lugar de medir las longitudes de los huesos, se procura medir las distancias efectivas entre los centros de las articulaciones (Dempster, 1955; Snyder, Chaffin y Schutz, 1972). También están bajo estudio las propiedades visco elásticas bajo variadas condiciones de cargas y otras claves vitales en esos sistemas teóricos de análisis. Otros ejemplos son la propuesta del modelo matemático usado por Hanavan (1964) en un estudio de los movimientos de inercia. En el campo automotriz, M. A Henry y Naab (1966) han publicado los resultados de una simulación computarizada detallada de la víctima de un choque frontal en automóvil. Hickey, Springer y Cundari (1968) han iniciado un ambicioso programa para desarrollar series de modelos matemáticos para análisis computarizado de la geometría de una cabina. Y como éstos, muchos otros esfuerzos similares están siendo realizados en agencias gubernamentales del mundo entero.

Antropometría y ergonomía.

Las ciencias antropométrica y ergonómica han experimentado un notable incremento desde sus comienzos en los años 1945 - 1948, gracias al interés y aplicación que de ellas se ha hecho en el campo de la industria.

Por un lado, la antropometría es una ciencia dedicada al estudio de las relaciones métricas y operativas de la totalidad y de las diversas partes del organismo humano. Por otro lado, la ergonomía estudia las relaciones del conjunto de aspectos anatómicos, fisiológicos y psicológicos del hombre con las acciones operativas que éste realiza. Ambas ciencias han aportado a la disciplina del diseño una base científica sobre la cual se estudian y verifican las cualidades táctiles, de manejabilidad y control de los objetos producidos para el hombre.

Los datos antropométricos suministran al diseñador, en forma de normas o estándares: a) los promedios de peso y alturas totales y parciales; b) los distintos parámetros métricos de los miembros del cuerpo humano en distintas posiciones, y también las superficies y áreas cubiertas por éstos con las distintas capacidades motrices o energéticas prestadas por el cuerpo humano.

Los métodos empleados para efectuar estas mediciones son de diversa naturaleza y deben ser ejecutados sobre una alta tasa de población, para establecer los correspondientes promedios que determinen una medida tipo, capaz de ser utilizada a modo de norma. Igualmente, con vistas a una situación ideal, estas mediciones deben efectuarse sobre cada grupo étnico, dadas las diferencias métricas y de desarrollo existentes en la comunidad mundial.

Para efectuar las mediciones se emplean antropómetros (instrumentos para mediciones del cuerpo humano) y tablas métricas especiales, así como métodos fotográficos de proyección sobre fondos de cuadrículas métricas. Los datos obtenidos en estas

mediciones son sometidos a porcentajes para determinar el patrón estándar que ha de servir de medida generalizada para los umbrales máximos de población. Respecto a otros problemas de diseño, particularmente los que presenten alguna situación dinámica, dada su mayor complejidad, se ha de recurrir a modelos o maniqués del cuerpo humano para su experimentación, ya que las tablas métricas no resultan suficientes.

La palabra ergonomía procede de dos conceptos griegos que significan trabajo y ley (de ahí, costumbres o hábitos en el trabajo). Esta ciencia fue creada para estudiar científicamente el esfuerzo y capacidad humanas en el trabajo o en las acciones operativas que el hombre desarrolla. Su alcance lo delimitan los aspectos fisiológicos, anatómicos y psicológicos del hombre, en sus alteraciones durante la actividad motriz desarrollada en el trabajo y en las acciones que requieren una participación física y psíquica.

Los hechos que condujeron a la formación de estas ciencias fueron provocados por las experiencias realizadas por los biólogos durante la Segunda Guerra Mundial. Hasta entonces, la cooperación entre fisiólogos y psicólogos había sido escasa. Por ello, se proyectó establecer dentro de una ciencia el trabajo conjunto de ambas disciplinas. Esta colaboración dio tan buenos resultados en los problemas bélicos, que en tiempos de paz se ha aplicado a los problemas de la industria. Así fue como llegaron a desarrollarse los conceptos de "ajustar el trabajo al trabajador" y "la máquina o herramienta al hombre", en su ambiente laboral y doméstico.

El campo de aplicación de la ergonomía es extenso, y puede abarcar desde la organización del marco laboral de la industria y su equipo, hasta la creación de los más variados útiles que se emplean en el trabajo profesional o doméstico. Puede servir de ejemplo la aplicación de la ergonomía en el diseño de un automóvil, en el que se estudian los factores de conducción relacionando, en un equipo ideal, las capacidades de percepción y reflejo con las de habilidad

manual, sensación de distancia y fuerza motriz de pies, brazos, manos y dedos, inclusive.

En el mundo contemporáneo, el empleo de máquinas y herramientas ha adquirido una variedad y complejidad considerables en todos los ámbitos de la vida. El término de equipo o máquina puede hacerse extensivo a todos los instrumentos utilizados por las personas para realizar cualquier tarea. Desde un avión hasta un automóvil, desde el torno mecánico hasta el cuchillo, desde el asiento hasta la cama, todo lo que puede entrar en el concepto de objeto - herramienta debe ser diseñado en función de los factores ergonómicos que establecen sus relaciones con el hombre.

El espacio funcional que ha de ocupar el ser humano como operador en cualquier actividad, debe ser descrito en función de su anatomía, forma y dimensiones, así como en relación con las sensaciones físico-psíquicas de bienestar, fatiga o enfermedad. Por ello el diseñador, al enfrentarse a determinados problemas de diseño que se ven afectados por tales conceptos, tendrá que tener a su disposición las bases, no solamente antropométricas, sino también ergonómicas, para llegar a comprender los esfuerzos de los tejidos y los músculos, el calor y la circulación sanguínea, así como los detalles psicológicos derivados de aquella situación posicional determinada, provocadora de inseguridad, rechazo o fatiga psíquica.

Gran parte de la seguridad que ofrecen los medios mecánicos de que nos valemos, dependen del conjunto diseñado y de su capacidad para determinar la posición del operador, fijar el emplazamiento de la información gracias a la cual sabremos cómo operar, y por último, del rápido alcance y "lectura intuitiva" de la acción que se ha de realizar con los pulsadores, pedales o palancas que controlan los mecanismos. Las investigaciones ergonómicas han permitido también el estudio riguroso de tales relaciones y gracias a ello el diseño de las máquinas más complejas y peligrosas -grúas, prensas, cizallas- o de las más accesibles - automóviles y máquinas domésticas- puede darles actualmente una tangible seguridad.

Por su carácter específico, quizás sea en el estudio de datos aplicados a las posiciones sentadas, de trabajo y reposo donde la ergonomía se ha desarrollado de manera extensiva. Se ha de considerar que el proceso de transformación del homo erectus en homo sedens no está concluido del todo, en particular si se toma en cuenta que la sociedad tiende a realizar cada vez más en posición sentada, tanto su jornada laboral como sus actividades de distracción, vida social, o transporte. Las consecuencias anatómico-fisiológicas y fisio-patológicas de este proceso, son particularmente sensibles en la columna vertebral, en la circulación sanguínea de las extremidades inferiores, en los procesos digestivos y en el desarrollo de la adiposidad. No es de extrañar, pues, que sea en este campo específico donde las experiencias conseguidas por las investigaciones antropométricas y ergonómicas hayan tenido un eco y una aplicación extensiva en el campo del diseño.

Destacan, entre otros, los trabajos de Akerblom (1948), de Lundervold (1951), de Floyd y Roberts (1959), de Keagan (1962), de Wisner y Rebiffé (1963), de Barkla (1964), de Grandjean y Burandt (1965), y los más recientes del japonés Yamaguchi (1970) o del yugoslavo Susnick. Sus métodos se han basado en accesorios de medición inventados por ellos mismos, con los cuales han profundizado en la estimación de las posiciones óptimas, han estudiado los valores de las presiones ejercidas sobre los tejidos y músculos, y sobre todo han investigado en los conceptos de comodidad. Actualmente, todos sus estudios ofrecen a los diseñadores una gran base de trabajo sobre cualquier proyecto de asientos que se hayan de realizar.

Al margen de esta especial y ejemplar aplicación de la antropometría y la ergonomía, es indudable que las investigaciones que ambas ciencias realizan tienen ante sí un campo infinito, dada la progresiva mecanización de las actividades humanas y la necesidad de que las múltiples y simultáneas operaciones que ello implica, nunca superen -por seguridad e higiene-, los límites físico-anatómicos o psico-motrices consustanciales con la propia naturaleza del hombre.

El ámbito de sus estudios debe suministrar también datos sobre la métrica, los gestos y el comportamiento de otros niveles de población, como los que comprenden la infancia y sus distintas fases de desarrollo, los ancianos, los limitados físicos y mentales, para quienes los diseñadores, así como la sociedad en general, tienen la obligación de desarrollar un equipamiento adecuado, que les permita superar su marginación e integrarse positivamente en el mundo social.

Evolución de los sistemas de medida.

Las primeras herramientas inventadas fueron pesas y medidas. Los primeros pesos fueron semillas y piedras. El término kilate se derivó de la semilla de algarrobo (carob). Un grano era el peso de una semilla de trigo. Las primeras medidas se basaron en partes del cuerpo; una conveniencia común a todos.

Cuando los Romanos dividieron el pie entre doce anchos de pulgada, se inició un sistema duodecimal que tenía la ventaja de ser divisible igualmente por 2, 3, 4, 6, que comparado con el sistema decimal, que sólo es igualmente divisible por 2 y por 5. El sistema binario de la actual era de la computadora es divisible sólo por 2, estando basado en las operaciones de un conmutador (interruptor) (encendido apagado).

Los antiguos Caldeos también hicieron uso del convenio duodecimal. El círculo fue dividido en 360 grados, el año en 360 días y el día en 24 horas, la hora en 60 minutos y el minuto en 60 segundos. Todos son igualmente divisibles por 2, 3, 4, 6, 12. Cuando la pulgada fue dividida en 16 partes, sin embargo, se dieron las semillas de destrucción para el sistema de pie - pulgada. Ahora sólo los Norteamericanos, dentro de los anglo parlantes, están confrontados con instrumentos de ingeniería y componentes basados en el sistema fraccional $1/32$, $1/16$, $1/8$, $1/4$, etc. En un esfuerzo por obtener más precisión que $1/64$ de pulgada, los ingenieros introdujeron la pulgada decimal, pero las fracciones no se decimalizan fácilmente $1/64$ de pulgada = 0.015625).

Ahora se está en la mitad del proceso de conversión al sistema métrico. Este proceso puede ser difícil, pero vale la pena intentar utilizar un sistema universal. Los datos de factores humanos a menudo son tomados en centímetros. El milímetro se convertirá en la unidad estándar de dimensión lineal. Sin embargo, los centímetros no serán utilizados en la industria de la construcción. Al utilizar milímetros como estándar, se evita el punto decimal.

Síntesis de las principales investigaciones antropométricas realizadas en Guatemala.

En la bibliografía consultada a la fecha no se ha encontrado información acerca de investigaciones antropométricas realizadas en Latinoamérica. Es significativo, sin embargo, que en Guatemala se hayan realizado ya algunas investigaciones, cada una con objetivos propios, sin estar necesariamente relacionados con la arquitectura o el diseño industrial.

INCAP

Uno de los trabajos sobre investigaciones antropométricas desarrollado en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), presentado al XIII Congreso Nacional de Pediatría, celebrado en la ciudad de Guatemala del 9 al 16 de Febrero de 1974 y publicado en el Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana en Diciembre de 1975, plantea el tema "Normas Antropométricas de Crecimiento Físico para Países en Desarrollo: ¿Nacionales o Internacionales?". El trabajo fue desarrollado con el propósito de establecer cuáles son las normas antropométricas de comparación apropiadas para países en desarrollo, planteando la alternativa del uso de normas de crecimiento normales de niños bien nutridos, o normas de países desarrollados, para ello se determina cuáles son los factores que explican las diferencias en crecimiento físico observadas entre los niños de países en desarrollo y los de países desarrollados, enfocando tres aspectos:

- a) Los cambios ocurridos en países desarrollados durante los últimos cien años;
- b) La comparación entre los niveles socioeconómicos alto y bajo de países en vías de desarrollo, y
- c) Los efectos ambientales estudiados específicamente.

Citando a diversos autores destacan que ha habido un aumento en el tamaño físico de los habitantes de los países industrializados, en los cuales los adultos

no sólo son más altos, sino que alcanzan su talla adulta más temprano. La hipótesis que explica estos cambios es que el aumento en el crecimiento se debe a que los pobladores de países desarrollados han alcanzado en este siglo una mejoría en el nivel de vida. Agregan que el medio ambiente de muchos países en proceso de industrialización tienen características similares a las que prevalecían en los países desarrollados hace un siglo. En consecuencia, no debe sorprender que los niños centro americanos tengan hoy, una talla similar a la que tenían los niños europeos hace cien años.

En relación con las características étnicas y el nivel socioeconómico, destacan que existe evidencia de que en los países en vías de desarrollo, los niños del nivel socioeconómico más alto tienen un mayor crecimiento físico que los del nivel socioeconómico bajo. La investigación señala que el grupo de nivel socioeconómico alto, crece a un ritmo similar al de países desarrollados. En otras palabras, en muchas ocasiones las normas nacionales de niños bien nutridos, serían muy semejantes a las normas internacionales de países desarrollados.

En los estudios del efecto que los factores ambientales causan sobre el crecimiento, anotan que existe evidencia en el sentido de que factores del medio, como la nutrición y la morbilidad influyen sobre el crecimiento físico intrauterino y post-natal. Un ejemplo que llama mucho la atención es que a los siete años, los niños del área de El Progreso, Guatemala, son doce centímetros más bajos que los de Denver, Colorado, E. U. A. Los estudios realizados por los autores a éste respecto, sugieren que esa diferencia se reduciría notablemente después de suplementar la dieta habitual de los niños guatemaltecos con proteínas y calorías, y luego de reducir su morbilidad, en especial la provocada por la gastroenteritis. Agregan que las marcadas diferencias que existen en el crecimiento entre las poblaciones del "tercer mundo" y las de los países desarrollados se deben a factores ambientales, que incluyen la mala alimentación y las enfermedades, y no a factores genéticos.

UNIVERSIDAD DEL VALLE.

El Centro de Investigación Educativa de la Universidad del Valle de Guatemala ha llevado a cabo un "estudio longitudinal del desarrollo del niño y del adolescente.

El estudio se inició en el Colegio Americano de Guatemala en 1954, para recopilar información sobre el crecimiento y desarrollo del niño y del adolescente. Posteriormente, en 1963, el estudio fue ampliado a escuelas nacionales y particulares de la ciudad de Guatemala, con el propósito de elaborar normas de crecimiento de niños guatemaltecos. En 1979 se amplió la cobertura, incluyendo una muestra de la población indígena urbana.

El estudio según el informe presentado a la reunión de Investigadores Educativos, realizado en Noviembre de 1985, cuenta con alrededor de 27,000 expedientes abiertos, algunos de ellos sólo con registros transversales debido a que únicamente se pudo medir a los niños una vez, pero en su mayoría los registros son longitudinales.

El estudio fue planteado con diversos objetivos, entre los cuales cabe destacar:

-Obtener datos confiables y objetivos de los cambios estructurales y funcionales de niños y adolescentes guatemaltecos, en función de su edad cronológica.

-Calcular normas de crecimiento y desarrollo de niños guatemaltecos en las diversas características estudiadas.

La muestra fue tomada en los alumnos de seis centros educativos de la capital y uno de San Pedro Sacatepéquez, departamento de Guatemala.

Los establecimientos educativos en los que se tomó la muestra presentan las siguientes características: cinco son establecimientos privados, tres de ellos mix-

tos, uno de varones y uno de niñas. Los establecimientos atienden niveles de escolaridad que van desde la escuela pre-primaria hasta la secundaria.

La población estudiantil de estos cinco establecimientos pertenece a distintos estratos socio-económicos, así, un establecimiento pertenece al nivel socio-económico alto, dos al nivel socio-económico medio y los tres restantes al nivel bajo.

También se han incluido en el estudio dos escuelas públicas, mixtas, con población en su mayoría preteniente al nivel socio-económico bajo, una de ellas de nivel primario y la otra de niveles pre-primario y primario, esta última con una población indígena de un 98%.

Los siete establecimientos que participaron en el estudio, fueron seleccionados de manera tal, que permitieran una muestra de niños de diferentes estratos socio-económicos, a fin de constituir una escala que abarcara todos los niveles socio-económicos del país.

Para que pudieran recopilarse datos del mismo sujeto durante varios años consecutivos (muestra longitudinal), se eligieron centros educativos en donde existían mayores posibilidades de permanencia de la generalidad de los educandos.

El método longitudinal plantea como requerimiento la medición de los sujetos a través de años en las mismas condiciones.

La medición física se realiza anualmente, y en forma periódica se establecen, tanto la confiabilidad del personal encargado de la recopilación de datos, como la precisión de los instrumentos de medición.

Para observar diversos aspectos del desarrollo total, se eligieron como variables algunas que revelan el crecimiento en estructuras como: estatura, peso, desarrollo óseo y desarrollo dental; y algunas que son indicadores y revelan el desarrollo en funciones que

son: fuerza muscular y desarrollo mental y en lectura.

A partir de 1972 se introdujo con criterio experimental la medición del pliegue cutáneo y la circunferencia del brazo, para obtener un indicador del estado nutricional del niño.

Según el informe presentado por la Señora Blanca Solé de Mendizábal, Coordinadora de la Investigación, los resultados a la fecha han sido modestos. Se cuenta con estadísticas descriptivas de las mediciones de habilidad general y lectura desde 1976 a la fecha. También se cuenta con algunos estudios parciales efectuados por profesionales y estudiantes avanzados de las carreras de Odontología, Educación y Psicología de algunas universidades de Guatemala. Los datos obtenidos han sido consultados y utilizados por profesionales extranjeros de las carreras de Antropología Humana y Educación.

Los análisis que se han efectuado son treinta y cuatro en total, de los cuales veinte corresponden al campo de la antropología física, ocho al campo Psicoeducativo y los restantes seis a estudios que relacionan los dos aspectos. De los análisis que se han llevado a cabo, catorce son de carácter longitudinal y los demás estudios transversales. Todos los estudios se realizaron entre 1960 y 1985.



USIPE

En la Unidad Sectorial de Investigación y Planificación Educativa (USIPE) del Ministerio de Educación de Guatemala, se preparó el documento denominado Antropometría, Diseño de Mobiliario Escolar.

El documento no ha sido editado y de los originales únicamente se ha hecho un reducido número de fotocopias.

La investigación llevada a cabo por USIPE proporciona información local y confiable, para la evaluación y el diseño de mobiliario para escuelas de nivel primario de la República de Guatemala.

Dentro del marco metodológico del estudio se plantearon como objetivos:

- establecer diseños del mobiliario escolar basados en los requerimientos pedagógicos y características antropométricas del usuario y

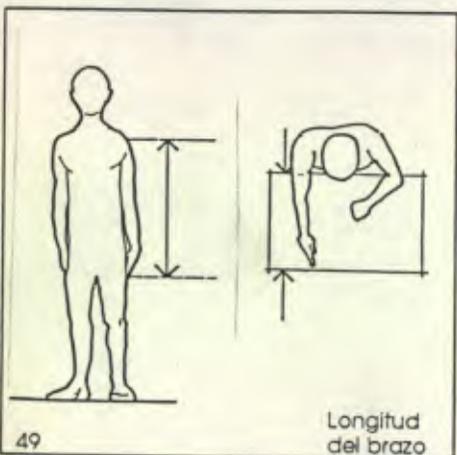
- desarrollar modelos prototipo de diseño, tendientes a la uniformización del mobiliario escolar en el nivel primario.

Se establecieron dos tipos de variables en función del sujeto: las endógenas y las exógenas.

Las variables endógenas que se investigaron, fueron veinte medidas que tienen aplicación directa en el diseño del mobiliario escolar.

Entre las variables exógenas investigadas se incluyeron siete: Región geográfica, área, actividad económica, tipo de producción, grado de escolaridad, edad y sexo.

En cada variable estudiada se consideró distinto número de subvariables y su respectiva aplicación; así la variable región se considera en función de la zonificación del país basada en hipsometría, climatología, orografía, zonas de vida vegetal, etc. del "Atlas Geográfico Nacional" del "Instituto Geográfico Nacional" actualmente "Instituto Geográfico militar".



La variable de área contempló lo urbano y lo rural en función de la concentración o distribución poblacional.

La actividad económica incluyó las subvariables de agricultura, artesanía, industria y comercio, bajo el supuesto que la actividad económica condiciona la talla de los sujetos.

En el tipo de producción se estudiaron las subvariables de subsistencia e intercambio bajo el supuesto de que el tipo de producción condiciona la talla de los sujetos.

Al estudiar la variable denominada Grado (Nivel de Escolaridad) se tomaron los seis años de la escuela primaria para clasificar a los sujetos y sus dimensiones para determinar rangos y modelos prototipo del mobiliario a diseñarse.

Para la variable Edad se estudiaron los niños comprendidos entre los siete y los catorce años, clasificando los sujetos y sus dimensiones para determinar rangos y modelos prototipo.

Se tomaron en consideración las dos subvariables de sexo, para determinar las diferencias antropométricas de los mismos.

Para el muestreo fueron seleccionadas las escuelas donde se midieron uno o varios sujetos teniendo por variables controladas la estratificación, la región y el grado.

Se tomó muestra por conglomerados para definir el número de alumnos a medir en cada escuela y se determinó el número mínimo de doce (12) sujetos por escuela, a razón de dos niños por grado, uno masculino y otro femenino, y fue una muestra aleatoria simple.

Se requería que la muestra fuera lo más grande posible, por lo que se determinó que para el grupo principal (Región) fuera de ciento ochenta niños, y

para el grupo secundario (Grado) de treinta niños, por lo que el tamaño total de la muestra fue de mil doscientos sesenta.

Se diseñó una boleta en función de las variables tanto endógenas como exógenas.

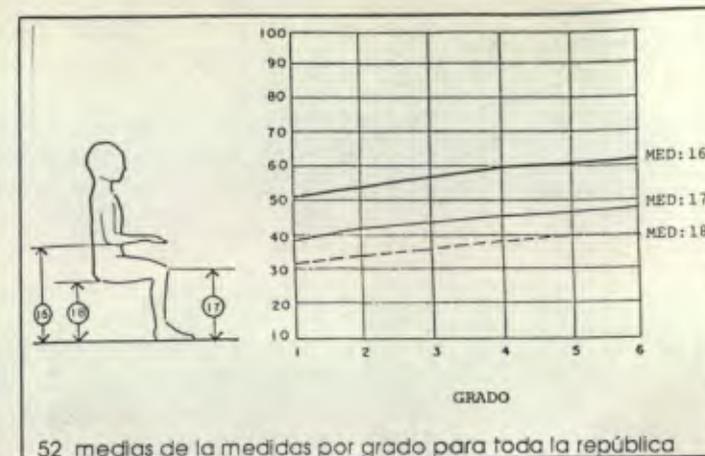
La recopilación de datos fue realizada en equipos de dos personas cada uno y las medidas fueron tomadas en sistema métrico con cinta métrica metálica y el peso se registró con balanza de tipo portátil y se pesó en libras.

El procesamiento de los datos obtenidos se realizó electrónicamente.

Se obtuvo la media de las veinte medidas útiles según edad y grado, para que con dichos promedios se pudieran establecer las diferencias antropométricas clasificadas por región. El número de alumnos de cada edad en cada grado, para establecer la frecuencia en porcentajes de cada uno de ellos; la medida promedio de todos los registros (según edad y según grado), y el número de alumnos de tres rangos definidos.

Se obtuvieron las siguientes medidas útiles para el dimensionamiento de mobiliario: medidas para silla por edad y por grado, medidas de mesa por edad y por grado, medidas para mesa de trabajo (aula taller) por edad y por grado, medidas de anaqueles por edad y por grado, medidas para pizarrón por grado/edad, medidas para silla por grado/edad, medidas para mesa de trabajo aula-taller.

Una vez establecidos los diseños, se deben distribuir de acuerdo a los tres modelos prototipo, y en base a las diferencias antropométricas detectadas. De los porcentajes de alumnos de cada edad según grados se obtiene la distribución de los modelos prototipo.



MEDIDA	PLANTA		ELEVACION FRONTAL		ELEVACION LATERAL	
	15	16	15	16	18	19
	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR
MEDIDA 8						
A	0.29	0.32	0.22	0.24	0.22	0.23
B	0.32	0.36	0.24	0.26	0.26	0.25
C	0.36	0.39	0.26	0.29	0.29	0.275
PROMEDIO						
MEDIDA 9						
A	0.56	0.66	0.56	0.66	0.61	0.61
B	0.64	0.75	0.64	0.75	0.70	0.70
C	0.72	0.80	0.72	0.80	0.76	0.76
MEDIDA 15						
A	0.47	0.55	0.47	0.55	0.51	0.51
B	0.55	0.59	0.55	0.59	0.57	0.57
C	0.59	0.67	0.59	0.67	0.63	0.63
MEDIDA 16						
A	0.30	0.34	0.30	0.34	0.32	0.32
B	0.34	0.39	0.34	0.39	0.365	0.365
C	0.39	0.42	0.39	0.42	0.405	0.405
MEDIDA 20						
A	0.31	0.33	0.31	0.33	0.32	0.32
B	0.33	0.39	0.33	0.39	0.36	0.36
C	0.39	0.42	0.39	0.42	0.405	0.405

Medidas en metros

53 Obtención de medidas útiles para el dimensionamiento del mobiliario medidas para silla por edad.

Bibliografía consultada

- Ashley Montagú, M. F. **A Handbook of Anthropometry**, United States of America: Charles C. Thomas Publisher, 1960; First edition.
- Beals, Ralph y Harry Hoijer. **Introducción a la Antropología**, Aguilar S. A. España, 1971, Segunda edición.
- Broadbent, Geoffrey, **Design in Architecture**, Architecture and the human sciences, John Willey & Sons Ltd, Great Britain, 1980, Fifth edition.
- Croney, John, **Antropometría para Diseñadores**, Gustavo Gili, S. A., España, 1978, Primera edición.
- Diffrient, Niels; Alvin R. Tiley, & Joan Bardagjy **Humanscale™ 1/2/3**, The MIT Press, United States of America, 1979, Third printing.
- Diffrient, Niels, Alvin R. Tiley & David Harman, **Humanscale™ 4/5/6**, The MIT Press, United States of America, 1981, First edition.
- Diffrient, Niels, Alvin R. Tiley & David Harman, **Humanscale™ 7/8/9**, The MIT Press, United States of America, 1981, First edition.
- Dreyfuss, Henry, **The Measure of Man**, Whitney Library of Design, United States of America, 1960, First edition.
- Embajada de Italia en Guatemala, **Diseño Industrial Italiano**, entre cultura técnica y arte, Editorial tecnológica de Costa Rica, Costa Rica, 1980, Primera impresión.
- Facultad de Arquitectura de la Universidad de San Carlos de Guatemala, **Guía de Mediciones Antropométricas**, copia mimeografiada, Guatemala, 1980.
- Kenneth Starr, Martin, **Dirección de Producción, Sistemas y Síntesis**, Herrero Hermanos Sucesores, S. A. México, 1968, Primera edición.
- Le Corbusier, **El Modulor**, Editorial Poseidón, S.L., España, 1976, Primera edición española.
- Le Corbusier, **El Modulor 2**, Editorial Poseidón, S. L., España, 1976, Primera edición española.
- Martorel, Reynaldo et al., **Normas Antropométricas de Crecimiento Físico**, Fotocopia de documento en biblioteca del INCAP, no indica país, año, ni edición.
- Mebel, Benjamin, Ingeniería Industrial. **Estudio de Tiempos y Movimientos**, Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México, 1976, Segunda edición.
- Pérez Gómez, Alberto **La Génesis y Superación del Funcionalismo en Arquitectura**, Limusa, S. A., México, 1980, Primera edición.
- Scholfield, P. H. **Teoría de la Proporción en Arquitectura**, Editorial Labor, S. A., España, 1971, Primera edición.
- Solé de Mendizábal, Blanca, **Estudio longitudinal del Desarrollo del Niño y del Adolescente**, CIE Universidad del Valle, Guatemala, 1985, no indica edición.
- Stone, M. B. **The Measure of Man**, Fotocopia de documento en biblioteca del INCAP, no indica país, año, ni edición.
- Tosto, Pablo, **La Composición Aurea en las artes Plásticas**, Librería Hachette S. A., Buenos Aires, Argentina, 1969, Segunda edición.

Utthea, **Diccionario Enciclopédico**, Tomo 1 Unión Tipográfica Editorial Hispanop-Americacana, México, re impresión de 1964.

UNESCO, **School Furniture Handbook Volume One**, Imprimerie de la Manutention, Mayenne, France, 1979, 'First Edition.

Unidad Sectorial de Investigación y planificación Educativa, (USIPE) **Antropometría, Diseño de Mobiliario Escolar**, Fotocopia de documento original, Guatemala, no indica año.

Weiner, J. S. **Physical Anthropology - Appraisal**, United States of America: American Scientist 45, 1957.

Fuente de figuras

La figura 8 fue tomada del libro *Design in Architecture, and the Human Sciences*, de Broadbent, Geoffrey.

Las figuras 2, 3 fueron tomadas del libro *Antropometría para diseñadores*, de Croney, John.

Las figuras 4, 5, 40, 41, 42 fueron tomadas del libro *Humanscale™ 1/2/3*, de Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R. & Bardagjy, Joan C.

Las figuras 43, 44, 45, fueron tomada del libro *Humanscale™ 7/8/9*, de Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R. & Harman, David.

La figura 26 fue tomada del libro *Diseño Industrial Italiano, entre cultura, técnica y arte*, de la Embajada de Italia en Guatemala.

Las figuras 6, 7 fueron tomadas del libro *Dirección de producción. Sistemas y síntesis*, Kenneth Starr, Martin.

Las figuras 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, fueron tomadas del libro *Engineering Anthropometry Methods*, de Roebuck Thomson, John; A, Kroemer, K.H.E & Thomson, W. Gary.

Las figuras 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, fueron tomadas del libro *El Modulor*, de Le Corbusier.

Las figuras 19, 21 fueron tomadas del libro *La Génesis y Superación del Funcionalismo en Arquitectura*, de Pérez Gómez, Alberto.

La figura 20 fué tomada del libro *Teoría de la Proporción en Arquitectura*, de Scholfield, P. H.

Las figuras 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 22, 23, 24, 25, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32 fueron tomadas del libro *La Composición Aurea en las Artes Plásticas*, de Tosto, Pablo.

Las figuras 46, 47, 48, 49, 50, 51, fueron tomadas del libro *Antropometría, Diseño de Mobiliario Escolar*, Unidad Sectorial de Investigación, y Planificación Educativa.

La figura 1 fue tomada del *Diccionario Enciclopédico Utthea*.

Las figuras 52, 53 fueron Elaboración Propia.

CAPÍTULO 2

Capítulo 2	
Métodos de medición para antropometría estática	59
Investigaciones antropométricas	59
Estandarización de terminología y técnicas de medición	59
Estandarización de técnicas de medición	59
Definición de mediciones	60
Criterios para la selección de terminología	60
Selección de mediciones	61
Organización de mediciones	62
Exactitud y precisión	63
Formatos para reportar los datos de la investigación	64
Mediciones de la forma corporal	64
Métodos directos	64
Dimensiones lineales	65
Dimensiones de circunferencias	67
Posición en el espacio y contorno corporal	67
Antropometría Dinámica	68
Métodos de medición directa, trazo y sombra	72
Método de plantillas	72
Método de registro múltiple	72
Métodos de modelado	72
Métodos ópticos	74
Métodos fotográficos	74
Técnica de grilla superpuesta o de fondo	74
Sistema de cámara "fotométrica"	75
Sistema de cámara andrométrica	76
Métodos estereofotogramétricos	76
Técnica de Hertzberg, Dupertuis y Emanuel	77
Técnicas de Burke y Beard	78
Bibliografía Capítulo 2	79
Fuente de figuras	80

Métodos de medición para antropometría estática.

Las formas de medición corporal reflejan los diversos intereses de los investigadores, por ejemplo: el Antropólogo desea describir la estructura del cuerpo como un medio para estudiar diferencias de desarrollo. Para efectos de diseño, sin embargo, se enfatiza en la descripción del cuerpo humano como un componente funcional.

Así el Antropólogo busca posiciones estándar que eliminen las variables de postura como: tono muscular, motivación, nivel de confort y vestimenta. Para efectos de diseño se reconoce el valor de esos estándares, y se trata de medir y aplicar los efectos de esas variables para optimizar el diseño de un objeto. En el diseño de mobiliario para una mejor adecuación al usuario y en el diseño arquitectónico para determinar dimensiones de componentes que coadyuven a la realización de propuestas que satisfagan las necesidades espaciales del usuario.

Las técnicas de medición y los instrumentos se clasifican de acuerdo a la clase de medición corporal básica para la que son específicamente adecuados. Sin embargo muchos instrumentos tienen múltiples usos.

Investigaciones antropométricas

El planteamiento general de una investigación antropométrica incluye la terminología estándar y las técnicas que pueden emplearse, la organización y el entrenamiento del equipo de investigación, las precauciones necesarias para asegurar la exactitud de los resultados y la presentación de los resultados de la investigación.

Estandarización de terminología y técnicas de medición

Antes de iniciar el entrenamiento de personal para realizar una investigación, deben estar definidos con claridad los métodos para realizar las mediciones. Pueden requerirse términos anatómicos especiales que especifiquen las mediciones a tomar en una forma breve y sin ambigüedades. Además de una estandarización de terminología, se requerirá una descripción de la técnica específica para cada tipo de medición.

El descubrimiento de las tendencias históricas de crecimiento y la cuidadosa extrapolación de dimensiones para poblaciones similares, son dos ejemplos en donde los estudios antropométricos académicos se han destacado por su consistencia en el método.

A principios del siglo veinte, los etnógrafos (antropólogos) académicos reconocieron la necesidad de estandarización y realizaron conferencias internacionales en 1906 y 1912 para resolver esas cuestiones. Otra conferencia importante de antropólogos primordialmente relacionada con Salud y Aplicaciones en Ergonomía, fue realizada en 1967 debido a las considerables diferencias en las propuestas, técnicas y terminología que estaban siendo desarrolladas. (Hertzberg, 1968).

Estandarización de técnicas de medición.

Un ejemplo de cómo una simple dimensión corporal puede ser medida en diferentes formas con los correspondientes resultados, se encuentra en la medición de la estatura. Según Hertzberg en 1968, la conferencia realizada en 1967 consideró la estatura en términos de sus técnicas apropiadas de medición, términos descriptivos y el contenido de información de su definición.

Debido a que las consideraciones para la medición de la estatura también se aplican en algún grado a otras mediciones, esta primera dimensión importante

fue usada como modelo para discusión. El reporte de la conferencia de Hertzberg incluyó los siguientes puntos claves y recomendaciones:

Se nombraron y describieron cuatro formas frecuentemente empleadas para medir la estatura:

Técnica 1 "Estatura". De pie, erguido naturalmente, no estirado.

Técnica 2 "Estatura contra una pared". La espalda aplanada y estirado para alcanzar una altura máxima.

Técnica 3 "Estatura máxima estirado". Independiente de la pared con la espalda estirada para alcanzar la máxima altura.

Técnica 4 "Longitud recostado". Acostado en posición supina.

Los exámenes han mostrado diferencias dimensionales promediando un centímetro entre las técnicas 1 y 2. Las técnicas que implican estiramiento por ejemplo 2 y 3 dependen de la motivación. El método 1 es el más recomendable, ya que requiere menos motivación, tienen menor dificultad de lenguaje y provee el máximo acceso alrededor del sujeto. Un estudio reciente, reportado por Garret y Kennedy (1971) provee de una excelente fuente para comparar las técnicas usadas previamente por investigadores, para un gran número de dimensiones comunes.

El antropometrista está interesado en los estándares para poder comparar los datos obtenidos con datos de otros estudios y porque a menudo representan una posible, aunque temporal postura de trabajo, por ejemplo: la rígida postura recta para la dimensión altura sentado (distancia del plano que sirve de asiento hasta el extremo de la cabeza) puede ser representativa de una "postura estirada" para un operador que trabaja sentado, no obstante el operador asumirá una postura más relajada, inclinándose hacia adelante o hacia atrás en su silla. La postura de la persona recostada en la silla, requiere un tipo estándar para comparar las dimensiones de diseño del espacio de trabajo, tales como la altura de los ojos y el alcance en las extremidades superiores.

Definición de mediciones

La práctica actual para seleccionar nomenclatura tiende a polarizar entre dos tipos. Puede ser una descripción de los dos puntos entre los cuales será tomada una distancia "Tipo Descriptivo", por ejemplo codo a codo, nalga a rodilla. El mérito de este tipo de enunciado es ser más simple de preparar, e informar resultados en un reporte más corto. El otro, denominado el "Tipo Instructivo", involucra un enunciado más extenso que indica las postura corporal del sujeto, nombra el instrumento antropométrico y describe la técnica a ser empleada por quien realiza la medición, y presenta más información relevante tanto para principiantes como para experimentados antropometristas. La descripción de este método ayuda a las necesidades de estandarización y a las de instrucción. La conferencia de 1967 adoptó el tipo instructivo como preferible para la práctica estándar.

Criterios para la selección de terminología.

Los títulos de las dimensiones y las descripciones deben buscar aclarar, precisar, y completar especificaciones de la postura corporal que asumirá el sujeto al momento de ser medido, el nombre del instrumento a ser empleado, la técnica a emplear y la zona a ser medida, enunciando de una manera breve, simple y clara, dentro de los límites de la corrección gramatical y la compatibilidad con tantos idiomas como sea práctico. Un grupo de palabras clave, ordenadas en una estructura lógica, ayuda tanto al escritor como al lector.

Cuatro palabras encontradas en referencias previamente usadas en forma amplia, "diámetro", "distancia", "arco" y "protuberancia" fueron reemplazadas por otros términos como descriptores activos. El término diámetro fue desechado porque no connota dirección, y distancia porque es un genérico, pues todas las dimensiones son distancias.

La estructura verbal recomendada se presenta a continuación:

Alturas: Son las distancias verticales, usualmente medidas con un antropómetro, tomadas desde el piso cuando el sujeto está de pie (o sentado), o desde una superficie horizontal en la que se sienta; por ejemplo: altura a la rodilla sentado o Altura sentado. (Los términos "piso" y "superficie donde se para" son sinónimos, el último incluye una caja sólida o mesa sobre la que el sujeto se para por conveniencia de quien mide).

Anchos: Son los diámetros horizontales laterales, medidos con el segmento de la punta del antropómetro o el calibrador; por ejemplo ancho de caderas.

Profundidades: Son los diámetros horizontales anteriores o posteriores, medidos con los mismos instrumentos, por ejemplo: profundidad del pecho.

Longitudes: Son dimensiones usualmente medidas con el antropómetro o el calibrador deslizante a lo largo del eje de un segmento corporal, sin implicar dirección; por ejemplo: longitud de mano. Son dimensiones "flotantes", que a menudo son partes de una distancia mayor.

Alcances: Son distancias a lo largo del eje del brazo, a menudo medidas con un segmento del antropómetro; no obstante también son permisibles las técnicas de pared o bloque de medición; por ejemplo: alcance a la punta del dedo pulgar. Los alcances pueden ser considerados como una variedad especial de longitud.

Circunferencias: Son distancias en un solo plano alrededor de un segmento corporal o área, medidos con una cinta métrica metálica flexible. El plano de la cinta debe ser horizontal (circunferencia de la cintura) o vertical (circunferencia vertical del tronco) o en algún ángulo conveniente intermedio (circunferencia del antebrazo extendido).

Curvaturas: Son las distancias superficiales entre dos puntos en la superficie del cuerpo, medidas con una cinta métrica flexible. Este término reemplaza al anterior: "arco", que conlleva implicaciones geométricas

no necesariamente presentes en antropometría.

Protuberancias: Son distancias por las cuales un punto del cuerpo sobresale de otro, como "protuberancia del oído" o "protuberancia de la nariz". Este término reemplaza el anterior término "protrusión" que no puede ser fácilmente traducido en algunos idiomas.

En general, son necesarios tres tipos de términos descriptivos, que pueden ser denominados el "orientador", el "localizador" y el "posicionador"; por ejemplo: Ojo, Altura, Sentado; el orientador: Altura, Profundidad, etc., identifica la dirección de la dimensión; y el localizador identifica el punto o puntos de referencia en el cuerpo (como ojo, cervical, trocánter, etc.) cuya distancia está siendo medida desde otro plano o punto; y el posicionador que designa la postura corporal requerida sentado, flexionado. Cuando se está tratando con Alturas, por ejemplo: se asume que el sujeto está de pie a menos que se agregue el término posicionador "sentado".

Muchas dimensiones son medidas de una superficie de la piel a otra, ejerciendo sólo ligera presión sobre ella. Otros son medidos aplicando presión para comprimir el tejido que cubre los huesos. Cuando se necesita que dicha presión quede enunciada en la descripción de la medición, la palabra "hueso" (como en codo ancho-hueso), puede agregarse; sin embargo una terminología más precisa para asegurar mejor repetibilidad incluiría una especificación de la fuerza a ser aplicada por ejemplo: "fuerza de compresión de 4.0 N", debido a las superficies meramente óseas no normalmente accesibles en el sujeto viviente. La adición de una palabra puede servir para distinguir entre ligeras variaciones de localización como en altura, cintura omphalion contra altura cintura iliocristal.

Selección de mediciones:

El antropometrista a menudo desea y trata de medir un número mucho mayor de dimensiones que podríasatisfacer a los antropólogos como un mínimo razonable. Para describir adecuadamente puntos

claves de referencia del cuerpo en el espacio tridimensional fácilmente se requerirían 300 dimensiones o más. Ese número tan grande no es práctico para mediciones manuales. Los investigadores al planificar investigaciones en gran escala fijan aproximadamente la mitad de ese número o menos. Por ello, las mediciones listadas deben ser cuidadosamente seleccionadas.

Organización de investigaciones:

Para cualquier investigación grande, se debe cuidar la organización del trabajo y el entrenamiento del personal. Los datos requeridos deben ser cuidadosamente definidos y explicados a los investigadores participantes. Las mediciones seleccionadas deben ser experimentadas en un grupo piloto pequeño, con personas de un amplio rango de tipos corporales representativo del grupo a ser medido.

Realizar mediciones confiables del ancho de la cintura, por ejemplo, puede ser más difícil en personas con acumulación de grasa en la cintura que con los tipos delgados o muy musculares. La determinación de puntos de referencia en los hombros puede confundir por depósitos de grasa. La medición de la profundidad del pecho en mujeres adultas plantea diferentes problemas que para los hombres; para los propósitos del estudio se desea conocer la profundidad de la caja torácica o la profundidad medida en la piel a la altura de los pezones. Los rasgos faciales plantean una variedad de diferencias que pueden hacer difíciles algunas mediciones de la nariz o la quijada.

Esas mediciones piloto deberían estar diseñadas para chequear la consistencia entre ensayos para un medidor, entre diferentes medidores y entre las diferentes técnicas que pueden ser empleadas. Para ejemplificar esto último Kemsley (1957) encontró que no había diferencia práctica en las mediciones corporales hechas cuando el sujeto femenino usaba

una "combinación" o estaba desnuda.

El plano de la habitación de medición y la preparación de sujetos son otras cosas que pueden ser investigadas en el período experimental. Una habitación separada para desvestirse es un punto importante en el acondicionamiento del espacio físico, son necesarias las facilidades de almacenamiento adecuadas para la vestimenta del sujeto para obtener mayor cooperación. Si el muestreo a realizar es lo suficientemente grande o debe ser medido en tiempo muy limitado se pueden justificar los diagramas de flujo y estudios de movimiento.

Para que los medidores realicen su tarea especializada, una recepcionista que obtenga los datos personales preliminares economizará tiempo. Un equipo de trabajo mínimo debería consistir de una persona que realice las mediciones y otra que registre los datos. Cuando deban ser aplicados un considerable número de puntos de referencia, puede ser más económico tener a un experto medidor (preferiblemente un anatomista o a un antropólogo físico) para realizar marcas de puntos de referencia de medición en cada sujeto. Para investigaciones grandes, es ventajoso dividir las tareas de medición en segmentos o estaciones, de manera que todas las mediciones del sujeto de pie sean tomadas por una persona y las mediciones del sujeto sentado sean tomadas por otro, o que todas las mediciones a ser tomadas por un instrumento sean realizadas por una persona. Cuando todos los miembros del equipo están entrenados para intercambiar trabajo se reducen la fatiga y la monotonía.

El entrenamiento de personas que desconocen la materia, para que sirvan como miembros del equipo de medición puede tomar considerable tiempo. Esto puede preverse al desarrollar los planes de la investigación. El entrenamiento debe incluir al menos una breve introducción al conocimiento de las estructuras óseas involucradas en las áreas a ser medidas, una descripción anticipada del uso de los datos y la importancia que tiene la precisión de la

medición. Si se van a emplear guías (por ejemplo: diagramas, gráficas, tablas) para chequear las lecturas, se deberán explicar las derivaciones y el significado de las mismas.

Las variaciones estadísticas entre las personas deben ser discutidas en la medida en que se relacionan con las mediciones planeadas. Para alcanzar una operación uniforme es esencial que el trabajo práctico sea realizado bajo la observación de una persona experimentada. La extensión del entrenamiento variará con el tipo y el tamaño de la investigación.

Por ejemplo: Hertzberg, Daniels y Churchill (1954) informaron que sus preparaciones requirieron de una semana de entrenamiento intensivo. Doce sujetos sin entrenamiento previo de una universidad local fueron medidos por los dos supervisores; luego cada estudiante a la vez tuvo que demostrar su habilidad para igualar esas mediciones en cada uno de sus compañeros. Las sesiones de práctica fueron de ocho horas cada día, subdividiendo a los sujetos de estudio en seis pares, cada uno para especializarse en series específicas de mediciones. Ya en la práctica, el equipo de investigación estuvo compuesto por un supervisor, un fotógrafo y seis parejas de medidores. Cada pareja tuvo que llenar una porción de los datos, planeados para que cada porción requiriera aproximadamente el mismo tiempo. Las parejas alternaban tareas entre medir y anotar en intervalos de dos horas para minimizar la fatiga. El sujeto portaba su propia hoja de datos a lo largo de todas las estaciones de medición compuestas por un par de hombres, y luego trasladaron el formulario al fotógrafo, quien tomó cuatro fotografías de cada sujeto para completar el registro. Cerca de 4060 sujetos fueron medidos en las 132 diferentes dimensiones en este estudio. (Adicionalmente, se obtuvo un historial de datos personales, estableciendo lugar de nacimiento, edad, puntuación en la Fuerza Aérea y lugar donde la obtuvo, lugar de nacimiento de los padres, educación, grup étnico, estado civil y religión). El programa promedio variaba entre 100 y 120 sujetos por día. La velocidad mayor que se encontró fue de

170 sujetos medidos en un período de siete horas promediando una persona cada 2.5 minutos.

Al organizar equipos de trabajo, deben considerarse holguras para cubrir posibilidades de enfermedad y otro tipo de ausentismo. La planificación también deberá tomar en cuenta la idiosincracia cultural de varias nacionalidades y grupos religiosos. Por ejemplo: quitarse algunas piezas de ropa puede estar prohibido, o ser incomprensible el concepto de un examen científico.

Los métodos de registro y análisis de datos pueden tener importantes efectos en la planificación y desarrollo de la investigación. Los registros efectuados manualmente requieren diferentes técnicas y procedimientos que el registro automático.

El agrupamiento de mediciones que son tomadas en mejor forma con el mejor instrumento (de manera que sean secuenciales y cercanas en la hoja de datos) ahorra tiempo y ordena la técnica de manera que todas las mediciones a ser tomadas en cualquier postura especial sean tomadas en la misma secuencia. Cuando se tienen que sumar o restar datos para obtener la medición que interesa, destinar un lugar en el formulario para realizar el trabajo puede ser valioso, a menos que las operaciones vayan a realizarse en computadora.

Exactitud y precisión

Dos factores importantes que deben ser considerados cuando se conduce una investigación antropométrica son la exactitud y la precisión, de acuerdo a las siguientes definiciones:

La exactitud se refiere a la cercanía de las mediciones a algún valor de referencia estándar aceptado como verdad, mientras que precisión se refiere meramente a su cercanía o agrupación. Por ello, la exactitud expresa la relación respecto a un valor externo del proceso de medición, la precisión a un valor interno del proceso.

En la práctica, el verdadero valor es generalmente mejor, aproximado por el uso de instrumentos calibrados en forma muy precisa, instrumentos rígidos cuidadosamente colocados por investigadores entrenados bajo condiciones ambientales controladas. Incluso entonces, pueden observarse algunas pequeñas desviaciones entre lecturas sucesivas. Para ello se usa el promedio o la medida aritmética, de muchas de esas lecturas, con la finalidad de mejorar la exactitud de los resultados. La desviación estándar de esos instrumentos del promedio es un indicador de la precisión del método.

Es conveniente tomar algunas precauciones contra errores: La práctica de una lectura doble, luego registro y de nuevo chequeo. Otra precaución es tomar la misma medida por dos métodos independientes, como es medir la altura de la cabeza directamente, o bien encontrarla de la diferencia entre la estatura y la altura del trágion desde el suelo. Si el tiempo y los recursos lo permiten, dos equipos independientes pueden hacer las mismas mediciones en cada persona. Para comparar y llamar la atención sobre valores aparentemente imposibles se pueden usar tablas de rasgos normales de las dimensiones corporales esperadas para alturas y pesos determinados.

Los instrumentos a usar deberán ser precisos y el equipo de investigación debe estar familiarizado con su cuidado y operación con el objeto de obtener el mejor resultado de ellos. Los instrumentos deben ser chequeados periódicamente y ser confrontados con estándares confiables para garantizar su exactitud.

Formatos para reportar los datos de la investigación.

Los datos antropométricos reportados cumplen dos funciones: la de servir como fuente de información; y la función educativa, que permite realizarlo de nuevo. Un ejemplo de un formato de reporte de datos fue desarrollado por Hertzberg, Daniels y Churchill (1954). Este intenta alcanzar una mezcla armoniosa entre lo

visual y lo técnico de los siguientes elementos de una presentación de datos antropométricos:

1. El título.
2. Un esbozo del perfil del cuerpo o segmento corporal, con una flecha gruesa pero precisa indicando de un vistazo la distancia a ser medida.
3. Una fotografía clara o un dibujo en perspectiva mostrando al sujeto, siendo medido con el instrumento adecuado según la técnica correcta.
4. Una definición verbal del procedimiento cuidadosamente elaborado para claridad y completar la información.
5. Los datos relevantes, incluyendo al menos, la media, la desviación estándar, coeficiente de variación, número de sujetos y percentiles seleccionados entre el uno y el noventa y nueveavo, además de otros materiales en la medida en que sea necesario.

Para llevar a cabo esta presentación, se requieren los servicios de un dibujante con experiencia en dibujo de figura humana, los de un fotógrafo y una mecanógrafa. Esos servicios deben ser incluídos en los preparativos de investigación antropométrica y proyectados como una porción del presupuesto total del tiempo y del dinero.

Mediciones de la forma corporal:

Los métodos de medición que involucran contacto directo de los instrumentos con la superficie del sujeto (métodos de contacto) o lecturas in-situ de mecanismos (métodos ópticos), se clasifican como métodos directos. Se distinguen de los métodos fotográficos que producen informes largos y detallados que posteriormente son medidos o interpretados.

Métodos directos:

La discusión de los métodos para medición directa de la forma del cuerpo empieza con las dimensiones lineales y curvilíneas simples y finalmente derivan hacia los más complejos registros bi y tridimensionales del contorno.

Dimensiones lineales:

El término "dimensiones lineales" se refiere a mediciones de la distancia más corta entre dos puntos del cuerpo. En general, esto incluye las longitudes de huesos largos, anchos y profundidades del cuerpo y las dimensiones también denominadas proyecciones, como las alturas de varios puntos de referencia cuando se miden desde el piso en un sujeto estando de pie. Otros ejemplos incluyen la distancia del ojo al extremo del dedo u otras dimensiones que no involucran directamente una extremidad u otro segmento del cuerpo.

Es posible lograr resultados aceptables para propósitos de ergonomía con equipo muy simple a excepción de muy rústicos chequeos con una cinta métrica. Para la medición de longitud total del cuerpo como la estatura, altura sentado, altura a las rodillas, y así sucesivamente, puede ser suficiente una pared y una grilla o escala adherida a ella a altura conveniente. Ayuda el hecho de utilizar un bloque triangular de madera, con un ángulo recto, o un accesorio similar, para salvar la diferencia entre el cuerpo y la pared y asegurar que la altura deseada está siendo indicada apropiadamente en la grilla de la pared.

Morant (1945) usó dos pliegos de plywood, marcados con una grilla de cuadros, colocadas con bisagras de manera que pudieran ser abiertas en ángulo recto. Un banco bajo fue colocado en la esquina. Con varios accesorios como bloques de madera para alzar el asiento y cuadrados para aplicarlos al punto del cuerpo que está siendo

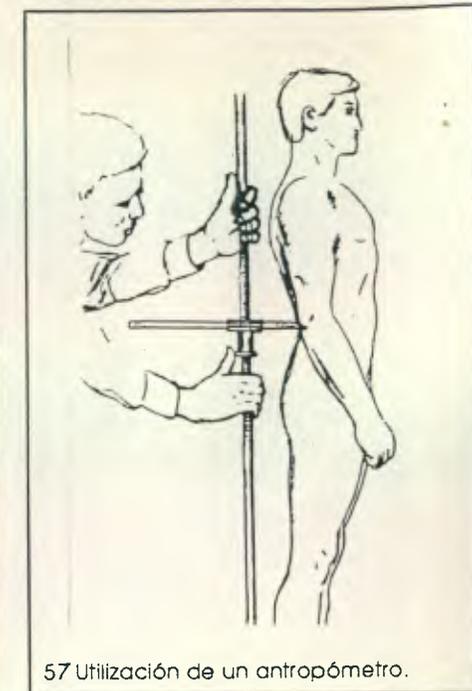
medido, obtuvo un conjunto portátil para medir las dimensiones de asientos con suficiente exactitud y bajo costo. (ver figura 56).

Algunos puntos del cuerpo no se alcanzan convenientemente con los bloques o los cuadrados mencionados anteriormente. Para esas dimensiones, los antropólogos han desarrollado muchos instrumentos. Uno de ellos es



56 Un accesorio para medición lineal, portátil y simple.

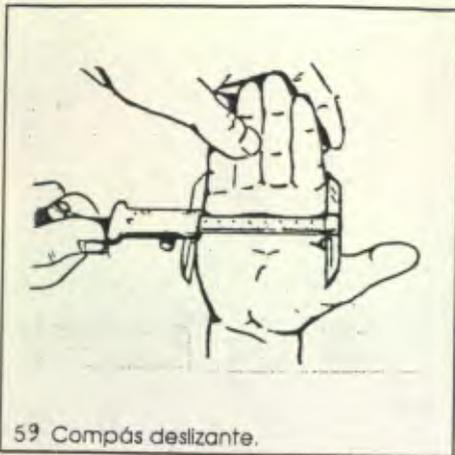
el antropómetro, instrumento que consiste en una varilla graduada, frecuentemente seccionable para facilidad de transporte y almacenamiento, equipado con un brazo fijo y uno deslizante, (ver figura 57). El extremo apuntado de los brazos deslizantes puede alcanzar las esquinas reentrantes y pliegues del cuerpo que no son accesibles a los cuadrados usados con los planos de referencia. El investigador debe sujetar la varilla cuidadosamente, o proveer una base sólida para asegurar la verticalidad cuando se desean mediciones precisas de dimensiones verticales. El antropómetro puede ser utilizado como un compás deslizante con la utilización simultánea de los brazos extensibles fijos y deslizables (ver figura 58).



57 Utilización de un antropómetro.



58 Sección de antropómetro usado como compás deslizante.



59 Compás deslizante.

El compás deslizante común, es más conveniente para algunas mediciones menores. La figura 59 muestra un compás deslizante para medir el ancho de una mano. Una versión más grande de el compás deslizante es utilizado algunas veces para mediciones como la profundidad del pecho (Hrdlicka, 1939).

Otro instrumento es útil para la medición de diámetros de la cabeza y otras partes irregulares del cuerpo es el calibrador ampliable, también denominado compás de espesor, (ver figura 58) que se fabrica en muchas variedades.

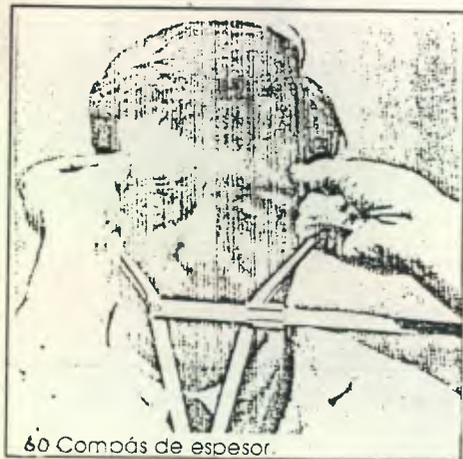
1. Compás de Broca pequeño: originalmente utilizado para las mediciones de la calavera.

2. Compás estándar grande de la Escuela de Antropología de París: utilizado para el trabajo ordinario en el sujeto viviente.

3. Compás de Hrdlicka: este es similar a los compases pequeños, pero tiene brazos ligeramente más largos, con partes terminales al ancho de diez centímetros con una protección en la porción inferior de cada brazo a 8 milímetros desde la punta, para regular la distancia de introducción en el meato del oído.

4. Compás de Bertillon: tiene mayor rigidez y carece de filo en los brazos.

Los accesorios anteriores (descritos en más detalle por Hrdlicka, en 1939) generalmente tienen más precisión que la consistencia del hombre que está siendo medido. La respiración, temblor, tono muscular, cambios debidos a la fatiga, etcétera, pueden alterar las dimensiones del sujeto entre una medición y la siguiente, más que la lectura defectuosa del accesorio de medición. Se requiere considerable destreza, desarrollada por la práctica, para obtener resultados consistentes, con cerca de 0.1 centímetro en cada lado de la media. Para algunas mediciones, (por ejemplo pliegues cutáneos) los requerimientos de consistencia hacen necesaria una escala para



60 Compás de espesor.

controlar la fuerza de aplicación de los extremos del instrumento. Para la mayoría de los propósitos ergonómicos, en dimensiones grandes es suficiente una aproximación al medio centímetro más cercano y para las dimensiones más pequeñas, al milímetro más cercano.

Otra fuente de error puede ser la hora en que se realizan las mediciones. La altura, por ejemplo, puede variar un centímetro o más entre la mañana y la tarde. La ingesta dietética puede incrementar la circunferencia del estómago durante el día. El tiempo requerido para mantener una postura determinada puede afectar el volumen de sangre en una extremidad y dar diferentes dimensiones.

A menos que esas variables sean de interés, la práctica recomendada es reducir esas variaciones al mínimo por la selección de condiciones uniformes para todas las mediciones. Las alturas y pesos deberían ser tomadas en un período seleccionado del día. Otra alternativa es registrar muchas mediciones y preparar gráficas de medición de magnitudes en función del tiempo. Los pesos de la ingesta de comida y líquidos pueden ser registrados para todas las comidas y bocadillos si el peso es el parámetro crítico en el estudio. En investigaciones grandes, las mediciones al azar de hecho eliminan factores secuenciales.

Para tareas especiales de medición se pueden desarrollar una gran variedad de recursos. La figura 59 muestra una caja de medición que fue usada para obtener la longitud del pie, el ancho del pie y la longitud el paso. Un pequeño bloque con una escala milimétrica a lo largo de un borde fue usada en la misma investigación para obtener la altura del tobillo. La figura 60 muestra dos accesorios para la medición de diámetros, uno para el dedo y otro para el agarre. Hooton (1945) describió una silla completa para la medición del cuerpo en una investigación relacionada con las butacas de acomodación de viajeros en el tren.

Dimensiones de circunferencias.

El término "dimensiones de circunferencias" incluye aquellas mediciones a lo largo de las superficies del cuerpo entre dos puntos, retornando al mismo punto para obtener un perímetro. Esas mediciones son de algún uso en la medición de adecuación física y ocasionalmente en el diseño de equipo especial, pero son principalmente útiles en el diseño de vestimenta.

El uso de una cinta flexible es la solución obvia para obtener datos de circunferencias. A pesar de que son aceptables las cintas métricas metálicas, las cintas de tela especialmente tratadas son generalmente menos frías, no se oxidan, y son más flexibles, pero se pueden estirar. Debido a que muchas dimensiones importantes incluyen áreas carnosas suaves que tienden a ser comprimidas por una cinta, es conveniente tener un accesorio que provea de una tensión constante en la cinta para obtener una medida precisa.

El especificar la forma en que la cinta es soltada del carrete para una medición determinada no provee la suficiente reproducibilidad de la fuerza al halar entre diferentes cintas y para diferentes grados de tensión. Kemsley (1957) mostró que pueden resultar diferencias en el promedio de cerca del uno por ciento (1%) en la circunferencia de la cintura y del cuatro por ciento (4%) en la circunferencia del busto debidos a distintas tensiones ejercidas en la cinta al ser medidas por distintos investigadores.

Morant (1945) empleó una cinta de sastre que tenía delgados alambres a lo largo de la cinta para prevenir el estiramiento, y adosadas dos mordazas con resortes para asegurar que fuera ejercida una fuerza constante cuando se tomaban las mediciones. Como se muestra en la ilustración 63, una de las mordazas está pegada a uno de los extremos de la cinta y el otro está pegado a un bucle que se puede fijar a una distancia conveniente a lo largo de la escala. Morant reclamaba que el sistema daba más

seguridad y precisión, era más fácil de usar, y no requería que la persona que realizaba la medición tocara al sujeto medido con sus dedos.

Queda claro que la compresión del tejido y, consecuentemente, la medición obtenida dependen de las interacciones entre la plasticidad del tejido, la fricción entre la cinta y la piel, la curvatura de la cinta, y la fuerza al halar uno de los extremos de la cinta cuando se realiza la medición. Por consiguiente, controlar la fuerza al halar, es solo un paso hacia la estandarización de la medición.

La circunferencia del pecho cambia con el ciclo de la respiración. Por ello, se debe poner atención al definir los datos que se desean. La dimensión antropométrica común es la media aritmética entre la condición de expiración y la de inhalación. Similarmente, otras mediciones pueden cambiar con la postura (por ejemplo la circunferencia de la cintura), o con la tensión muscular (por ejemplo la circunferencia de los bíceps).

La definición exacta de la dimensión deseada es especialmente importante al tomar la dimensión de arcos y circunferencias del cuerpo. La posición del cuerpo o las contracciones musculares pueden cambiar el contorno, también existen pliegues y esquinas reentrantes del cuerpo que se pueden ensanchar o ampliar por una cinta muy estirada. En algunos casos, la superficie completa es de interés, y la cinta tiene que ser sostenida en diversos lugares para adecuarse a la forma corporal. En otros casos, la menor longitud de la cinta es apropiada.

Posición en el espacio y contorno corporal

Todas las dimensiones discutidas previamente fueron mediciones tomadas en forma relativamente independiente unas de otras. En general, no podrían ser usadas para describir numéricamente la posición corporal y los contornos en un conjunto de coordenadas cartesianas, con cada dimensión relacionada exactamente a otra. A menudo se dice



61 Bloque para la medición del pie.



62 Accesorios especiales para medir el diámetro de los dedos y agarre.



63 Uso de cinta flexible

que esas son dimensiones "flotantes".

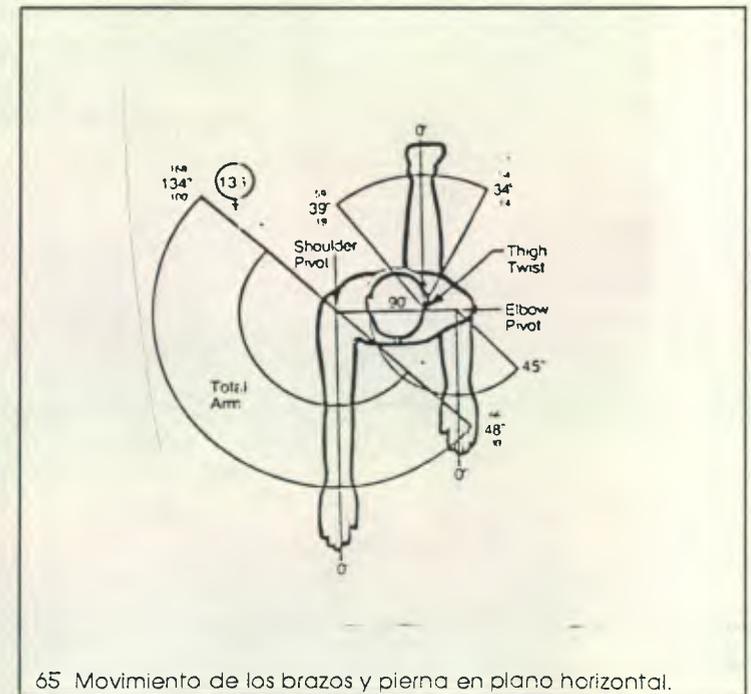
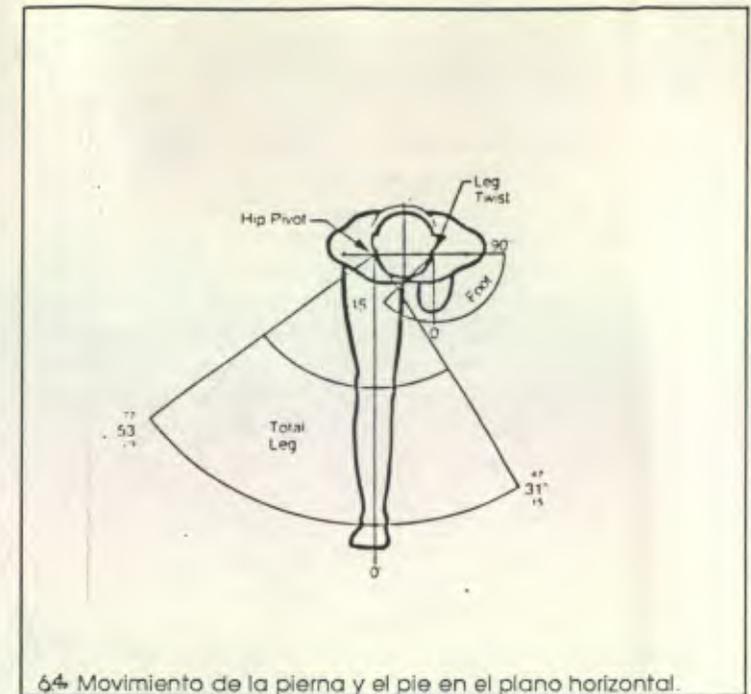
Sin embargo, para muchas soluciones de diseño, se necesita información detallada de la posición del cuerpo. De hecho es deseable definir la localización espacial de cada punto en la superficie del cuerpo, o los centros de las articulaciones, los centros de masa de los segmentos corporales, o la superficie estática del contorno del cuerpo. Similarmente la localización de puntos alcanzables por el hombre con las puntas de los dedos, codos o talones pueden ser considerados para definir una envolvente espacial de alcance estático o los movimientos dinámicos en el espacio. Debido a que muchos instrumentos y técnicas para mediciones estáticas y dinámicas tienen similitudes, pueden ser utilizadas indistintamente o con alguna adaptación. Las técnicas discutidas aquí pueden ser útiles para problemas dinámicos o viceversa.

Antropometría Dinámica.

Para adecuar los diseños de mobiliario y espacios a las necesidades que plantean las distintas situaciones cotidianas, se requiere de análisis exhaustivos de las acciones y posiciones que el humano puede asumir.

El estudio de la antropometría estática no refleja la amplia variedad de movimientos que el ser humano es capaz de realizar, la antropometría dinámica permite conocer los límites de posibilidades del movimiento y los valores de los alcances máximos de las distintos segmentos corporales.

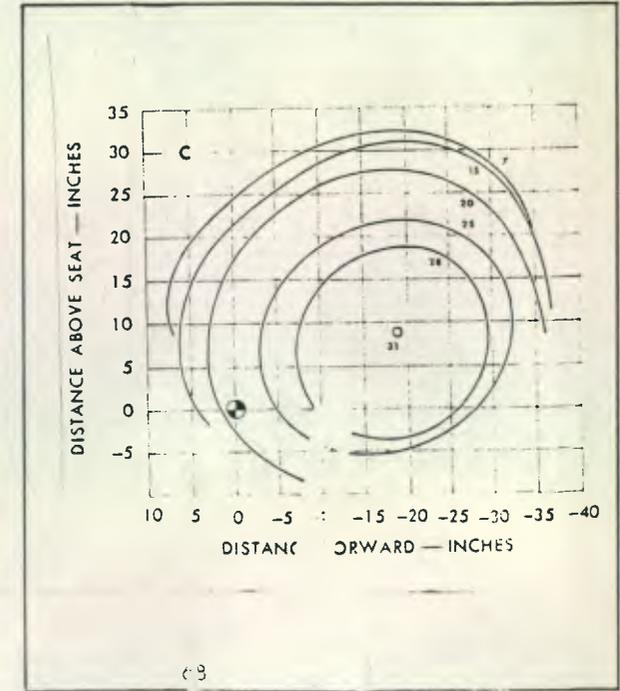
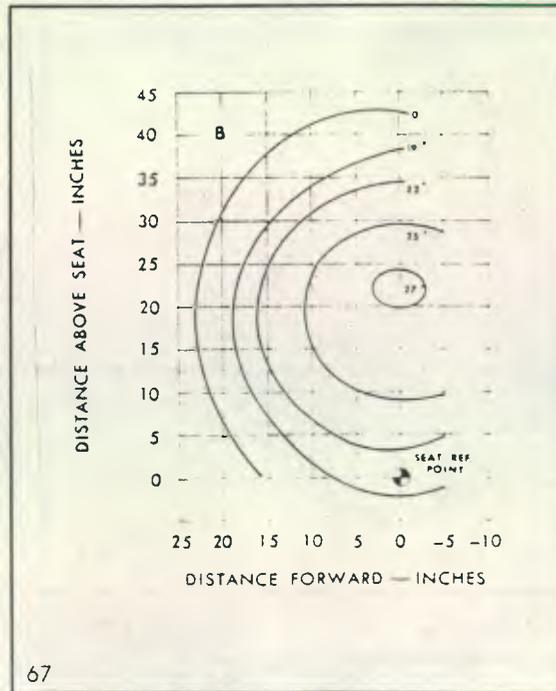
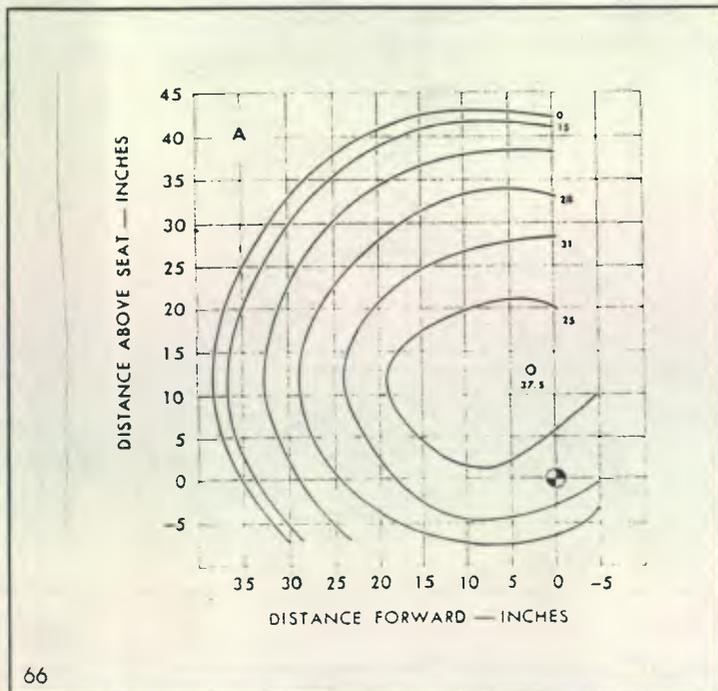
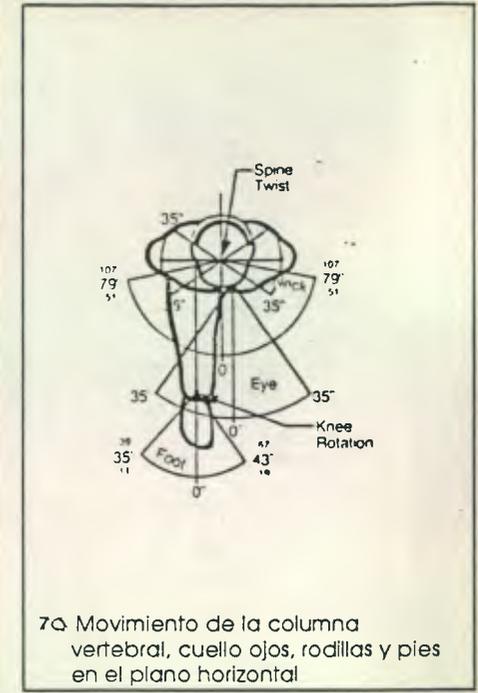
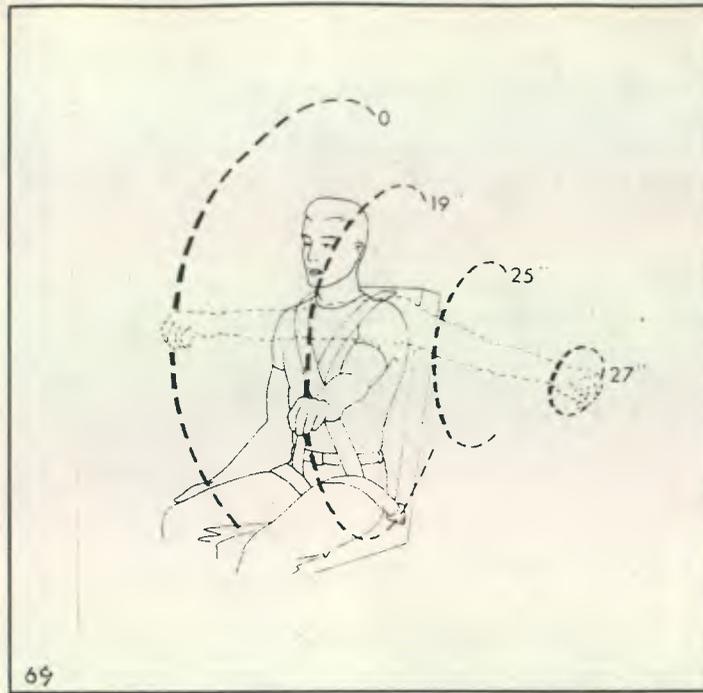
El movimiento de los componentes del cuerpo incrementa las posibilidades del conjunto. Por ejemplo: el movimiento de la cabeza, amplía grandemente el campo de visibilidad de los ojos. A medida en que se alcanzan los puntos máximos de rotación del movimiento de la cabeza, los puntos de giro o pivote también cambian, haciendo difícil una definición de los límites físicos del movimiento de la cabeza.

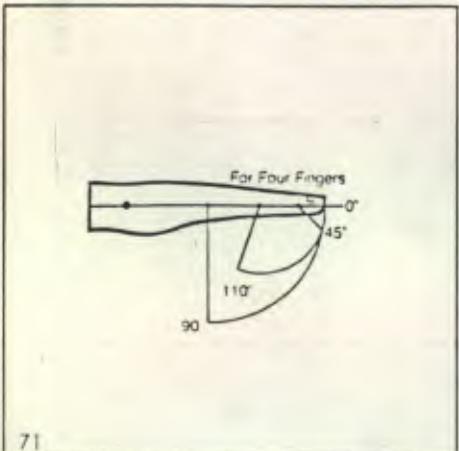
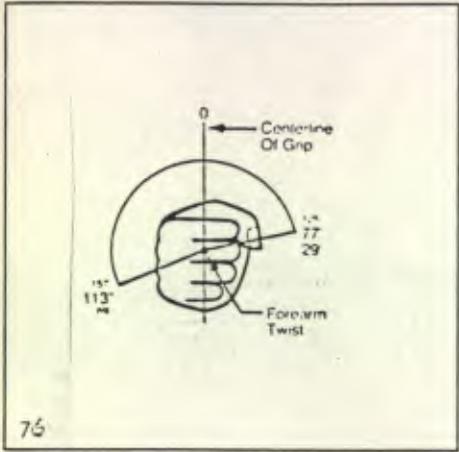
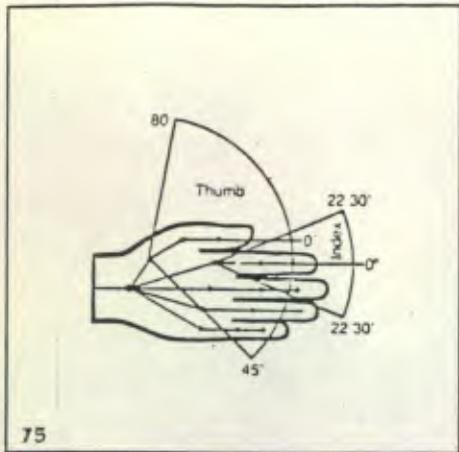


El tronco humano, además de la importancia que tiene por su capacidad para alojar órganos vitales del cuerpo, tiene características muy importantes que deben ser consideradas cuando el ser humano tiene que ajustarse a un puesto de trabajo y debe servir no sólo como el eslabón entre las extremidades, sino también como el eslabón elástico para ampliar algunas de las distancias de esas extremidades.

Al igual que sucede con las variaciones de las dimensiones de segmentos corporales vistas en antropometría estática, no existe un ángulo de movimiento único capaz de ser alcanzado por todos los seres humanos, en consecuencia los límites de alcance máximos y mínimos también varían. Estas variaciones se pueden detectar en investigaciones de antropometría dinámica y los valores obtenidos pueden también ser expresados en términos de valores percentiles.

El cuerpo humano tiene limitaciones en sus





movimientos. Las articulaciones sanas presentan condiciones tales que es casi imposible sobrepasar los límites y dañarlas en un uso normal.

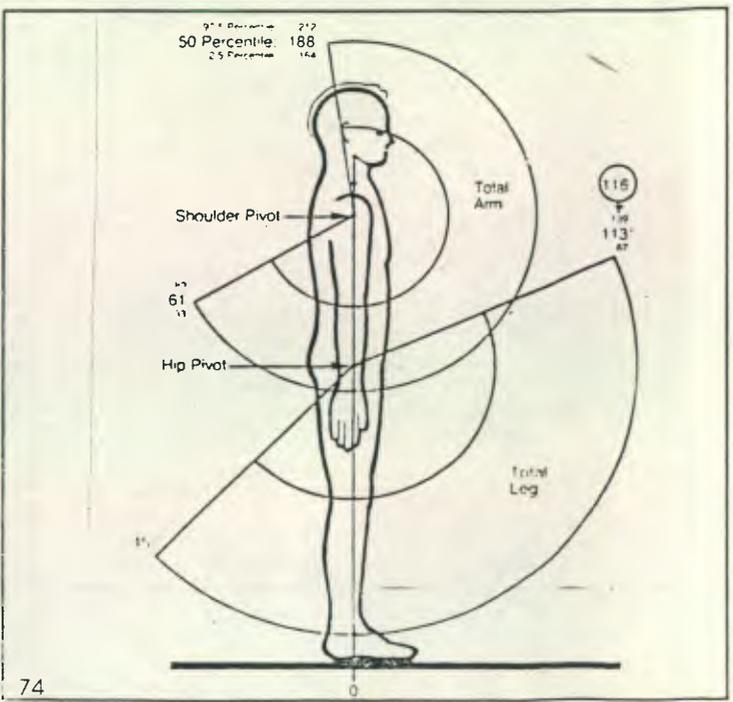
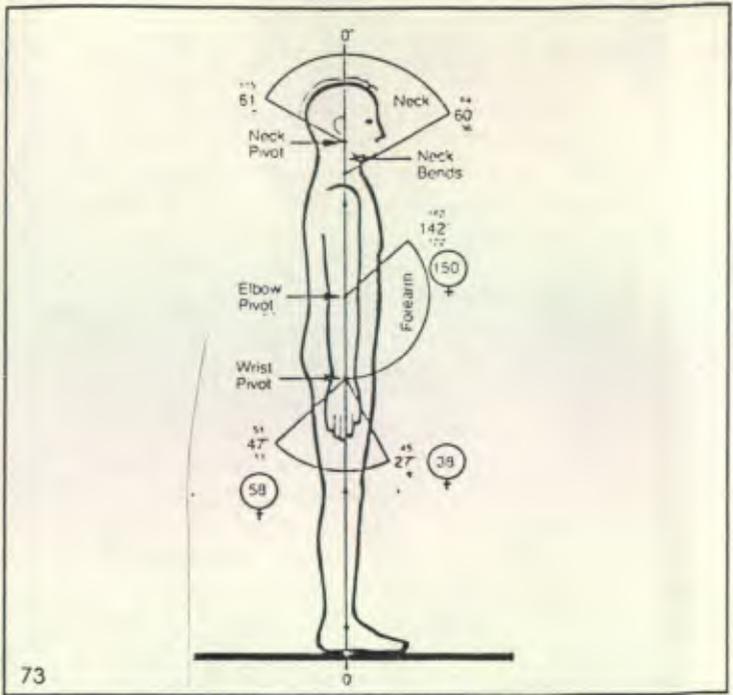
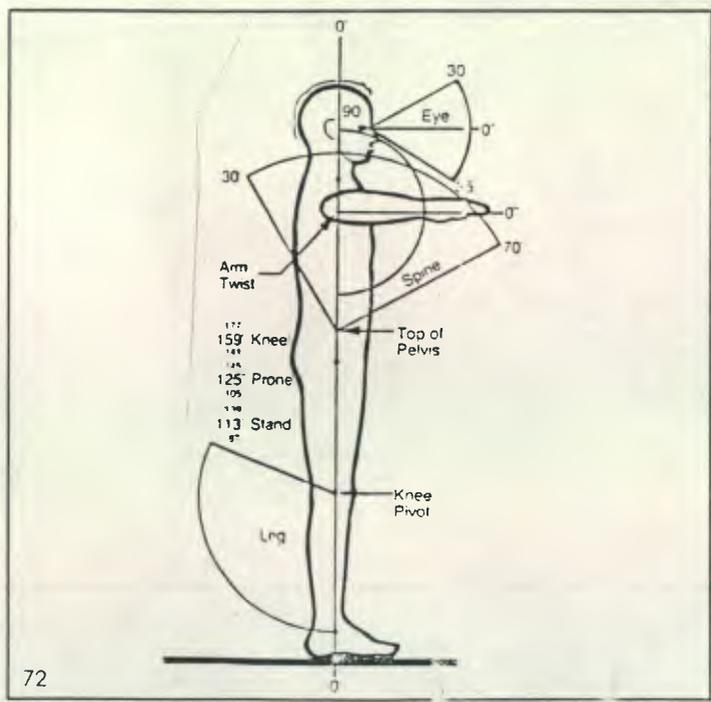
Se enumeran y se describen los movimientos corporales típicos que deben ser considerados en el diseño de vestimenta, instrumentos, equipo, asientos y espacios de trabajo. Los grados de movimiento están basados en los estudios de Frescoln, Rosen y Silver, además de estudios realizados por Woodson y Conover.

Los movimientos corporales típicos son:

Abducción = Movimiento que se separa de la línea media.

Aducción = Movimiento hacia la línea media.

Circunducción = Movimiento circular de las extremidades.



En el sentido de las agujas del reloj = Movimiento hacia la derecha.

En contra del sentido de las agujas del reloj = Movimiento hacia la izquierda.

Depresión = Rebajado de una posición normal.

Elevación = Levantado de una posición normal.

Flexión = La acción de doblar.

Extensión = El estiramiento de una extremidad o parte flexionada.

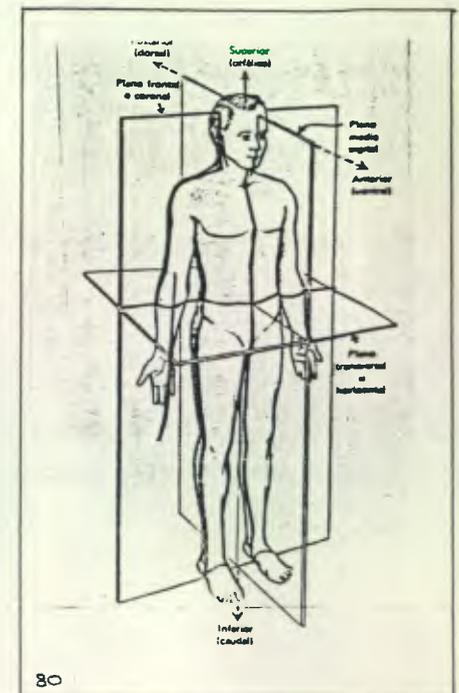
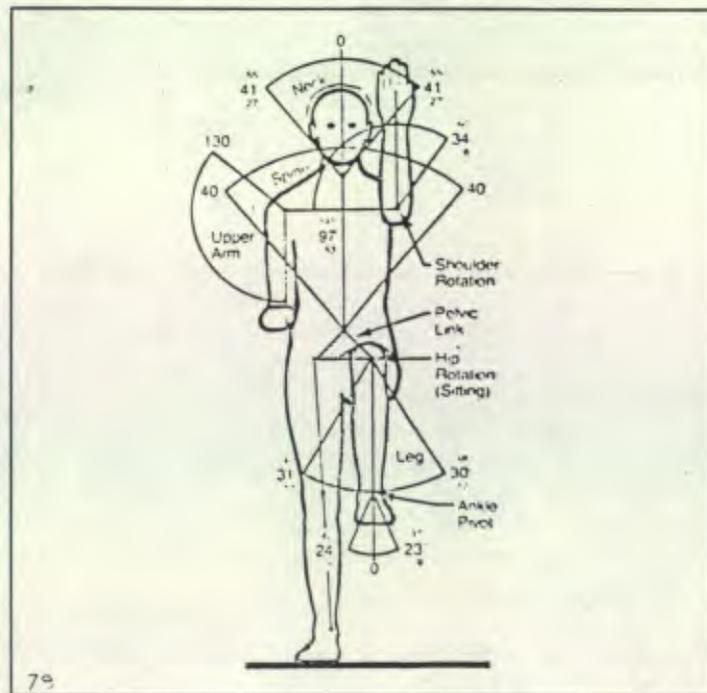
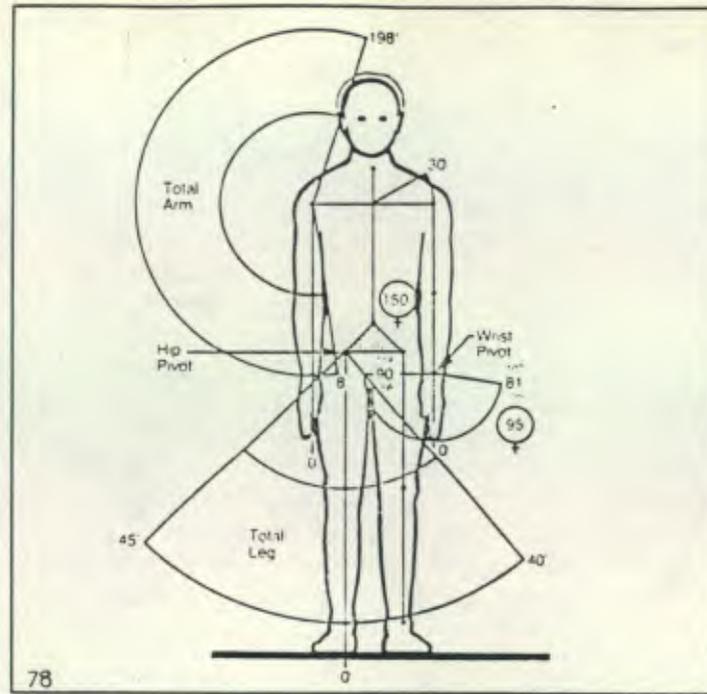
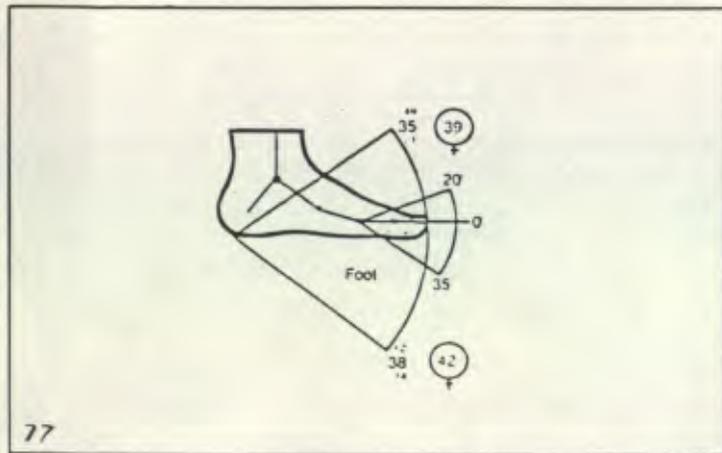
Rotación externa = Giro en el eje, hacia afuera.

Rotación Interna = Giro en el eje, hacia adentro.

Inspiración = Inhalación de aire en los pulmones.

Pronación = Movimiento de rotación de la mano hacia abajo, o la actitud de estar acostado boca abajo.

Supinación = Movimiento de rotación de la mano hacia arriba, o la actitud de estar acostado boca arriba.



Métodos de medición directa, trazo y sombra.

Utilizando los tableros con grillas de Morant, los puntos en la superficie del cuerpo se pueden referenciar a un punto fijo, leyendo la altura y la distancia hacia la esquina. La continua aplicación de la técnica va definiendo el contorno del cuerpo en cada uno de los dos tableros de la grilla. Utilizando una escala graduada en el bloque indicador permite la medición de puntos de la superficie en su localización afuera del plano de medición, pero esta localización de puntos en tres dimensiones es delicada.

Un accesorio para marcar, como un lápiz grasoso, puede ser montado perpendicularmente a una base móvil y usado para trazar contornos en una grilla plana en el fondo. Esta técnica, por supuesto, no puede ser usada para localizar con precisión ojos u otras áreas sensibles.

La técnica de gráficas de sombras, proyectando la sombra del sujeto en una grilla, también cabe dentro de esta categoría. A pesar de que es útil para un limitado número de situaciones antropométricas, este método sufre de los problemas de la distorsión por paralaje.

Método de plantillas.

Para un área pequeña del cuerpo, es apropiado cortar planchas de cartón o plywood y ajustarlas a los contornos del cuerpo. La exactitud de esos métodos puede ser acondicionada al tiempo, destreza y paciencia del investigador.

Es también factible el uso de materiales maleables que pueden ser ajustados al cuerpo por presión o formados a mano y ajustados por pruebas sucesivas. Los materiales aplicables son tiras de plomo o alambre de aluminio suave. Los problemas relacionados con esos accesorios incluyen conservar la forma mientras se manejan y se registran los datos, y definir la relación

de la forma a algunos ejes de referencia o planos en el espacio.

Método de registro múltiple.

La medición mecánica directa de los contornos del cuerpo, pueden ser obtenidos por un bastidor que sujeta un gran número de varillas que se deslizan. Típicamente este bastidor puede consistir en una caja con agujeros alineados en caras opuestas, de manera que cuando las varillas de madera o metal se inserten en agujeros, queden paralelos unos con otros. Cada varilla es empujada hasta que toca la piel, y se registra el segmento que salió. Esos recursos han sido usados para medir los contornos faciales, forma total del cuerpo y envolventes de alcance.

El principio de la prueba múltiple fué usado por Roebuck en la medición de trajes espaciales y contornos del cuerpo. El accesorio se usó primariamente para registrar los contornos superficiales de la parte posterior, de los gluteos hacia arriba hasta el anillo del cuello del casco, pero puede ser utilizado para obtener otros contornos. Se proveyeron varillas de soporte especiales cerca del área de los hombros, para prevenir la rotación corporal en el eje longitudinal del tronco. Se proveyó una "caja" de costado y espalda a 90° una con otra para asegurar la exactitud en los contornos laterales. Se usaron piezas de extensión removibles para los extremos de los hombros y el área de la ingle.

Métodos de modelado.

En vez de intentar describir los contornos por entrantes y salientes o mapas de contorno, puede ser deseable un registro tridimensional directo por modelado o moldeo. El método es probablemente el medio más preciso de medición directa para las formas complicadas, tales como la cabeza, manos y pies. El uso de yeso de París es el método clásico. La piel debe ser preparada de manera que el molde se separe fácilmente de la piel cuando se desee (esto

puede incluir el rasurado de la piel). El yeso se calienta cuando seca, de manera que se puede sentir una sensación desagradable si la masa de yeso es grande y el área cubierta es extensa. Afortunadamente, el material seca con rapidez, si se mezcla a la consistencia correcta, lo que disminuye la gravedad del problema. Un excelente ejemplo de aplicaciones del yeso de París para desarrollar moldes del cuerpo de niños es presentado por Boyd (1935). Los nuevos materiales han reemplazado parcialmente el uso del yeso de París.

El uso de métodos de moldeo para registrar los contornos ha continuado en tiempos modernos en muchos campos. Un ejemplo significativo de ergonomía antropométrica fue el desarrollo de la butaca de astronauta para el proyecto Mercurio. En ese diseño solo estaban relacionadas las superficies dorsales de la tripulación. Las mayores fuerzas actuantes en la nave espacial eran tales, que causarían muy altas presiones en la parte posterior del

cuerpo, así que era necesaria una butaca que se ajustara a él. Para desarrollar el moldeo de la butaca, la localización del ojo del astronauta, que era una preocupación crítica en el diseño de la cabina, fue colocado con precisión con la ayuda de un accesorio de colocación en el arreglo del moldeo. También se usó vestimenta representativa durante el proceso de moldeo para tomar en cuenta este grosor extra durante las condiciones operacionales.

El programa espacial tripulado ha utilizado técnicas de moldeo en diversas aplicaciones. Por ejemplo en el caso de los guantes presurizados del Apolo, princi-



31 Accesorio de registro múltiple.

piaron con un moldeo de las manos del usuario, (un refuerzo de tela fue formado alrededor de este moldeo antes de ser sumergidos en un compuesto especial de hule). Las técnicas de moldeo también fueron usadas en el desarrollo de accesorios de transferencia y almacenamiento de orina, llevados debajo de los trajes espaciales.

El moldeo es principalmente usado cuando:

1. Se desea la descripción detallada de una superficie corporal intrincadamente contorneada.
2. El producto puede ser desarrollado directamente de la forma del molde sin el paso intermedio de la descripción numérica (coordenadas, mapas de contorno).
3. El producto debe ajustar con precisión.
4. Los pasos intermedios o subsecuentes requieren presión de instrumentos o aparatos que pueden deformar o dañar la superficie del contorno.

Para muchos proyectos, las ventajas sobrepasan las desventajas de la suciedad, la preparación y el tiempo de limpieza, requerimientos de materiales, protección para el sujeto y el tiempo de curado para la parte del molde. Los requerimientos de tiempo son aparentemente altos comparados con las pocas mediciones con el antropómetro y calibradores, pero la extensión de la información obtenida en términos de número de datos por unidad de tiempo es mucho más alto.

Métodos ópticos.

Ciertas partes del cuerpo que son de gran importancia en el diseño ergonómico son demasiado sensitivos para tocarlos con técnicas directas. Por ejemplo, los ojos son fácilmente heridos por presión indebida, por lo que los métodos indirectos, como la observación óptica son deseables. Roebuck desarrolló un método consistente en un accesorio que

consta de dos planos paralelos transparentes, marcados con líneas de grilla, como líneas de coordenadas.

Este concepto de grillas transparentes en planos paralelos puede ser usado para mediciones del cuerpo entero ampliando la caja. El sujeto y su silla adyacente, y el panel de control, pueden ser medidos en el cerramiento de la grilla.

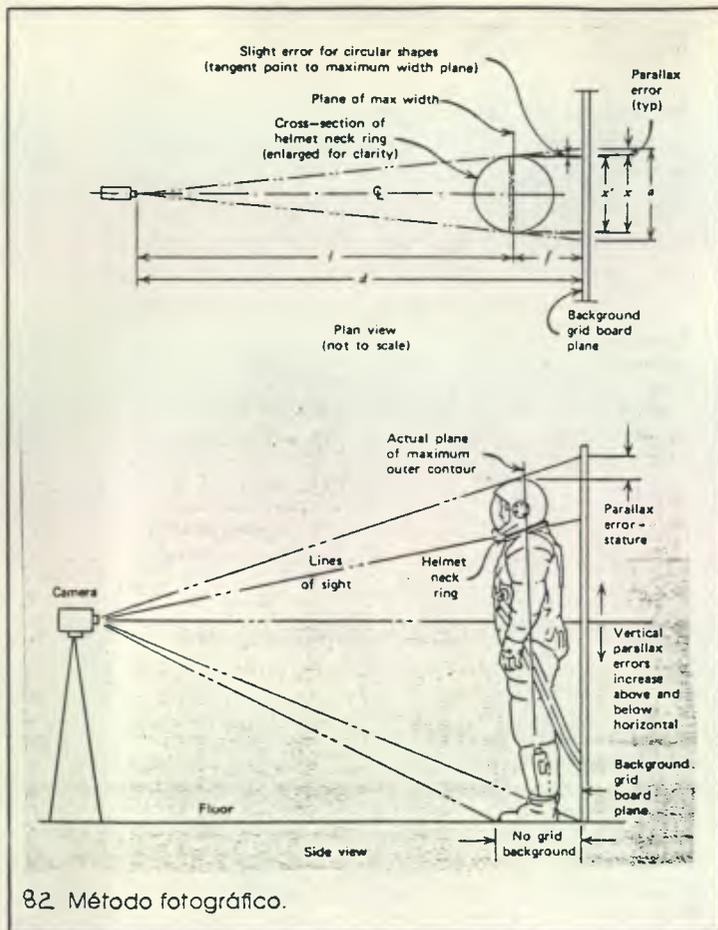
Métodos fotográficos.

Con las anteriores técnicas manuales, se consume mucho tiempo y es riesgoso obtener contornos completos del cuerpo. La fatiga en el sujeto introduce errores de movimiento durante el proceso. En general, los procesos fotográficos deben preferirse si se consigue el tiempo requerido para la obtención de datos y si se pueden tomar precauciones en contra del error de paralaje. La reducción de errores de paralaje es un elemento clave en la aplicación de la fotografía en la antropometría.

El uso de fotografía en antropometría ha evolucionado gradualmente de registros cualitativos a métodos de medición precisos.

Técnica de grilla superpuesta o de fondo.

Uno de los métodos más comunmente utilizados para realizar mediciones fotogramétricas, es colocar al sujeto de interés en frente de una retícula colocada en el fondo. Esta técnica magnifica grandemente el problema del paralaje. Para ejemplificar, la figura 82 muestra un sujeto con un traje presurizado con un anillo en el cuello de diámetro conocido. Cuando se toma la fotografía del sujeto, la cámara no "ve" el verdadero diámetro del anillo, x , sino un diámetro ligeramente inferior " x' " debido a la curvatura del anillo del cuello. Esto ilustra el problema de paralaje normal. Si la distancia del objeto a la cámara es grande comparado con el mismo ($\rightarrow 20x$), el error es casi despreciable. Sin embargo si las mediciones de este diámetro deben ser hechas desde una grilla en el



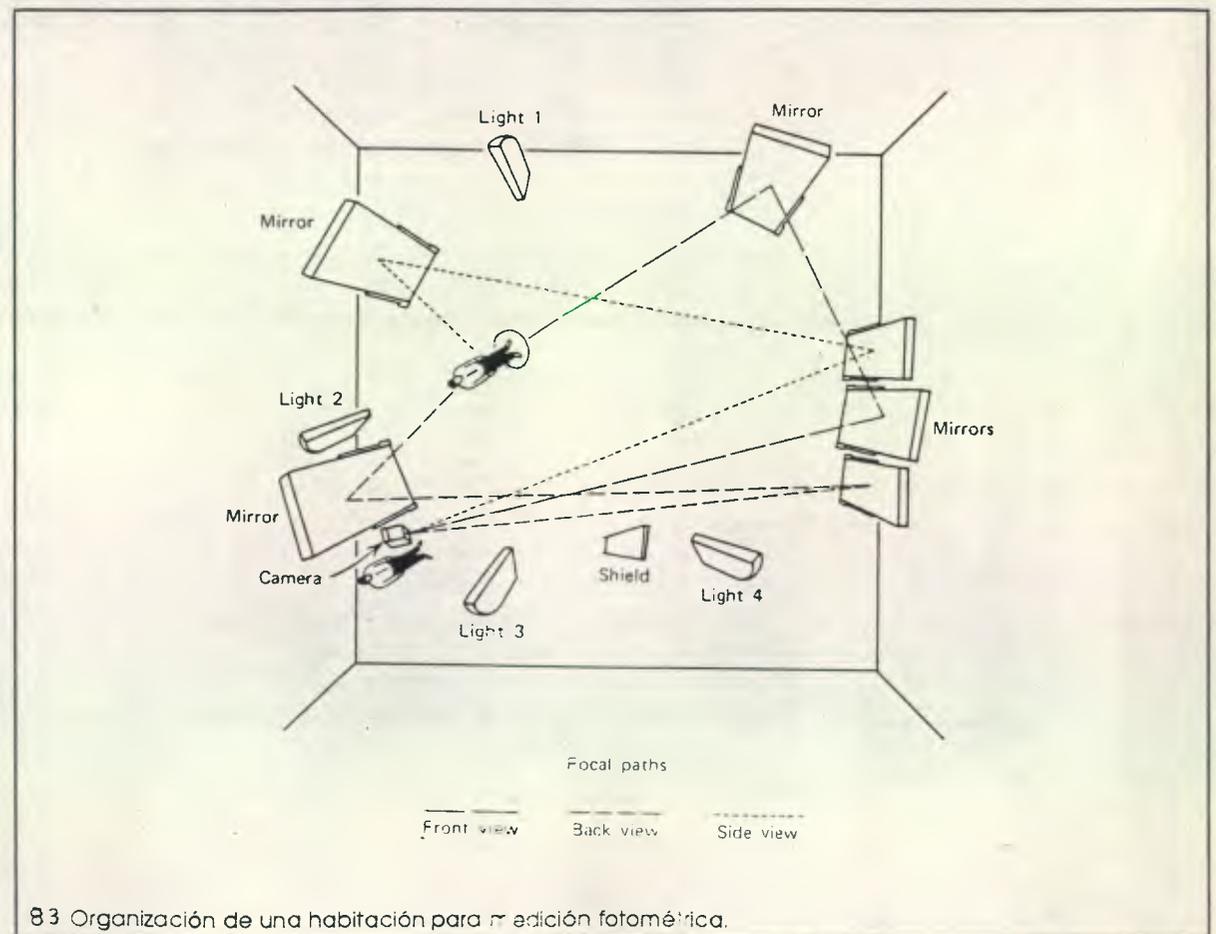
82. Método fotográfico.

fondo, el aparente diámetro del anillo a , es considerablemente mayor que el verdadero diámetro debido al paralaje. Así, cuando se utilizan las técnicas de grillas, es conveniente colocar la escala de medición o grilla en el mismo plano que el sujeto que está siendo medido. Esto puede hacerse analítica, óptica o físicamente.

"Sistema de cámara "fotométrica".

Se han desarrollado técnicas de una sola cámara más depuradas y más caras. Un ejemplo de esas técnicas es el sistema de cámara "foto-métrica". Este

sistema es una combinación de espejos fijos, unidades de "flash" electrónico sincronizado y una cámara que provee una relativamente larga distancia, desde la cámara al sujeto dentro de un espacio reducido (figura 83). De Acuerdo con Hunt y Giles (1956), los espejos están colocados de manera que se observan simultáneamente cuatro vistas: frente, costado izquierdo, posterior y planta de un ser humano de pie como imágenes de espejo en el visor de la cámara. (La figura muestra el formato de las exposiciones). Las mediciones son tomadas manualmente con escalas graduadas. El sistema tiene la desventaja de ser voluminoso y difícil de colocar. Esta inmovilidad es una desventaja considerable para algunos tipos de



83 Organización de una habitación para medición fotométrica.



investigación, aún cuando al estar el sujeto cercano al operador, permita un conveniente reposicionamiento, si es necesario.

El sistema ha sido utilizado con propósitos científicos en la Universidad de Yale (Blesh, Meyers, y Kiphuth, 1954) y con propósitos comerciales por fabricantes de vestimenta.

Sistema de cámara andrométrica

Otra técnica de medición fotográfica fue inventada y reportada por Chaffe (1961), desarrollada para satisfacer la necesidad de medir las posiciones corporales de pilotos militares en butacas de eyección. Sin embargo, puede ser aplicada a otras situaciones.

Esencialmente, la técnica consiste en obtener fotografías simultáneas desde dos o tres cámaras, localizadas en ejes mutuamente ortogonales en

distancias determinadas con precisión desde un eje de origen dado. Las mediciones de puntos específicos marcados en el cuerpo, son obtenidas desde los negativos fotográficos y convertidos a valores de escala verdaderos, por una serie de transformaciones de ecuaciones trigonométricas. La colocación del sujeto y las cámaras para esta técnica se muestra en la figura 85. Los datos son obtenidos por medición, directa de los negativos con una escala finamente calibrada, o preferiblemente, con un lector de film o un lector oscilógrafo.

La precisión de esta técnica es la siguiente: la desviación estándar de las coordenadas fotográficamente determinadas se encontró que varía desde un alto 0.9 mm hasta un bajo 0.6 mm. Utilizando el criterio de la 3σ para el máximo error esperado, da un rango de 1.0 mm a 2.7 mm.

Métodos estereofotogramétricos.

Otra técnica de gran valor, pero considerablemente cara, utiliza los métodos desarrollados en el mapeo de contorno aéreo. El principio de la visión estereoscópica se aplica para determinar la profundidad de partes del cuerpo tanto como la longitud y el ancho. Como reportaron Hetzberg, Dupertuis y Emanuel (1957), esta técnica de estereofotogrametría fue usada al principio de los años veinte en los campos médico y dental y posteriormente Zeller (1939), Thalmann-Degan (1944), y Lacmann (1950) demostraron que era útil para obtener extensivos mapas del contorno de cabezas humanas, la determinación de áreas de superficie corporal (Berner, 1954; Miskin, 1956) y para darle forma a la escultura (Saralegui, 1954; Englemann, 1956) Herron (1972) da una detallada información de la literatura.



85 Instalación para un estudio con cámara andrométrica.

El sujeto posando fué fotografiado por las tres cámaras, rotado 90° y fotografiado de nuevo. Este proceso se continuó a cada 90°. Los negativos fueron desarrollados y se prepararon diapositivas para el ploteador Kelsh. Con el ploteador Kelsh se dibujaron mapas del frente, la parte posterior y las elevaciones laterales, a una escala 1:4 y los contornos fueron colocados a cada 1/2 pulgada. De los perfiles así ploteados se podían obtener arcos de superficie o circunferencias en cualquier elevación como se deseara.

Los autores argumentaban que el método era más preciso que la forma del hombre. En otras palabras, los cambios en el contorno debidos a la respiración, movimientos, etc., eran más grandes que los errores de medición de las fotografías.

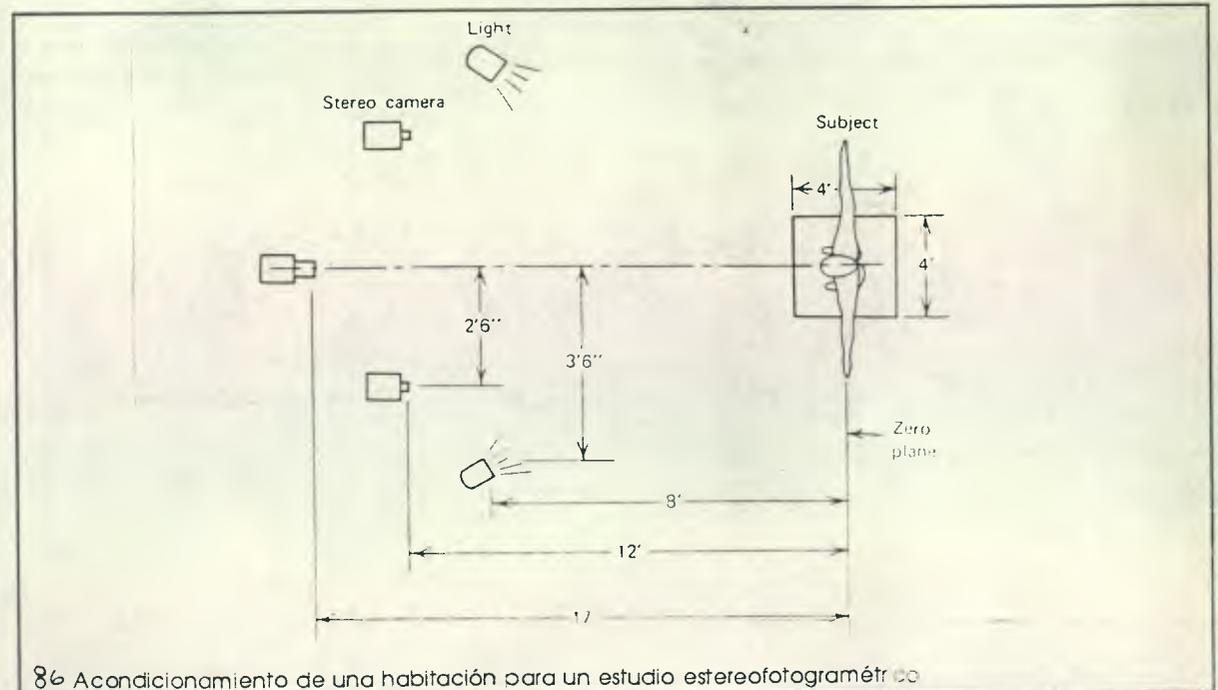
Técnica de Hertzberg, Dupertuis y Emanuel.

El aparato utilizado por Hertzberg et al. (1957) consistía en dos cámaras aéreas K-17 montadas a 3.5 pies del suelo, separadas 5 pies, y a 12 pies del plano de datos, sus ejes ópticos paralelos. Las cámaras fueron modificadas para sincronización con "flashes" electrónicos y sus lentes enfocados en el plano de datos. También se montó una cámara de formato 4 X 5, a 17 pies del plano cero entre las dos K - 17. El acondicionamiento se muestra en la ilustración 86.

El sujeto fue marcado en dos formas:

1. Con marcas para mediciones corporales que permiten la comparación de datos antropométricos directos con los datos derivados de las fotografías.

2. Con marcas puntuadas para proveer contraste entre un área y otra.



86 Acondicionamiento de una habitación para un estudio estereofotogramétrico

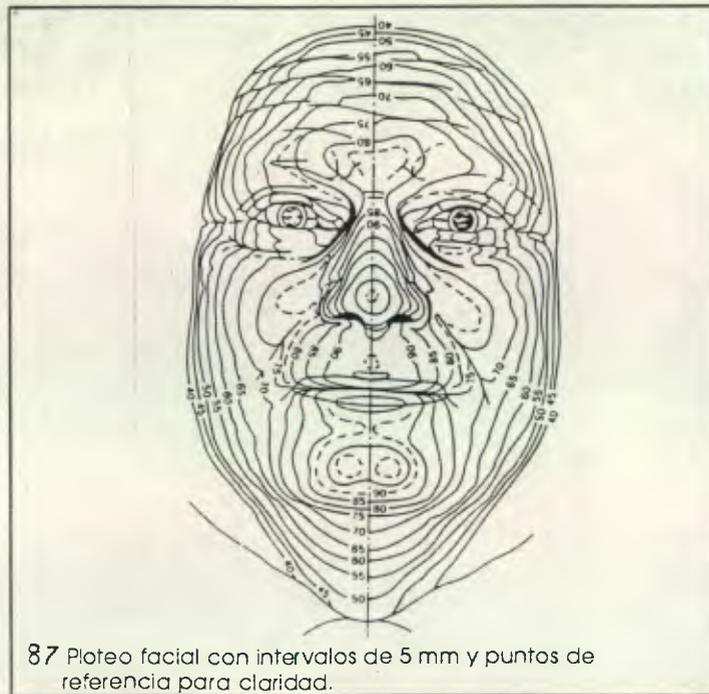
Técnica de Burke y Beard .

Burke y Beard (1967) desarrollaron una organización relativamente barata para registrar los contornos faciales que utiliza los mismos instrumentos básicos: cámara y máquina ploteadora. Ellos utilizaron dos proyectores "multiplex", adaptados de un instrumento de supervisión y ploteo aéreos. Esos proyectores normalmente proyectan una serie de sobreposiciones de transparencias de fotografías aéreas en una superficie plana usando alternadamente fuentes de luz de color rojo y azul. Observando las imágenes con lentes que tienen un lente rojo y el otro azul, el operador entrenado mentalmente funde esas imágenes para una impresión tridimensional.

La altura correcta es registrada en una regla de Vernier, utilizando una fuente de luz puntual que parece flotar sobre o debajo de la superficie; cuando el "punto flotante" apenas se posa en la superficie de la imagen tridimensional, se anota el dato. De esta

forma un operador experimentado puede construir un mapa de la cara a partir de fotografías cuidadosamente preparadas consistiendo en un número de líneas de contorno relacionadas al plano de datos, como se muestra en la figura 87. Este es un proceso lento; "las alturas de los puntos" de referencia pueden ser registrados rápidamente. Las técnicas modernas con el auxilio de computadoras pueden facilitar grandemente y aumentar la velocidad de la reducción de datos.

La exactitud del método fue investigada utilizando un modelo de la cara hecho de yeso, por medio de mediciones hechas de varias alturas puntuales en el modelo de yeso. Al comparar esas mediciones con mediciones micrométricas de los mismos puntos, se encontraron diferencias de menos de un milímetro.



87 Ploteo facial con intervalos de 5 mm y puntos de referencia para claridad.

Bibliografía consultada

American Institute of Architects, **Metric Building and Construction Guide**, United States of America, John Wiley & Sons, 1980, First edition.

Ashley, Montagu, M.F., **A hand book of anthropometry**, United States of America Charles C. Thomas Publisher, 1960, First edition.

Conescal, **Mobiliario básico escolar**, México, Ediciones Mar y Pesca, 1979, Primera edición.

Conescal, **Mobiliario escolar**, México, Ediciones Mar y Pesca, 1970, Primera edición.

Count, Earl W., **Dinamic Anthropometry, Anals of the New York Academy of Sciences**, United States of América, Roy Waldo Miner, 1955, First edition.

Croney, John, **Antropometría para diseñadores**, España, Gustavo Gili, S.A., 1978, Primera edición.

Dorfles, Gillo, **El Diseño Industrial**, España, Salvat Editores, S. A., 1975, Primera edición en español.

Flores Alvarado, Humberto, **La estatura en la clasificación morfológica**, Guatemala, Instituto Indigenista Nacional, no indica año, no indica edición.

Gardner, Weston; Osburn, William, **Anatomía Humana**, México, Nueva Editorial Interamericana, S. A., 1975, Segunda edición en español.

Hall, Edward T., **La dimensión oculta**, México, Siglo Veintiuno Editores, S.A., 1978, Cuarta edición.

Hope, Frederick, **Glasgow Medical Journal**, Inglaterra, no indica editorial, no indica año, no indica edición.

Kira, Alexander, **The bathroom**, United States of America, Bantam Books, 1977, First edition.

Montagú, M. F. Ashley, **A handbook of anthropometry**, United States of America, Charles C. Thomas. Publisher, 1960, First edition.

Roebuck, John A; Kroemer, K.H.E & Thomson, W. Gary, **Engineering Anthropometry Methods**, United States of America, John Wiley & Sons, 1975, First edition.

Uriarte, Pedro, **Condiciones del trabajo y desarrollo humano**, España, Iberico Europea de Ediciones, S.A., 1975, Primera edición.

Woodson, Wesley E. & Conover, Donald W., **Human engineering guide for equipment designers**, United States of America, University of California, 1964, Second edition.

Fuente de figuras

Las figuras 78, 79, 64, 65, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, fueron tomada del libro Humanscale™ 7/8/9, de Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R. & Harman, David.

La figura 58, fue tomada del libro El Diseño Industrial, Dorfles, Gillo.

La figura 80 fue tomada del libro Anatomía Humana, de Gardner, Weston & Osburn, William.

Las figuras 85, 86, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 87, 81, 82, 83, 84, fueron tomadas del libro Engineering Anthropometry Methods, de Roebuck Thomson, John; A. Kroemer, K.H.E & Thomson, W. Gary.

Las figuras 69, 66, 67, 68, fueron tomadas del libro Human engineering guide for equipment designers, de Woodson, Wesley E & Conover, Donald W.

CAPÍTULO 3

Capítulo 3	81
Puntos de referencia	83
Relación antropometría - diseño	89
Plantillas de dibujo de figura humana	95
El puesto de trabajo	97
La cocina	98
Bibliografía Capítulo 3	102
Fuente de figuras	103

En el desarrollo de los capítulos que anteceden, se ha expuesto generalidades de las investigaciones antropométricas. En el presente capítulo se hace especial énfasis en las posibilidades de aplicación práctica, de los resultados de investigaciones antropométricas en casos específicos de dimensionamiento: micro diseño y diseño arquitectónico.

Puntos de referencia:

Un modelo o imagen mental provee la base para comparar, estimar y para abstraer datos. Muchas imágenes mentales tienen aproximaciones de medidas conectadas con ellas.

Para que las dimensiones cobren un significado, se requiere generar "puntos de referencia" por medición directa o comparación y ser suplementadas con trabajo directo en ejemplos con medidas y cálculos.

Una de las formas más rápidas y significativas para desarrollar imágenes mentales, se logra al establecer puntos personales de reconocimiento, basados en el tamaño y peso de las personas. Por ejemplo: su propia masa (peso) expresada en libras, puede ser establecida fácilmente y proporciona un valor de referencia útil para relacionar la masa de los objetos. Las dimensiones corporales cambian menos que la masa (peso) y son importantes puntos de referencia para juzgar dimensiones, particularmente en el dimensionamiento de objetos y espacios.

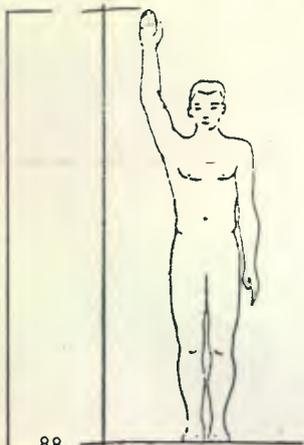
Cada persona puede desarrollar puntos personales de reconocimiento para hacer más significativo su entorno; por ejemplo, realizar mediciones corporales y consignar los datos en una hoja de referencia. Esos valores una vez establecidos, difícilmente serán olvidados.

Es importante destacar que los valores de las dimensiones de los segmentos corporales en una medición personal, representan datos útiles de diseño válidos únicamente para la persona medida y no pueden ser tomados como datos universalmente válidos o como estándares de diseño. En términos generales al diseñar para un grupo de usuarios que se desconoce, las dimensiones se deben considerar desde un punto de vista funcional: por ejemplo las dimensiones de las personas de los percentiles menores, deben ser usadas para definir los límites de alcance, y las dimensiones de las personas de los percentiles grandes deben ser usadas para definir espacios.

Es importante hacer notar que los datos antropométricos representan estadísticas y las múltiples dimensiones no pueden ser combinadas para "crear" un solo cuerpo humano.

En el anexo tres se incluyen dos gráficas que contienen los resultados de amplias investigaciones realizadas por Niels Difrient, Alvin R. Tilley y David Harmann, presentados en el manual denominado Humanscale™ 7/8/9. Las gráficas contienen los datos del 2.5, 50, y 97.5 percentiles, de la población masculina y femenina de los Estados Unidos expresadas en centímetros.

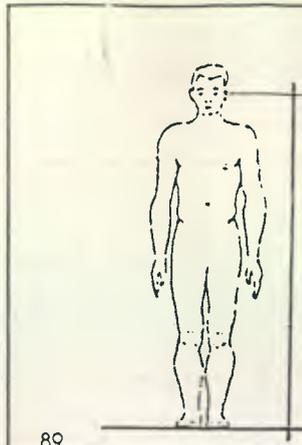
Se presenta a continuación, un conjunto de gráficas que contienen síntesis de figura humana, indicando la dimensión de un segmento corporal específico y se indican algunas de las posibilidades de aplicación, en el diseño de mobiliario y dimensionamiento de elementos arquitectónicos. Las figuras se representan gráficamente sin ropa, con el objetivo de señalar con precisión los puntos de referencia que se han utilizado para la realización de las mediciones.



88

Alcance vertical

Diseño arquitectónico: altura menor de pichacha de ducha; altura mínima de lámparas de techo.

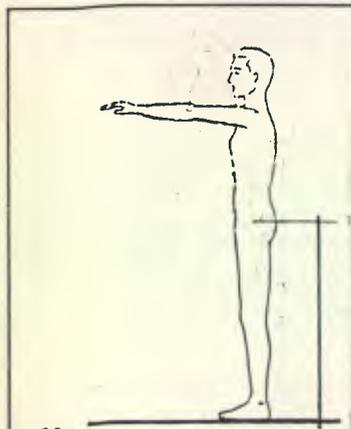


89

Altura de los ojos

Diseño de mobiliario: librerías, estantes, anaqueles.

Diseño arquitectónico: referencia para diseño de ventanería, muros, tabiques.

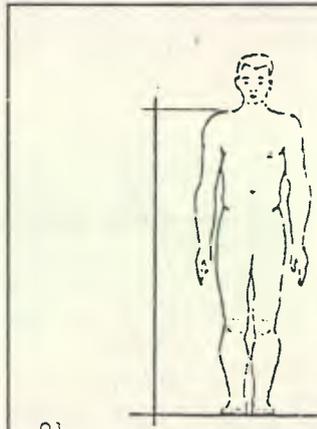


90

Altura de la articulación de la pierna

Diseño de mobiliario: límite inferior del área de trabajo liviano y límite superior del área de trabajo pesado; altura de mostradores; altura de gabinetes; altura de superficie de trabajo baja; altura de mostrador; altura de tablas de planchar.

Diseño arquitectónico: altura del borde superior del lavabo.

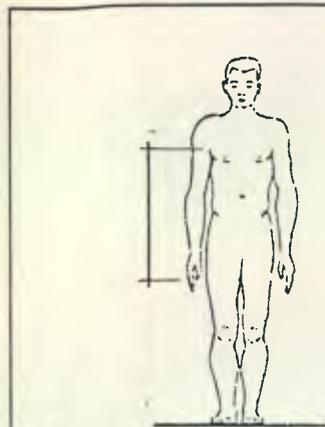


91

Altura del hombro

Diseño de mobiliario: límite superior de zona de control óptimo; en combinación con la altura de los ojos y sus ángulos de visibilidad, permiten determinar la altura de la zona más apropiada para colocar controles.

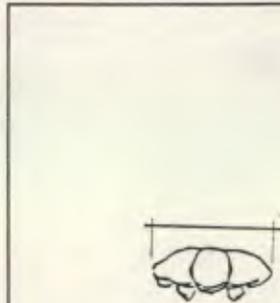
Diseño arquitectónico: altura de tabique que permite visibilidad estando de pie, y no la permite estando sentado.



92

Longitud axila extremo del dedo pulgar

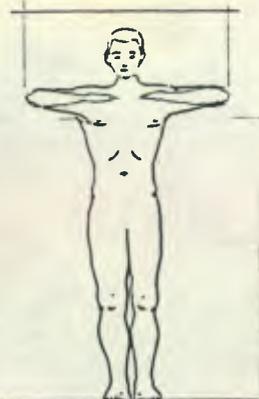
Diseño de mobiliario: alcance máximo.



93

Ancho total

Diseño arquitectónico: circulación.



Longitud entre codos

Diseño de mobiliario: área de trabajo máxima

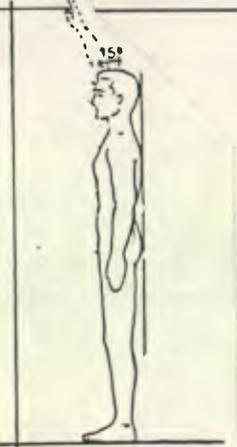
94



Ancho facial

Diseño arquitectónico: barreras físicas.

95

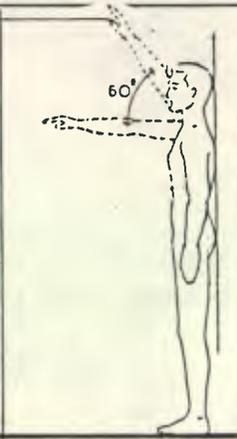


Alcance vertical 75° - 15°

Diseño de mobiliario: alcance comfortable alto.

Diseño arquitectónico: extremo superior de espejo, altura de puertas, agarre funcional.

96

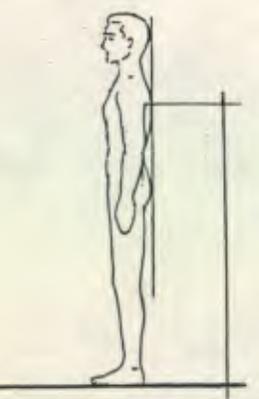


Alcance vertical 60° - 30°

Diseño de mobiliario: altura de colgador de ropa, entrepaño alto.

Diseño arquitectónico: alcance frontal alto.

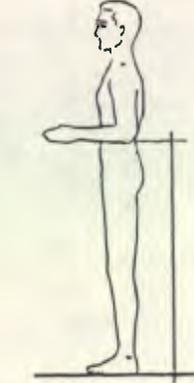
97



Altura de la axila

Diseño arquitectónico: límite inferior de zona óptima para exhibición.

98

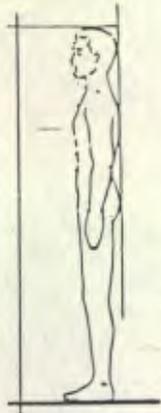


Altura del codo

Diseño de mobiliario: altura de superficies de escritura; altura de mostradores altos; altura apropiada para control manual; altura de barras.

Diseño arquitectónico: altura de tabiques que permiten visibilidad; límite inferior de zona de control óptima, límite superior del área de trabajo liviano, altura de llaves de ducha, altura para colocar interruptores; altura de manubrios para puertas.

99



Estatura

Diseño arquitectónico: altura de tabiques que no permiten visibilidad; extremo superior de espejos; parte superior de exhibiciones murales; extremo superior del área óptima de exhibición; espacio libre debajo de la ducha.

100



Alcance frontal máximo

Diseño de mobiliario: límite del área máxima de trabajo, profundidad de muebles (gabinetes, mostradores).

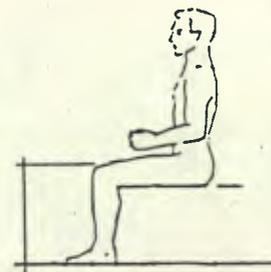
101



Longitud codo-dedo

Diseño de mobiliario: radio de área de trabajo normal.

102



Altura de la rodilla

Diseño de mobiliario: altura de colocación de elementos bajo la superficie de trabajo.

103

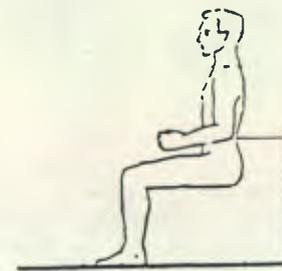


Altura del poplíteo (parte interior de la rodilla)

Diseño de mobiliario: altura de la superficie de asiento (sillas); altura de cama; altura de mesas para café..

Diseño arquitectónico: altura máxima de contrahuella en graderío; altura para colocación del entrepaño más bajo.

104



Altura del codo

Diseño de mobiliario: altura de la superficie de mesa para máquina de escribir.

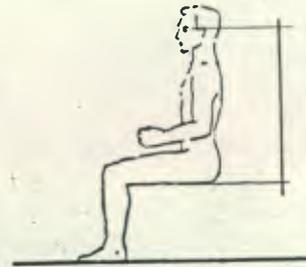
105



Longitud hombro-asiento

Diseño arquitectónico: graderío.

106

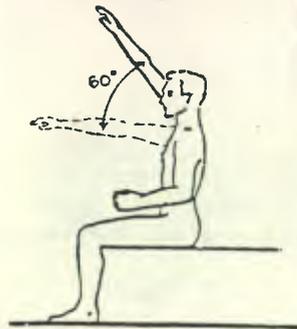


Longitud ojos-asiento

Diseño de mobiliario: punto de referencia del campo visual.

Diseño arquitectónico: referencia para la colocación de señales de emergencia.

107

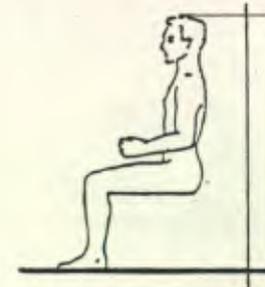


Alcance vertical 30-60

Diseño de mobiliario: altura del entrepaño más alto.

Diseño arquitectónico: agarrador funcional.

108



Altura sentado

Diseño arquitectónico: graderío.

109



Alcance del brazo

Diseño de mobiliario: área máxima de trabajo

110

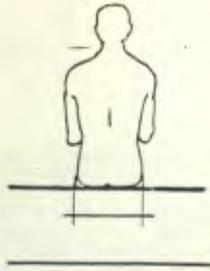


Longitud nalga- popliteo

Diseño de mobiliario: dimensión de superficie de asiento.

Diseño arquitectónico: graderío.

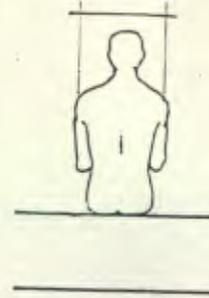
111



Ancho de caderas

Diseño de mobiliario:
dimensionamiento de superficies de
asiento (sillas).

112



Ancho bi-acromial

Diseño de mobiliario:
dimensionamiento de respaldos de
sillas.

Diseño arquitectónico: circulación.

113

Relación Antropometría-Diseño:

Dentro del proceso teórico-conceptual del diseño en tres etapas, presentado por los arquitectos Guerrero y Serrano, plantean el concepto de determinantes, y lo definen como "elementos que condicionan natural o estructuralmente un proceso de reflexión que involucra la satisfacción de una demanda espacial."

Identifican dos tipos: 1- Determinantes Primarios: que comprenden las condiciones naturales, no atribuibles al hombre, y 2- Determinantes Estructurales: que comprenden las condiciones de orden creado, atribuibles al hombre.

Agregan que "los niveles que se generan van desde las necesidades vitales de sobrevivencia (comer - habitar) a través de las escalas de comportamiento espacial de orden biológico, físico, y psíquico; hasta las escalas de comportamiento espacial de orden social, económico, histórico y cultural. La presencia de los determinantes en el proceso descriptivo - reflexivo en el diseño es de carácter permanente; tanto por su naturaleza intrínseca, como por las condiciones que genera. Las escalas de comportamiento espacial están inmersas dentro de determinantes y actúan en conjunto. En su orden se clasifican como sigue:

-Escala biológica: comprende a la antropometría; la ergonomía y la proxémica.

-Escala psíquica : comprende a las actitudes y actividades del ser humano como unidad de base, en respuesta a un estímulo.

-Escala física: comprende la geografía; ecología (clima, declinación solar); topografía en respuesta al consumo del espacio por el ser humano.

-Escala social: comprende a la comunicación social; la segregación social y ecológica como consecuencia del consumo del espacio por los seres humanos.

-Escala económica: comprende las influencias que ocurren en el modo de producción sobre el consumo del espacio; la rentabilidad del suelo; las normas de construcción.

-Escala histórica: comprende el reciclaje de los procesos.

-Escala cultural: comprende a la influencia continuada.

De los elementos comprendidos dentro de la escala biológica, el presente trabajo trata exclusivamente el tema de la antropometría, para inferir su influencia en el dimensionamiento de objetos, mobiliario y espacios habitables, para cumplir funciones específicas, con el fin de satisfacer necesidades del humano.

El espacio funcional que el humano ocupa en cualquier actividad, se describe en función de su forma, dimensiones y alcances del cuerpo.

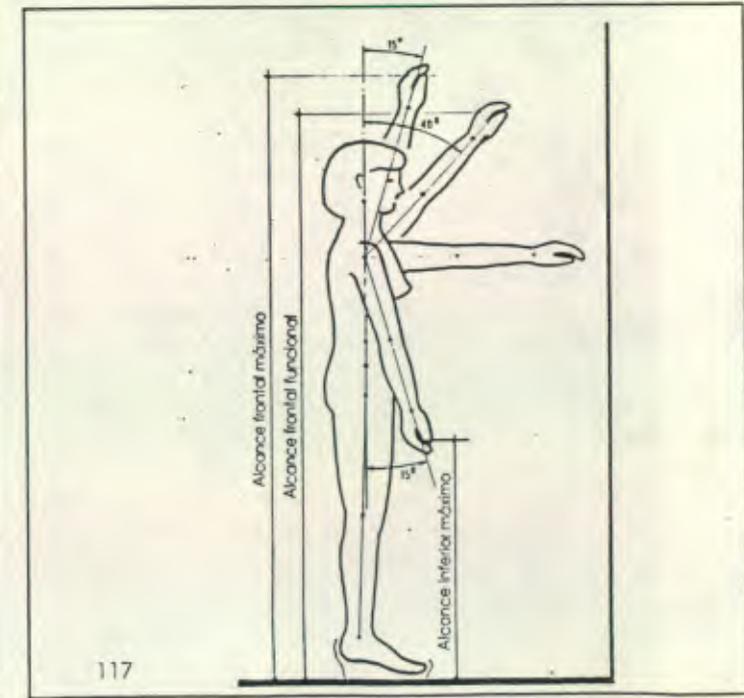
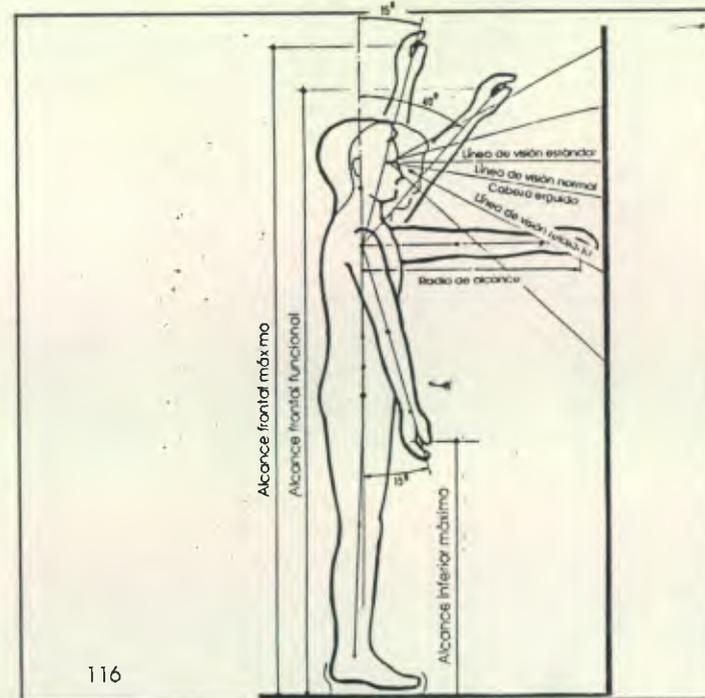
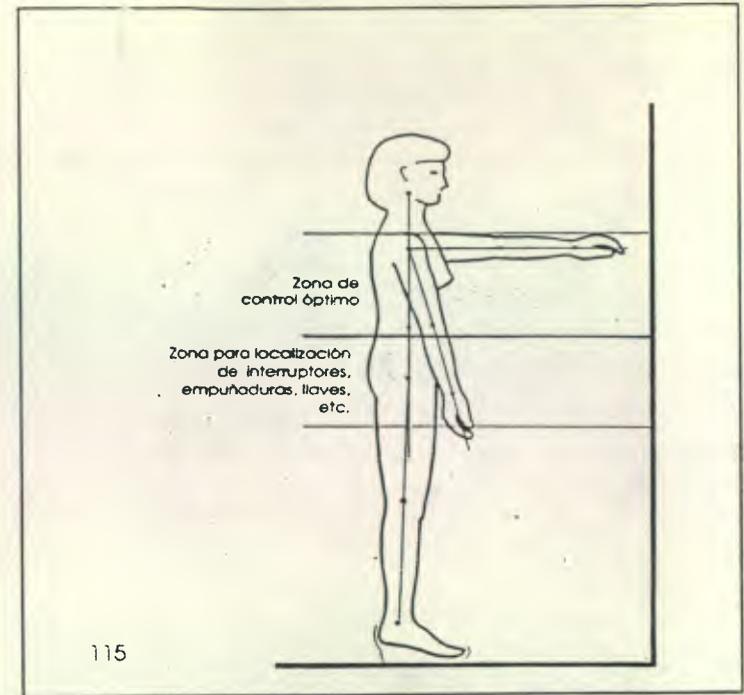
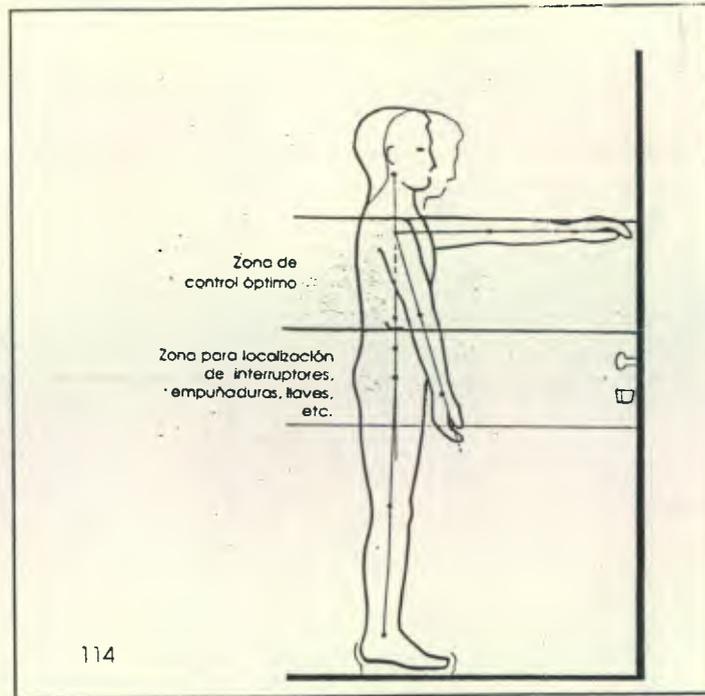
Un análisis gráfico permite establecer la correlación inmediata entre las dimensiones corporales y el dimensionamiento de objetos. Las gráficas definen puntos de referencia en representaciones gráficas de la figura humana masculina y femenina.

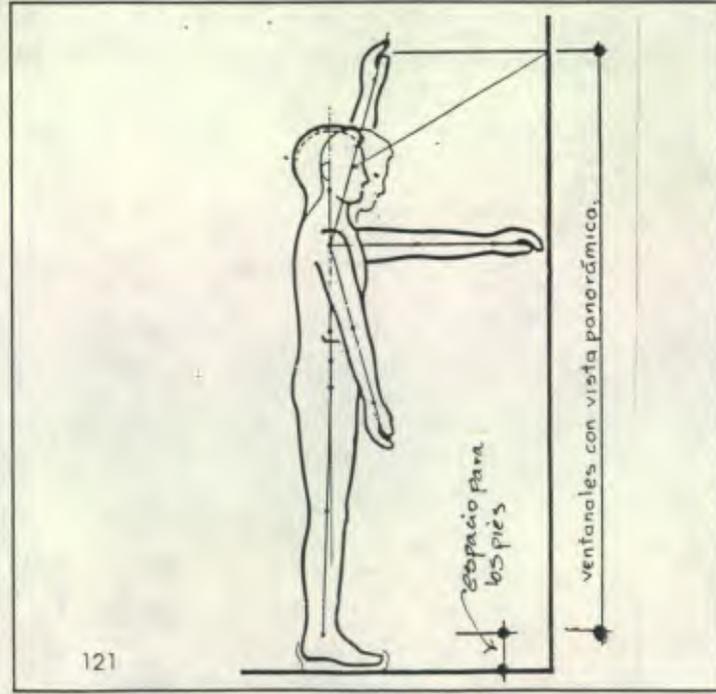
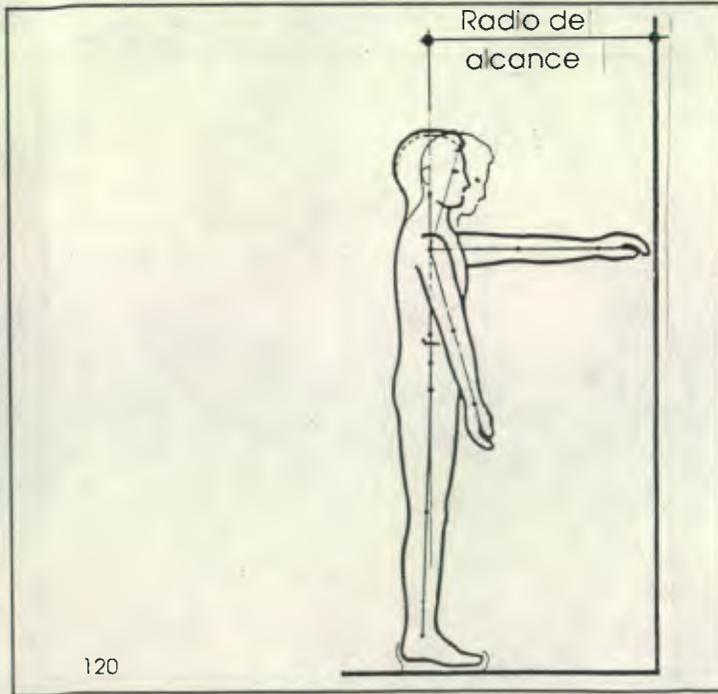
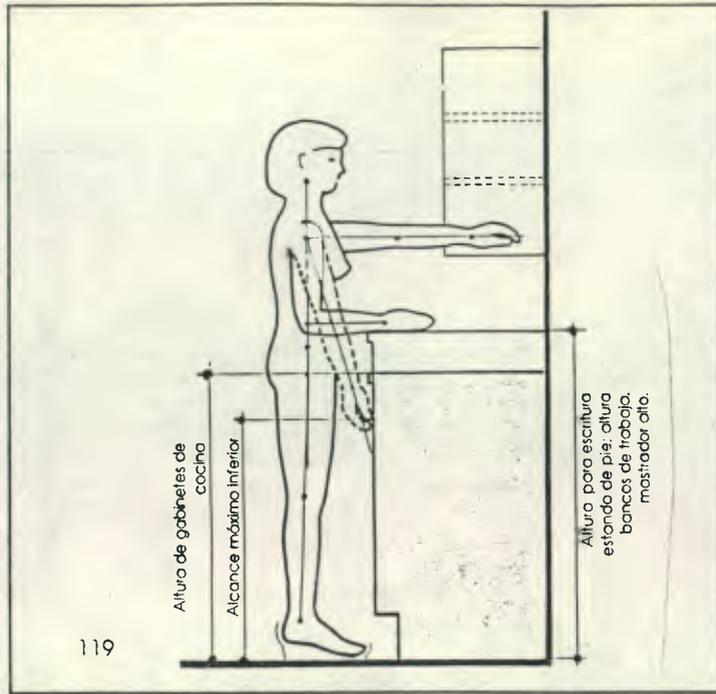
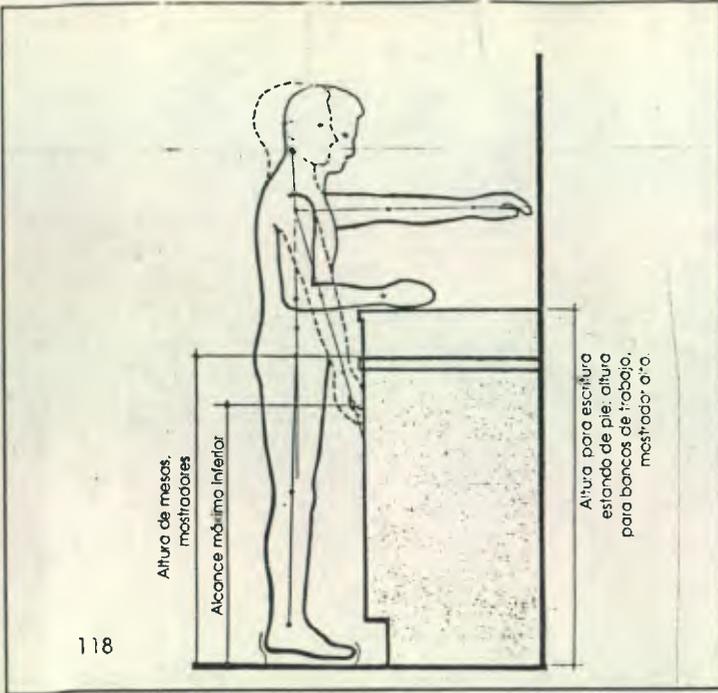
Se presentan a continuación algunos puntos de referencia y su aplicación directa para el diseño de mobiliario, ocupación de espacio y dimensionamiento de elementos arquitectónicos.

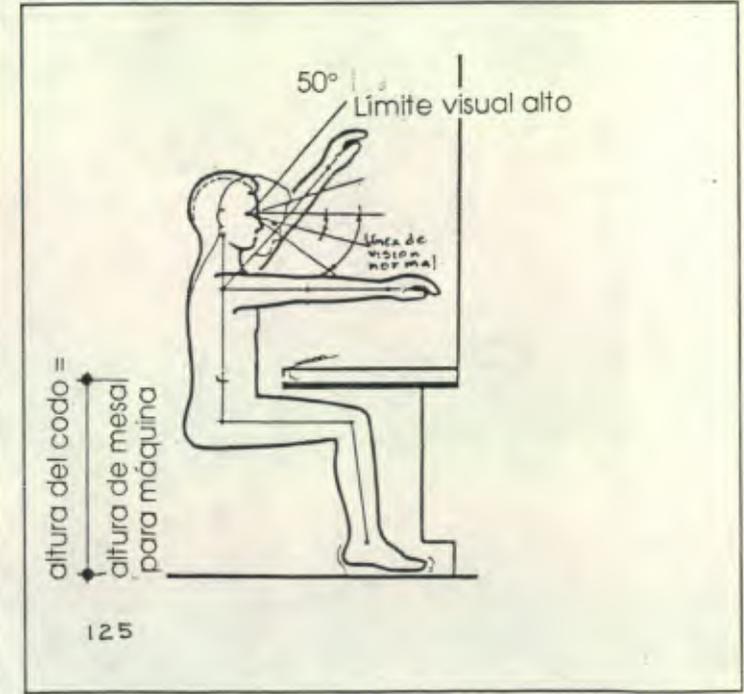
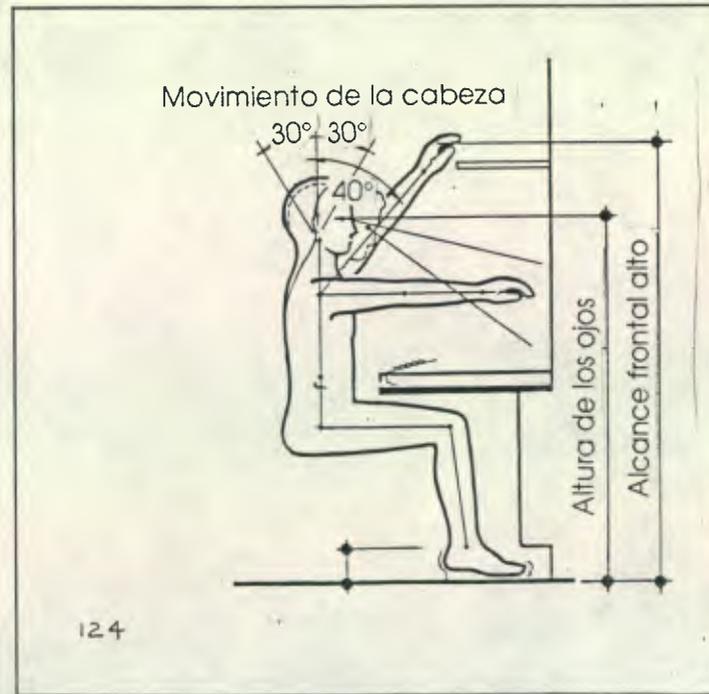
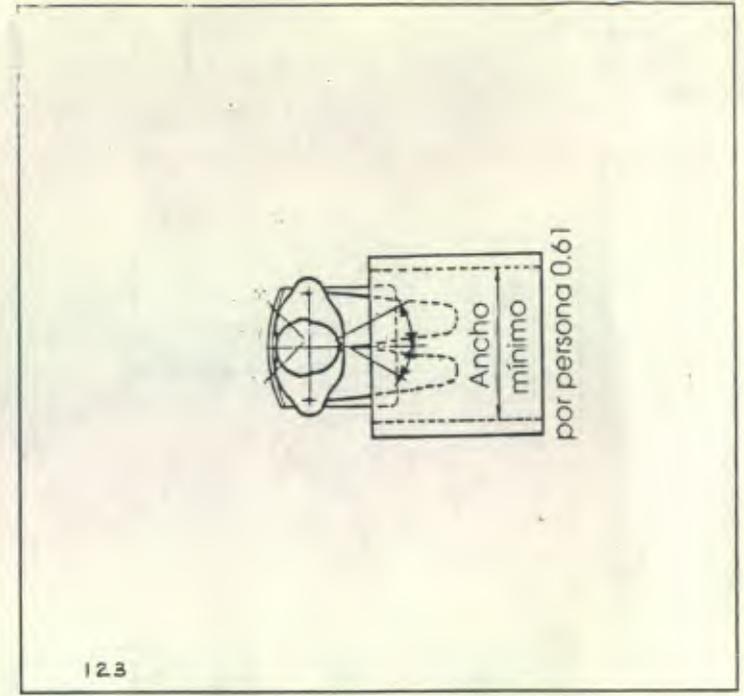
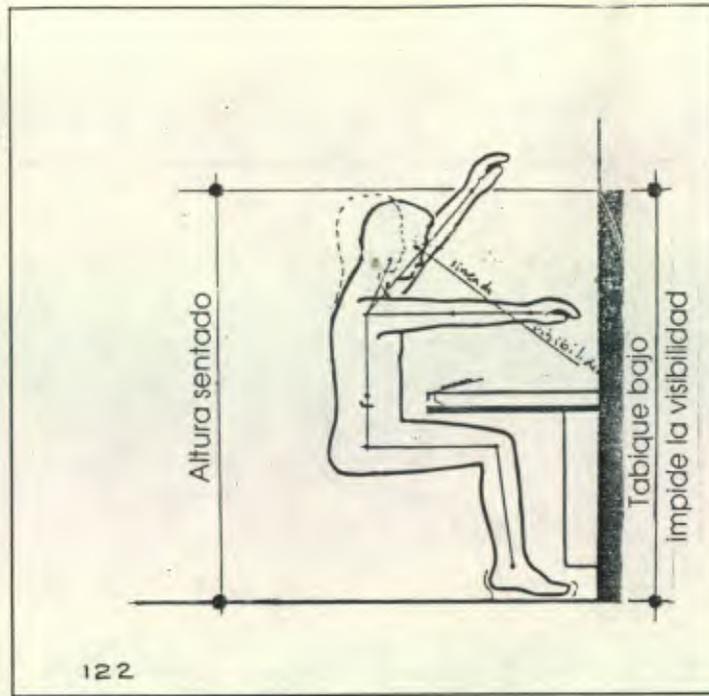
-Altura de los ojos, determinante de las áreas que quedan comprendidas dentro de los ángulos de visibilidad y que en combinación con otros puntos de referencia permiten determinar por ejemplo el área óptima de trabajo, la localización de la zona de control óptimo, el área óptima de exhibición.

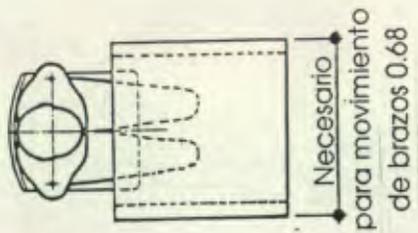
-Altura del codo, cuya dimensión resulta ser una de las determinantes de la altura más cómoda para la escritura estando el sujeto de pie, además de representar el límite superior de la zona de trabajo liviano.

-Altura de la articulación de la pierna, que es un indicador del límite inferior de la zona de trabajo liviano y límite superior de la zona de trabajo pesado.

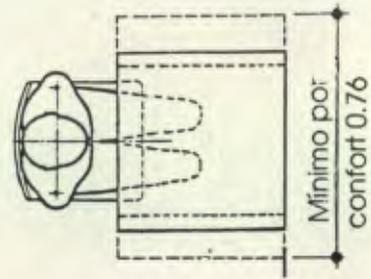




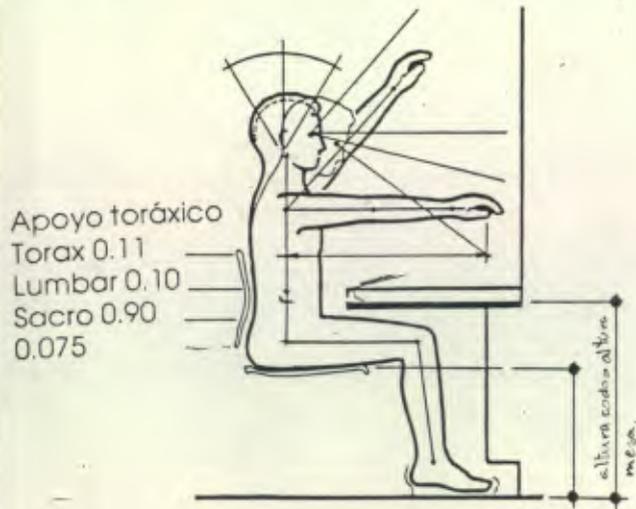




126

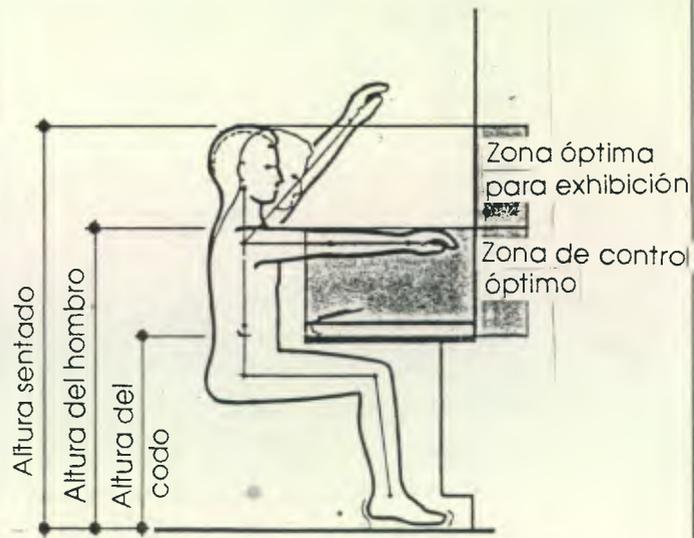


127



Apoyo torácico
Torax 0.11
Lumbar 0.10
Sacro 0.90
0.075

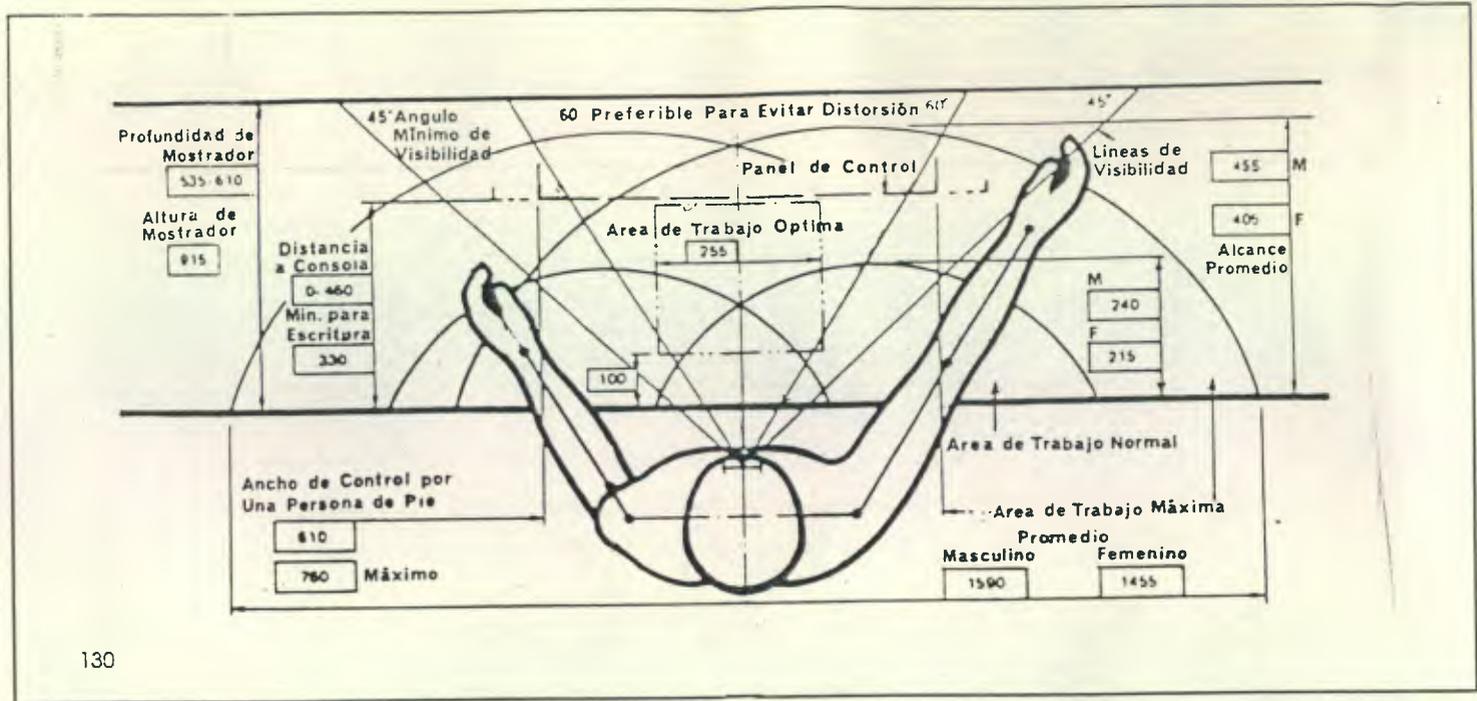
128



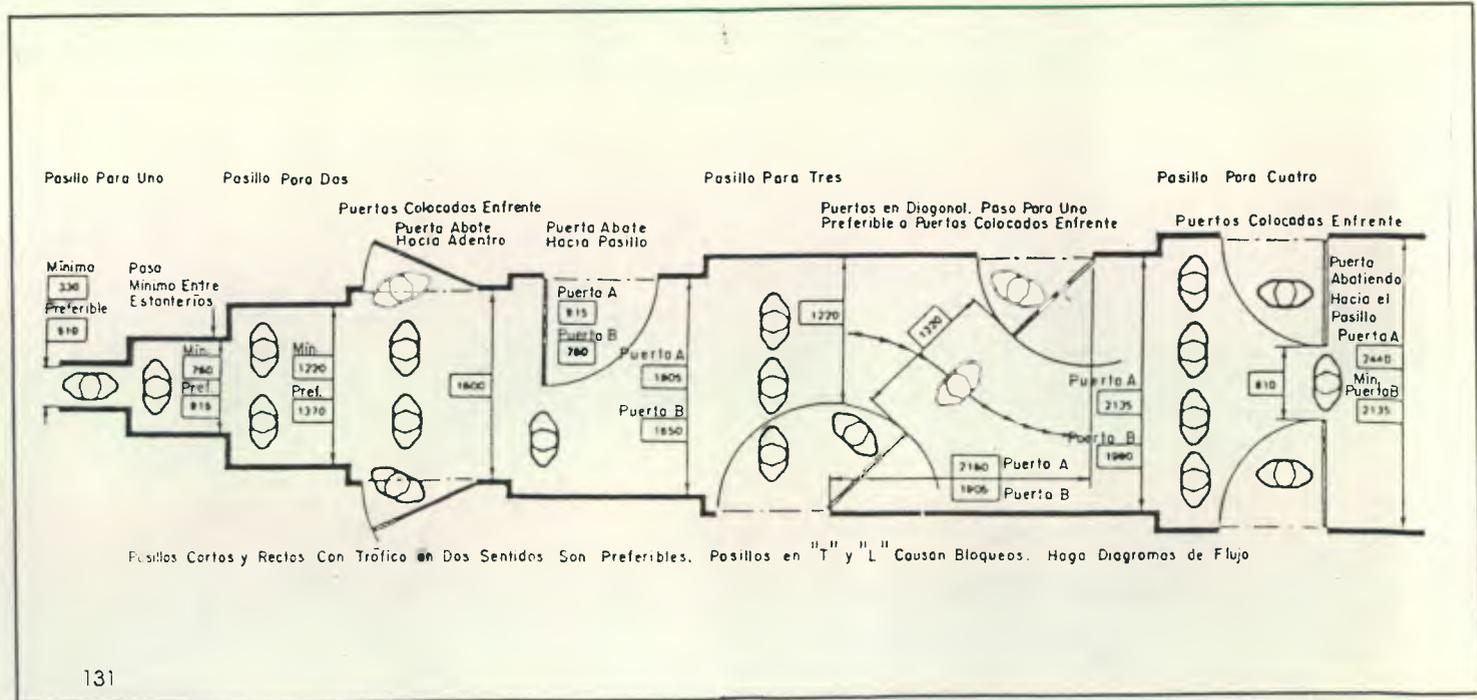
Altura sentado
Altura del hombro
Altura del codo

Zona óptima
para exhibición
Zona de control
óptimo

129



130



131

Plantillas de dibujo de figura humana.

Plantilla de dibujo a escala 1:10.

La construcción de modelos a escala de figura humana, es recomendable en los estados iniciales de diseño. Permite facilidad en la expresión gráfica de la figura humana, y la posibilidad de colocar la plantilla en casi cualquier posición que es alcanzable por el ser humano. La exactitud y precisión permiten la facilidad de manejo de medidas. Tienen la ventaja de proporcionar respuestas inmediatas a preguntas precisas a pesar de que es una representación bidimensional del humano, y que el nivel de precisión de movimiento que es posible darle tiene limitaciones por escala.

Se recomienda hacer una fotocopia de la hoja en acetato para fotocopidora, de manera que se tiene una imagen fiel de los distintos segmentos que conforman la plantilla.

Debido a que el acetato es relativamente delgado, es fácil de cortar con tijeras o seguir el contorno con cuchilla bien afilada. Es necesario destacar que de la precisión del corte dependerá en gran medida la precisión de los dibujos que con la plantilla se realicen.

En el trazo de la plantilla se pueden intuir las partes que deben quedar unidas, pues están indicadas por forma y por la localización de las áreas destinadas a las perforaciones.

Las perforaciones para las articulaciones pueden ser desbastadas con la punta de una cuchilla perforadas con un punzón.

Los segmentos que deben ir juntos se pueden pegar con pegamento transparente de contacto. (inclusive se puede emplear el "Rubber Cement").

La mejor forma que se ha encontrado para la realización del ensamble de las articulaciones es con la protuberancia de un broche de presión, a la que se le ha eliminado el borde que contiene los agujeros, ya que el tamaño que tiene al eliminársele este borde permite realizar la unión sin obstruir la visibilidad.

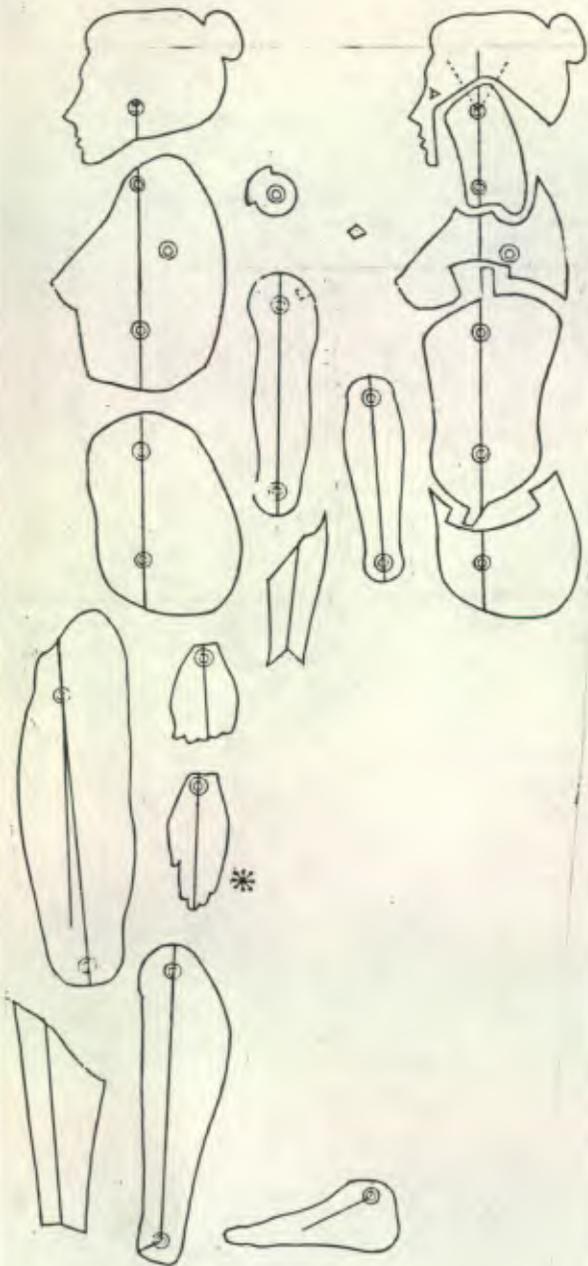
Cuando ya se han colocado todas las piezas que componen una articulación en el broche modificado, se puede remachar la unión con pequeños golpes de martillo.

Debido al cuidadoso diseño de las piezas que componen las articulaciones, éstas permiten tener una idea de los movimientos máximos capaces de ser alcanzados por el cuerpo humano en condiciones normales.

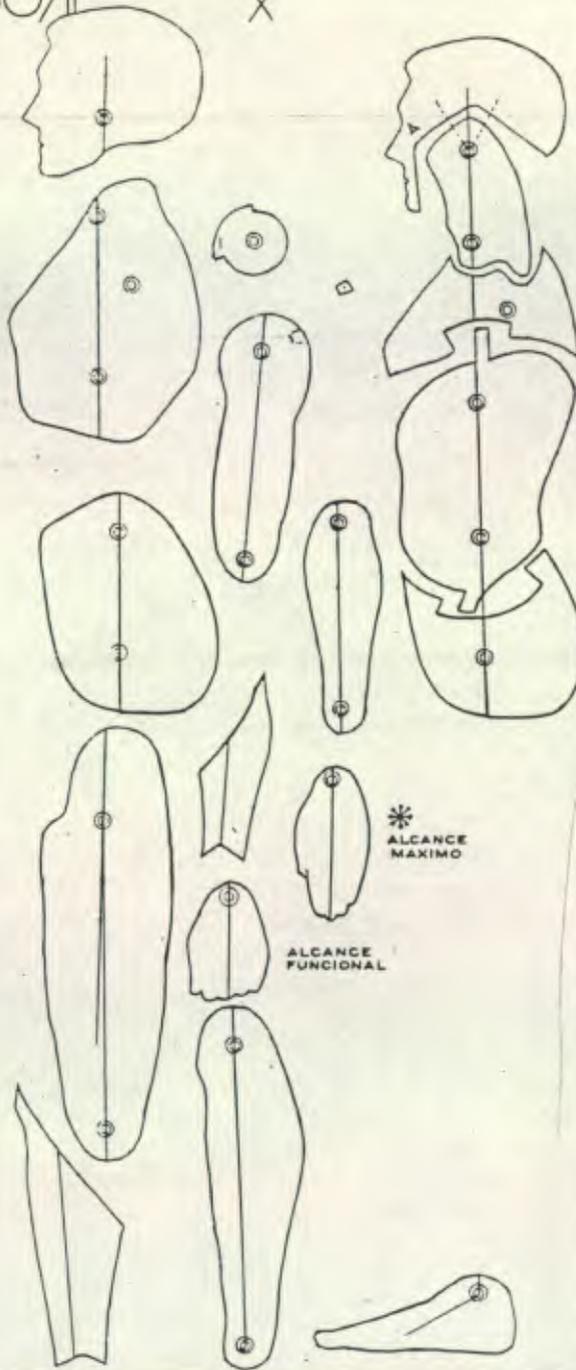
El diseño de las articulaciones fue tomado del libro Engineering Anthropometry Methods, de Roebuck, Kroemer y Thomson, los dibujos del contorno del cuerpo, el traslado de las figuras a escala según las dimensiones de los distintos percentiles, es obra del autor del presente trabajo.

Se presentan a continuación tres modelos de plantillas, la primera representa el 97.5 percentil masculino, la segunda el 50 percentil de población tanto masculina como femenina y la tercera representa el 2.5 percentil del grupo femenino.

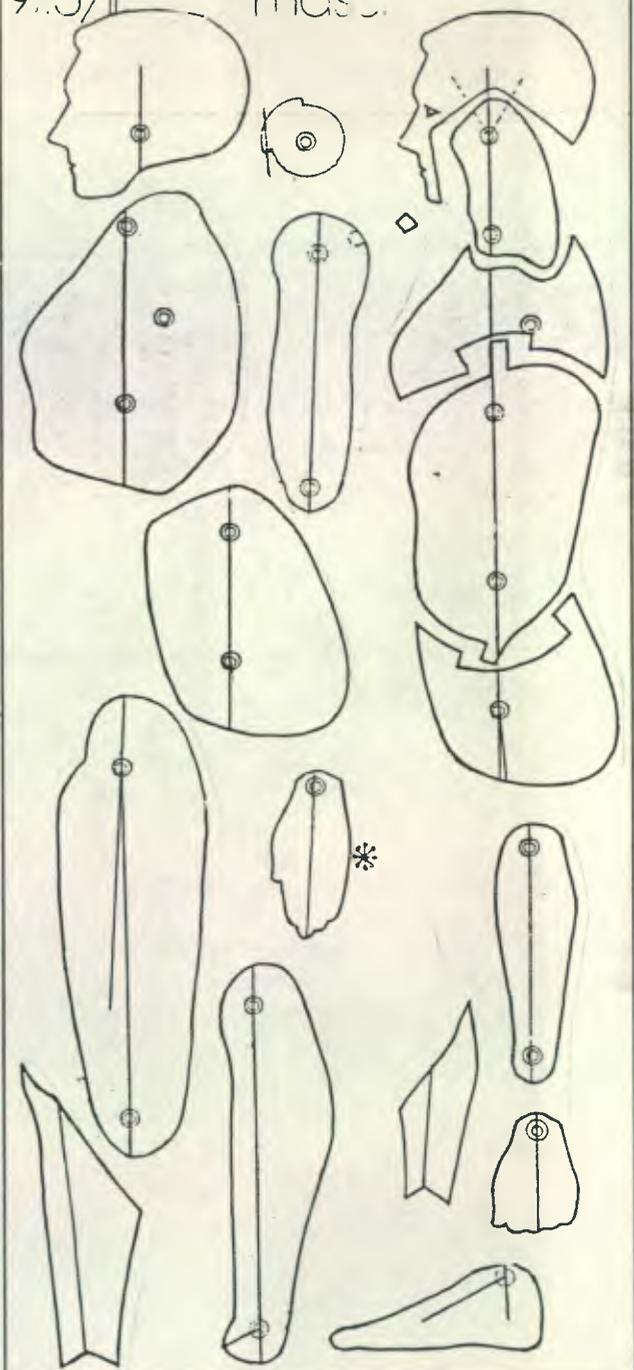
2.5%|| fem.



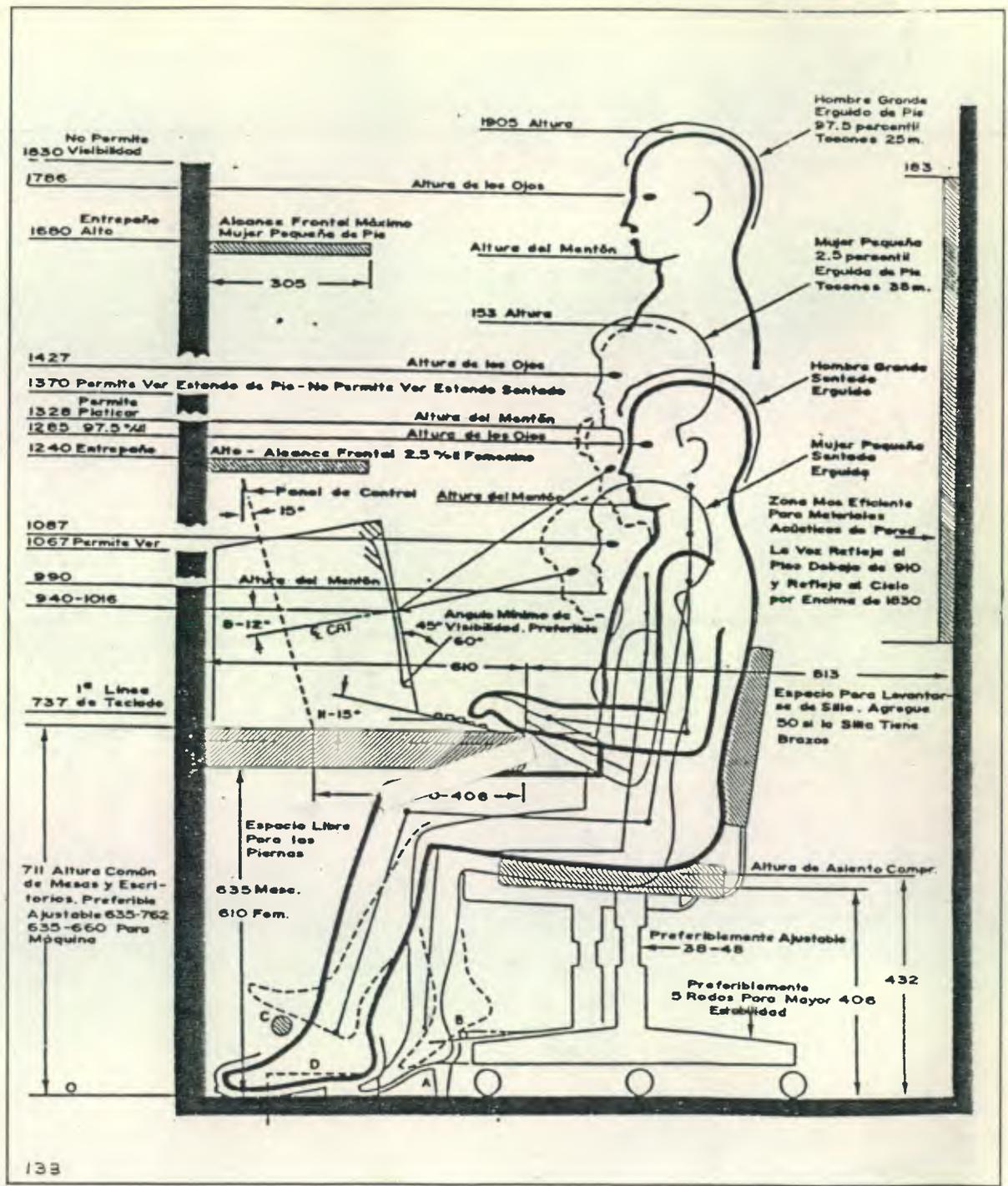
50%|| \bar{x}



97.5%|| masc.



EL PUESTO DE TRABAJO



Se plantean en este capítulo algunas aplicaciones para inferir los requerimientos de consumo de espacio de otras actividades. Se desarrolla como ejemplo la cocina, por las posibilidades pedagógicas que ésta presenta.

La cocina.

Su estudio facilita un ordenamiento del razonamiento al investigar los espacios o puestos de trabajo y determinar los requerimientos de dimensionamiento en las diversas actitudes y actividades que en ese espacio se desarrollan, se hace especial énfasis en la determinación de las alturas de trabajo, en función de las dimensiones del cuerpo del usuario.

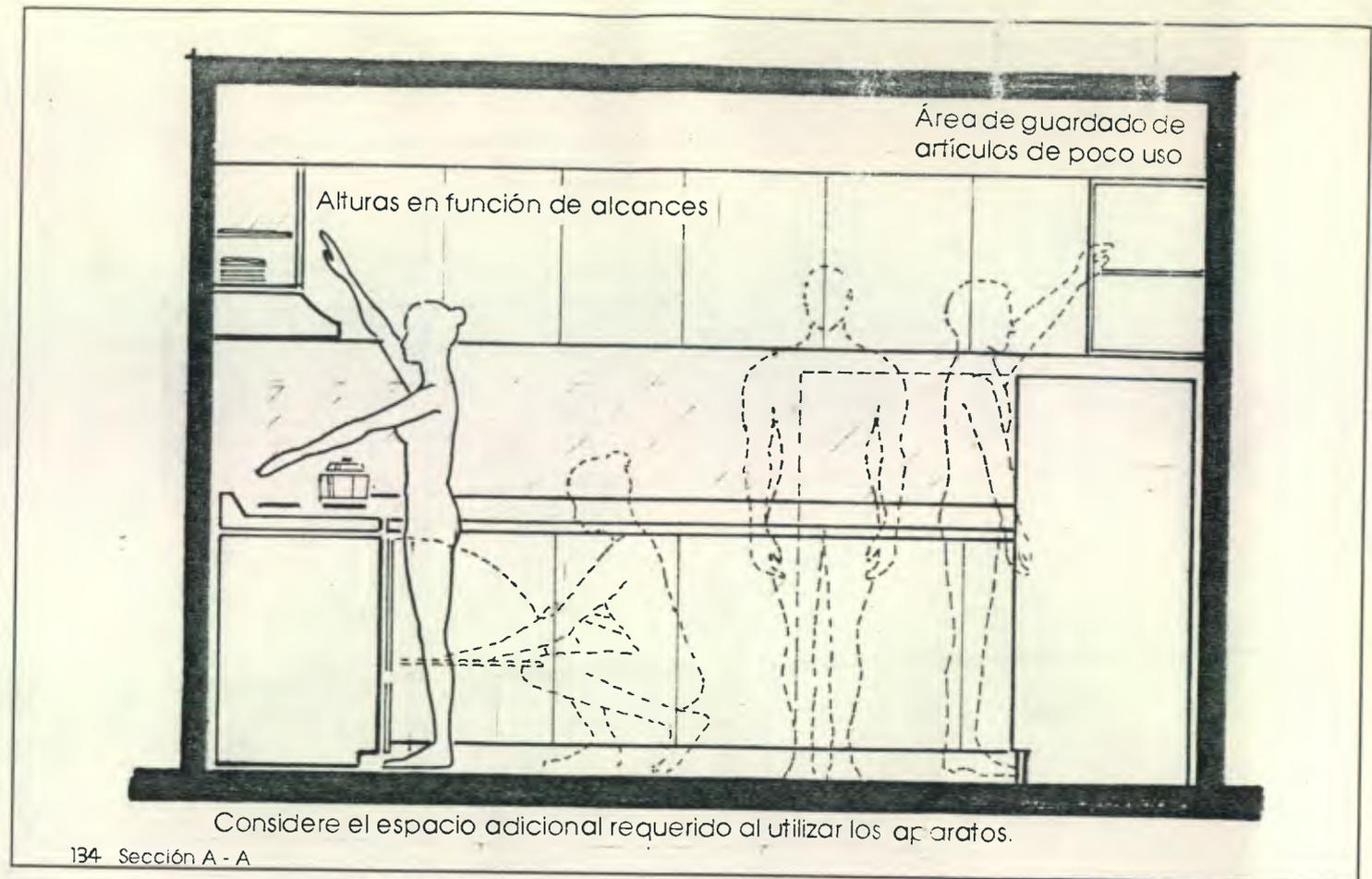
A partir del análisis de una persona en una actividad específica se puede definir:

-el espacio mínimo para que el usuario pueda realizar los movimientos necesarios en forma satisfactoria;

-cómo se multiplican los requerimientos de espacio al incrementarse el número de usuarios;

-hasta que punto pueden existir traslapes en las áreas de trabajo y en las de circulación;

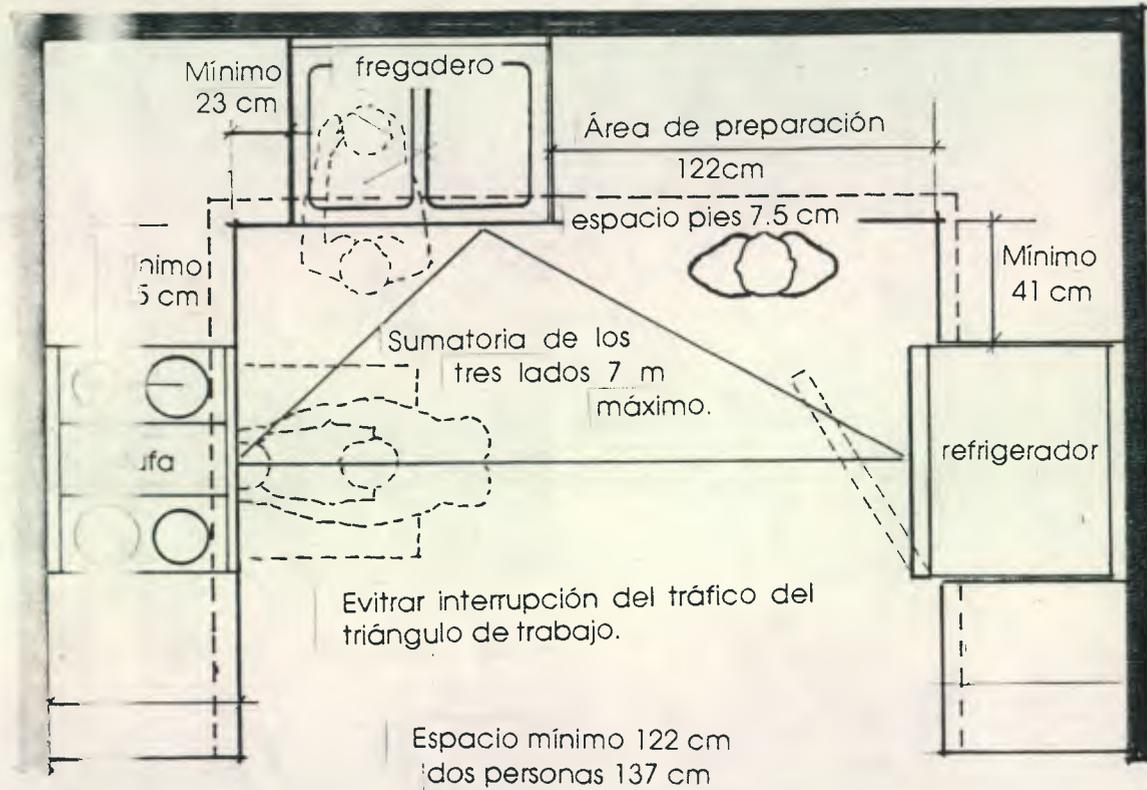
-el consumo de un espacio de mayores dimensiones por personas



que utilizan el espacio.

El análisis gráfico de las actividades más comunes que se desarrollan en la cocina, permite ejemplificar la determinación de las alturas de trabajo en función de las dimensiones del humano, y permite visualizar el incremento de requerimiento espacial en función de la participación de más personas.

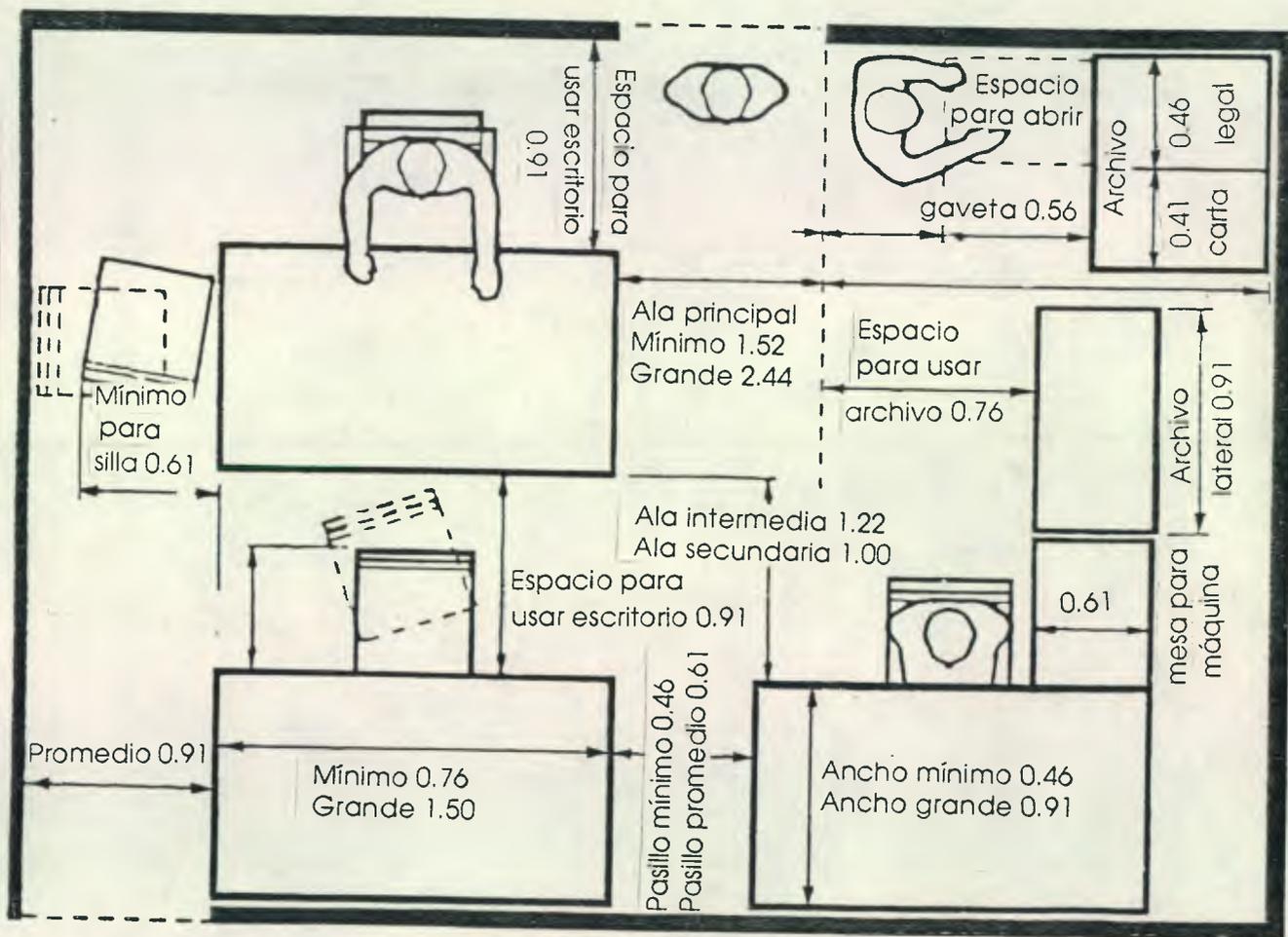
Se ejemplifica la secuencia de movimientos que determinan el consumo mínimo de espacio para realizar una actividad específica, y que en conjunto determinan el espacio mínimo que satisface las necesidades planteadas.



La oficina.

En un segundo ejemplo se presentan las posibilidades de combinación de trabajo de pie y sentado, además de confrontar las proporciones y dimensiones de la figura humana, de los percentiles máximo masculino y mínimo femenino, extremos de diseño cuya adecuación representa un reto para el diseñador.

Se ejemplifica el requerimiento de espacio por colocación de mobiliario y por múltiples usuarios.



13-3 Plantado una oficina que ejemplifica el espaciado entre mobiliario y sus requerimientos en función de las circulaciones.

Bibliografía consultada

American Institute of Architects, **Metric Building and Construction Guide**, United States of America, John Wiley & Sons, 1980, First edition.

Conescal, **Mobiliario Básico Escolar**, México, Ediciones Mar y Pesca, 1979, Primera edición.

Conescal, **Mobiliario Escolar**, México, Ediciones Mar y Pesca, 1970, Primera edición.

Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R. & Bardagjy, Joan C., **Humanscale™ 1/2/3**, United States of America, The MIT Press, 1979, Third Printing.

Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R & Harman, David, **Humanscale™ 4/5/6**, United States of America, The MIT Press, 1981, First Edition.

Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R. & Harman, David, **Humanscale™ 7/8/9**, United States of America, The MIT Press, 1981, First Edition.

Facultad de Arquitectura USAC, Fac. Arq. USAC, **Guía de Mediciones Antropométricas**, Guatemala, copia mimeografiada, 1980, no indica edición.

Guerrero, Erwin y Serrano, Elvin, **El Proceso Teórico Conceptual y Metodológico del Diseño en Tres Etapas**, Guatemala, Facultad de Arquitectura. USAC, 1989, Primera edición.

McCormick, Ernest J., **Ergonomía**, España, Gustavo Gili, S. A., 1980, Primera edición.

Moia, José Luis, **Como se Proyecta una Vivienda**, España, Gustavo Gili, S. A., 1976, 5 edición.

Neufert, Ernst, **Arte de Proyectar en Arquitectura**, España, Gustavo Gili, S. A., 1979, 26 Edición.

Panero, Julius y Repetto, Nino, **Anatomy for Interior Designers**, United States of America, Whitney Library of Design, 1978, Third edition.

Fuente de figuras

Las figuras 88 a 136. fueron Elaboración Propia a partir de Humanscale™ 7/8/9 de Diffrient, Niels; Tilley, Alvin R. & Harman, David y de Metric Building and Construction Guide de American Institute of Architects

CAPÍTULO 4

Capítulo 4	105
Conceptos de antropometría a aplicar en Teoría del Diseño y la arquitectura 1	108
Conceptos de antropometría a aplicar en Taller Síntesis 1	110
Evaluación	115
Requisitos necesarios para la implementación de la propuesta	116
Presentación del Taller para el uso del paquete didáctico "Antropometría y Dimensionamiento" en la enseñanza del Diseño	117

CONCEPTOS DE ANTROPOMETRÍA A APLICAR EN TEORÍA DEL DISEÑO Y LA ARQUITECTURA 1

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	MEDIOS	# SESIONES
Teoría	<p>Que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Conozca el concepto de antropometría. ◦ Conozca las características dimensionales del género humano. ◦ Discrimine los rangos de diferencias humanas. ◦ Comprenda la importancia del diseño para satisfacer requerimientos de las personas de mayor y menor dimensionamiento. 	<p>Antropometría:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Concepto de dimensión. ◦ Variaciones dimensionales del humano. ◦ Variación dimensional por edad, sexo. ◦ Límites de grupo poblacional válido para efectos de diseño. ◦ Correlación dimensiones de segmentos corporales - dimensiones de objeto creado. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Conferencia magistral. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Material visual. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dos.

CONCEPTOS DE ANTROPOMETRÍA A APLICAR EN TEORÍA DEL DISEÑO Y LA ARQUITECTURA 1

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	MEDIOS	# SESIONES
Práctica	<p>Que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Desarrolle su destreza manual . ◦ Se familiarice con la representación gráfica de figura humana. ◦ Utilice la plantilla elaborada en la graficación de figura humana en relación con objetos. ◦ Aplique algunas medidas que se utilizan a partir del promedio. ◦ Determine alcances máximos para el diseño de mobiliario y espacios, a partir del uso de la plantilla. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Plantilla de figura humana vista en elevación lateral a escala 1:10. ◦ Dimensionamiento de segmentos corporales del 50 percentil. ◦ Articulaciones en el cuerpo humano. ◦ Angulos máximos de movimiento. ◦ Proporciones en la graficación de figura humana. ◦ Representación gráfica de figura humana en base a plantilla. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ejercicio: Elaboración de plantillas de figura humana a escala. ◦ Ejercicios de aplicación de plantillas de figura humana. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Instructivos para la elaboración de las plantillas. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dos

CONCEPTOS DE ANTROPOMETRÍA A APLICAR EN TALLER SÍNTESIS 1

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	MEDIOS	# SESIONES
Teoría	<p>Que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Realice el análisis dimensional de un diseño complementario que esté a su alcance en su espacio cotidiano. ◦ Sea capaz de expresar en forma gráfica los resultados de su análisis dimensional. ◦ Presente en forma gráfica el resultado de su análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Análisis dimensional de un "escritorio de paleta". - Relación dimensional y angular entre superficie de asiento, superficie de escritura. - Angulos de visibilidad. - Correlación de dimensionamiento de segmentos corporales y dimensionamiento de objetos. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ejercicio de práctica a realizar en el aula. ◦ Ejercicio de análisis presentado gráficamente. ◦ Graficación de aspectos analizados. ◦ Evaluación y retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Instructivo para el ejercicio. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Dos

CONCEPTOS DE ANTROPOMETRÍA A APLICAR EN TALLER SÍNTESIS 1

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	MEDIOS	# SESIONES
Práctica	<p>General, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aplique los pasos del proceso de diseño y el conocimiento de elementos dimensionales en el diseño de un área de trabajo. <p>Específico, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Aplique los conocimientos de correlación de dimensionamiento de segmentos corporales y de objetos. ◦ Dimensione correctamente áreas y alturas del puesto de trabajo a diseñar. ◦ Establezca relaciones entre la figura humana y el objeto diseñado. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ La antropometría dentro del proceso de diseño. ◦ La mesa de dibujo: <ul style="list-style-type: none"> - Alcances máximos de segmentos corporales. - Angulos de visibilidad. - Alturas determinantes de dimensionamiento en áreas de trabajo - Concepto de área de trabajo óptimo. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Diseño de una mesa de dibujo. ◦ Asesoría colectiva e individual para orientar ejercicio. ◦ Evaluación y retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Material visual. ◦ Instructivo para el ejercicio. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Tres.

CONCEPTOS DE ANTROPOMETRÍA A APLICAR EN TALLER SÍNTESIS 1

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	MEDIOS	# SESIONES
Práctica	<p>General, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Diseñe un objeto complementario de mayor complejidad, integrado a la arquitectura. <p>Específico, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determine las dimensiones de alcance máximos y mínimos que le permitirán establecer áreas de guardado. ◦ Investigue dimensiones de vestimenta y accesorios. ◦ Establezca la ubicación de las prendas en el área dada. ◦ Determine la colocación óptima en función de las dimensiones corporales. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Diseño de un closet: - Diseños complementarios integrados a la arquitectura. - Características, dimensiones, materiales, y cerramiento. - Dimensiones de vestimenta y accesorios. - Forma de guardado y dimensiones. - Relación de alcances máximo y mínimo con el guardado de la vestimenta. - Optimización del uso del espacio de guardado. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Ejercicio de diseño. ◦ Asesoría colectiva e individual para orientar ejercicio. ◦ Evaluación y retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Instructivo para el ejercicio. - Material visual de ejemplificación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Tres

CONCEPTOS DE ANTROPOMETRÍA A APLICAR EN TALLER SÍNTESIS 1

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	MEDIOS	# SESIONES
Práctica	<p>General, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Realice el diseño de un área de trabajo con actividades secuenciales en condiciones establecidas, con la intervención de dos o más usuarios. <p>Específicos, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Determine las diferentes actividades que se realizan en la cocina y establezca relaciones y secuencias. ◦ Determine la dimensión necesaria para realizar cada actividad. ◦ Organice espacialmente las actividades. ◦ Grafique la organización óptima con la inclusión de artefactos y equipo con la figura humana. ◦ De respuesta a las condicionantes y determinantes del diseño que se establecen. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Areas de trabajo: <ul style="list-style-type: none"> - Características de las áreas de trabajo: la cocina, caso tipo. - La ocupación del espacio en un diseño establecido. - El aprovechamiento del espacio vertical. - Diseño de áreas de trabajo y sus dimensiones. - La relación de actividades. - La minimización de circulaciones. - La organización de actividades secuenciales. - La optimización del uso del espacio. ◦ Las condicionantes y determinantes del diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Diseño de una cocina. ◦ Asesoría colectiva e individual para orientar ejercicio. ◦ Evaluación y retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Instructivo para el ejercicio. ◦ Material visual de ejemplificación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Cuatro

TALLER SÍNTESIS 1

	OBJETIVOS	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	MEDIOS	# SESIONES
Práctica	<p>General, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Realice el diseño de un área de trabajo en donde interactúan dos o más personas. <p>Específico, que el estudiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Enumere las actividades que se realizan en ese espacio, el mobiliario y el equipo. ◦ Determine el dimensionamiento de las áreas de trabajo y de circulación de los usuarios. ◦ Establezca las relaciones de las actividades, y las organice de acuerdo a sus características. ◦ Grafique la propuesta de diseño, en dibujos que incluyan mobiliario, equipo y figura humana. ◦ De respuesta a las condicionantes y determinantes establecidas en el diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Areas de trabajo, continuación: la oficina - Relaciones entre actividades. - Elementos de división. - Circulación y ventilación. - Ampliación de requerimientos espaciales en función de número de usuarios. - Características propias de la actividad. - Actividades y dimensiones. - Características dimensionales de mobiliario y equipo. - Relaciones visuales y auditivas. - Organización de actividades conexas. ◦ Condicionantes y determinantes establecidas en el ejercicio de diseño. ◦ Optimización del uso del espacio. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Diseño de una oficina. ◦ Asesoría colectiva e individual para orientar ejercicio. ◦ Evaluación y retroalimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Instructivo para el ejercicio. ◦ Material visual para ejemplificación. 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Cuatro.

• Evaluación

Se entiende por evaluación: la ponderación de un trabajo académico con la finalidad de retroalimentar el proceso de enseñanza aprendizaje. De acuerdo con esta concepción, se plantea una sesión para proporcionar a los estudiantes un indicador de sus aciertos y deficiencias particulares en la ejecución de una tarea, en la que se le indica además la forma de superar sus deficiencias.

La calificación de conocimientos se establecerá sobre los ejercicios de aplicación, mediante una tabla de cotejo, en la que se incluyan los aspectos que se integran en el problema según el curso y el nivel, así:

• Teoría del Diseño y la Arquitectura 1:

Elaboración de una plantilla: destreza manual y presentación.

Análisis dimensional de un "escritorio de paleta".

Correlación de dimensionamiento: segmentos corporales - objeto.

Expresión gráfica de los aspectos analizados.

• Taller Síntesis 1:

Diseño de una mesa de dibujo:

Dimensionamiento correcto de áreas y alturas.

Expresión gráfica de la figura humana en relación con el objeto.

Diseño de un Closet"

Relación de área de guardado con alcances máximo y mínimo.

Dimensionamiento y formas de guardado de vestuario y accesorios.

Organización general de áreas de guardado.

TALLER PARA EL USO DEL PAQUETE DIDACTICO "ANTROPOMETRIA Y DIMENSIONAMIENTO" EN LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO.

DIRIGIDO A:

DOCENTES DE TEORIA DEL DISEÑO Y LA ARQUITECTURA 1, Y TALLER SINTESIS 1

OBJETIVO GENERAL:

QUE LOS DOCENTES CONOZCAN EL PAQUETE DIDACTICO: "ANTROPOMETRIA Y DIMENSIONAMIENTO", Y SU UTILIZACION EN LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO.

CONTENIDO:

USO DEL PAQUETE DIDACTICO: "ANTROPOMETRIA Y DIMENSIONAMIENTO"

METODOLOGIA:

PARTICIPATIVA

DURACION:

CUATRO HORAS

TALLER PARA EL USO DEL PAQUETE DIDÁCTICO: "ANTROPOMETRÍA Y DIMENSIONAMIENTO" EN LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO.

OBJETIVOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	TIEMPO
<p>Que los docentes:</p> <p>Unifiquen criterios respecto a los términos: antropometría y diseño</p> <p>Que diferencien los términos: antropometría y ergonomía.</p>	<p>Conceptos de antropometría, ergonomía y diseño</p>	<p>1.1 Se pedirá a los docentes, elaborar individualmente y por escrito los conceptos de Antropometría y Diseño.</p> <p>1.2 Se recogen las tarjetas con los conceptos y en forma conjunta se elaboran los nuevos con la opinión</p>	<p>10'</p> <p>20'</p>
<p>Reflexionen sobre la relación que existe entre antropometría y diseño.</p>	<p>Relación entre antropometría y diseño.</p>	<p>Se pregunta a la general qué relación encuentran entre ambos conceptos.</p> <p>Las respuestas se dan verbalmente y se anotan en el pizarrón.</p> <p>Se discuten las ideas anotadas para escoger aquellas que resuman la opinión de la mayoría.</p>	<p>5'</p> <p>10'</p> <p>15'</p>
<p>Establezcan en base a su experiencia las aplicaciones que tiene la antropometría en el diseño. -</p>	<p>Aplicación de la antropometría en el proceso de diseño arquitectónico e industrial.</p>	<p>Se forman grupos no mayores de cuatro personas cada uno.</p> <p>Internamente cada grupo nombra un coordinador y un secretario-relator.</p> <p>A cada grupo se le entrega el caso a resolver, lo discuten y sacan conclusiones.</p> <p>Cada relator expone las conclusiones a las que llegó su grupo, mientras el facilitador toma nota en el pizarrón.</p> <p>Se discuten los resultados y se unifican por consenso.</p>	<p>10'</p> <p>5'</p> <p>15'</p> <p>15'</p> <p>15'</p>

TALLER PARA EL USO DEL PAQUETE DIDÁCTICO: "ANTROPOMETRÍA Y DIMENSIONAMIENTO" EN LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO.

OBJETIVOS	CONTENIDOS	METODOLOGÍA	TIEMPO
<p>Que los docentes:</p> <p>Conozcan el paquete didáctico y su utilización en la enseñanza del dimensionamiento.</p>	<p>Presentación del paquete didáctico y su utilización en la enseñanza del dimensionamiento.</p>	<p>El facilitador hace una síntesis de los realizado con la ayuda de la general.</p> <p>El facilitador pregunta a la general: ¿Que necesitan para enseñar la aplicación de la antropometría en el diseño de objetos y espacios?</p> <p>La general da respuestas verbalmente y éstas se anotan en el pizarrón.</p> <p>Se discuten las respuestas y se escogen aquellas que resumen la opinión de la mayoría.</p> <p>El facilitador selecciona las más adecuadas a la realidad de la facultad y presenta el paquete didáctico.</p>	<p>15'</p> <p>20'</p> <p>15'</p> <p>70'</p>

CONCLUSIONES

1) La antropometría como parte de la antropología física, permite al arquitecto conocer las características dimensionales de una determinada población, por ello es importante contar con estándares antropométricos que reflejen las características básicas de la población comprendida dentro de los rangos más amplios, para su aplicación en el diseño con escala humana apropiada.

2) La necesidad de incluir en el pensum de la carrera de arquitectura de manera permanente y sistemática, conocimientos cuyos contenidos permitan comprender las relaciones entre las dimensiones humanas, los objetos y los espacios arquitectónicos.

3) A lo largo de la historia, el hombre ha manifestado interés por encontrar la relación entre el cuerpo del humano y los elementos que diseña, incluyendo la arquitectura. Durante largo tiempo se adoptaron cánones entre los que destacan los egipcios, griegos, los romanos y más recientemente "El Modulor" de Le Corbusier. La antropometría proporciona una visión científica del dimensionamiento humano, que contribuye a racionalizar el proceso de diseño.

4) Las escasas investigaciones antropométricas realizadas en Guatemala y la limitada aplicación de los resultados obtenidos, en la arquitectura, no han permitido llegar a establecer estándares válidos para la población guatemalteca, limitación que tendrá que ser superada en el futuro para contar con estándares de diseño que se adapten a las características métricas de los guatemaltecos.

5) Existen dimensiones corporales que tienen clara aplicación en el diseño de mobiliario y el diseño arquitectónico. El cuerpo humano en movimiento genera a la vez necesidades espaciales que usualmente en los libros de referencia se interpretan como estándares de diseño, sin explicar el origen de esa dimensión.

6) La formación integral del arquitecto demanda conocimientos que le permitan dar una respuesta cada vez más eficiente a las necesidades del ser humano y que responda a las características físicas, económicas, sociales, culturales, etc. encontrando las relaciones a través del diseño arquitectónico.

RECOMENDACIONES

A corto plazo:

1) Que la comisión de Reforma Curricular analice la propuesta específica incluida en la presente tesis y se considere la inclusión de la misma en dicho proceso.

2) Realizar en el próximo semestre como una experiencia piloto el taller para el uso del paquete didáctico "Antropometría y Dimensionamiento" en la enseñanza del diseño, a fin de unificar los criterios entre el sector docente en relación con el tema de antropometría.

3) Que los docentes de los cursos Teoría del Diseño y la Arquitectura 1 y Taller Síntesis 1, analicen la propuesta contenida en este trabajo de tesis, la adecúen si lo consideran conveniente, y la apliquen en el próximo ciclo lectivo, evaluando los resultados obtenidos.

4) Se recomienda realizar otros estudios para sistematizar la enseñanza de los aspectos: biológico, psicológico, físico, social, económico, histórico y cultural del diseño, en Taller Síntesis 1 del Nivel Inicial.

A mediano o largo plazo:

A) Sería conveniente que la Universidad de San Carlos de Guatemala promueva investigaciones en torno a la determinación de posibles cánones utilizados por los Mayas, ya que no se conoce información al respecto.

B) Para poder contar con estándares que se adecúen a las características de la población guatemalteca, se requiere la realización de investigaciones antropométricas con la rigurosidad necesaria, que permitan contar con información confiable sobre la cual se puedan llegar a definir estándares de diseño. El centro de investigaciones de la facultad de Arquitectura en combinación con la Escuela de Historia y la Dirección General de Investigación podrían promover una investigación de ésta naturaleza, identificando primeramente las fuentes de recursos y la asesoría necesaria.

ANEXOS

Anexos:

Anexo 1: Resultado de ejercicios de
medición en la Facultad de Arquitectura
USAC.

Anexo 2: Muestra de resultados de investigación
Antropométrica con aplicación en Diseño
Arquitectónico e Industrial en E. E. U. U.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER SINTESIS I

HOJA DE DATOS ANTROPOMETRICOS INDIVIDUALES

CODIGO	MEDIDA EN CMS.	CODIGO	MEDIDA EN CMS.
A-1		D-5	
A-2		D-6	
A-3		D-7	
A-4		D-8	
A-5		E-1	
B-1		E-2	
B-2		E-3	
B-3		E-4	
B-4		E-5	
B-5		E-6	
B-6		E-7	
C-1		E-8	
C-2		E-9	
C-3		E-10	
C-4		E-11	
C-5		E-12	
D-1		F-1	
D-2		F-2	
D-3		G-1	
D-4		G-2	

NOMBRE _____

CARNET No. _____

Fecha de nacimiento _____

Lugar de nacimiento _____

Edad al cumpleaños más próximo: _____

Guatemala, 22 de septiembre de 1980.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER SINTESIS I

HOJA DE DATOS ANTROPOMETRICOS INDIVIDUALES

CODIGO	MEDIDA EN CMS.
A-1	
A-2	
A-3	
A-4	
A-5	
B-1	
B-2	
B-3	
B-4	
B-5	
B-6	
C-1	
C-2	
C-3	
C-4	
C-5	
D-1	
D-2	
D-3	
D-4	

CODIGO	MEDIDA EN CMS.
D-5	
D-6	
D-7	
D-8	
E-1	
E-2	
E-3	
E-4	
E-5	
E-6	
E-7	
E-8	
E-9	
E-10	
E-11	
E-12	
F-1	
F-2	
G-1	
G-2	

NOMBRE _____

CARNET _____ No. _____

Fecha de nacimiento _____

Lugar de nacimiento _____

Edad al cumpleaños más próximo: _____

Guatemala, 22 de septiembre de 1980.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE ARQUITECTURA
 TALLER SINTESIS I

HOJA DE PROMEDIO ANTROPOMETRICO POR EQUIPO

CODIGO	1°	2°	3°	Sumatoria	dividido entre tres	Promedio
A 1						
A 2						
A 3						
A 4						
A 5						
B 1						
B 2						
B 3						
B 4						
B 5						
B 6						
C 1						
C 2						
C 3						
C 4						
C 5						
D 1						
D 2						
D 3						
D 4						
D 5						
D 6						
D 7						
D 8						
E 1						
E 2						
E 3						
E 4						
E 5						
E 6						
E 7						
E 8						
E 9						
E 10						
E 11						
E 12						
F 1						
F 2						
G 1						
G 2						

NOMBRES	CARNETS	EQUIPO #

FILE ANTRO (CREATION DATE = 04/09/81) MEDIDAS ANTROPOMETRICAS EST. DE ARQUITECTURA 80

VARIABLE CARNET CARNET ESTUDIANTIL

MEAN	*****	STD ERROR	115408.395	STD DEV	*****
VARIANCE	*****	KURTOSIS	21.151	SKEWNESS	-4.789
RANGE	*****	MINIMUM	33693.000	MAXIMUM	*****
SUM	*****				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

VARIABLE A1 ALCANCE VERTICAL

MEAN	2.102	STD ERROR	0.007	STD DEV	0.095
VARIANCE	0.009	KURTOSIS	1.183	SKEWNESS	-0.242
RANGE	0.650	MINIMUM	1.700	MAXIMUM	2.350
SUM	376.260				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

VARIABLE A2 ALTURA DE LOS OJOS

MEAN	1.591	STD ERROR	0.005	STD DEV	0.061
VARIANCE	0.004	KURTOSIS	0.021	SKEWNESS	-0.075
RANGE	0.330	MINIMUM	1.420	MAXIMUM	1.760
SUM	284.850				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

VARIABLE A3 ALTURA DE LA INGLE

MEAN	0.813	STD ERROR	0.008	STD DEV	0.112
VARIANCE	0.013	KURTOSIS	48.013	SKEWNESS	5.290
RANGE	1.480	MINIMUM	0.380	MAXIMUM	1.860
SUM	145.530				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

VARIABLE CARNET CARNET ESTUDIANTIL

MEAN	*****	STD ERROR	115408.395	STD DEV	*****
VARIANCE	*****	KURTOSIS	21.191	SKEWNESS	-4.789
RANGE	*****	MINIMUM	33693.000	MAXIMUM	*****
SUM	*****				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

VARIABLE A1 ALCANCE VERTICAL

MEAN	2.102	STD ERROR	0.007	STD DEV	0.095
VARIANCE	0.009	KURTOSIS	1.183	SKEWNESS	-0.242
RANGE	0.650	MINIMUM	1.700	MAXIMUM	2.350
SUM	376.260				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

VARIABLE A2 ALTURA DE LOS OJOS

MEAN	1.591	STD ERROR	0.005	STD DEV	0.061
VARIANCE	0.004	KURTOSIS	0.021	SKEWNESS	-0.075
RANGE	0.330	MINIMUM	1.430	MAXIMUM	1.760
SUM	284.850				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

VARIABLE A3 ALTURA DE LA INGLE

MEAN	0.813	STD ERROR	0.008	STD DEV	0.112
VARIANCE	0.013	KURTOSIS	48.013	SKEWNESS	5.290
RANGE	1.480	MINIMUM	0.380	MAXIMUM	1.860
SUM	145.530				

VALID OBSERVATIONS - 179 MISSING OBSERVATIONS - 0

Measurements of 2.5, 50 and 97.5 Percentile U.S. Males (Centimeters)

97.5 (Span: 186.1)
 90.2 (Span: 180.3)
 83.1

196.1
 186.1
 174.8
 161.5
 151.4
 143.8
 138.2
 127
 117.7
 107
 97.3
 90.9
 84.1

71
 64
 61
 19.3
 17.5
 16.5
 15.5
 14.5
 12.7
 11.7
 10.7
 8.1
 7.8
 7.1
 21.1
 19.1
 17.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

149.1
 138.2
 127
 117.7
 107
 97.3
 90.9
 84.1
 77.7
 72.8
 68.1
 63.5
 58.2
 54.4
 50.4
 46.4
 42.4
 38.4
 35.1
 31.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

100.3
 92.5
 84.6
 77.7
 72.8
 68.1
 63.5
 58.2
 54.4
 50.4
 46.4
 42.4
 38.4
 35.1
 31.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

54.4
 50
 45.7
 40.6
 37.8
 35.3
 33.3
 31.8
 27.2
 18.8
 17.5
 16
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

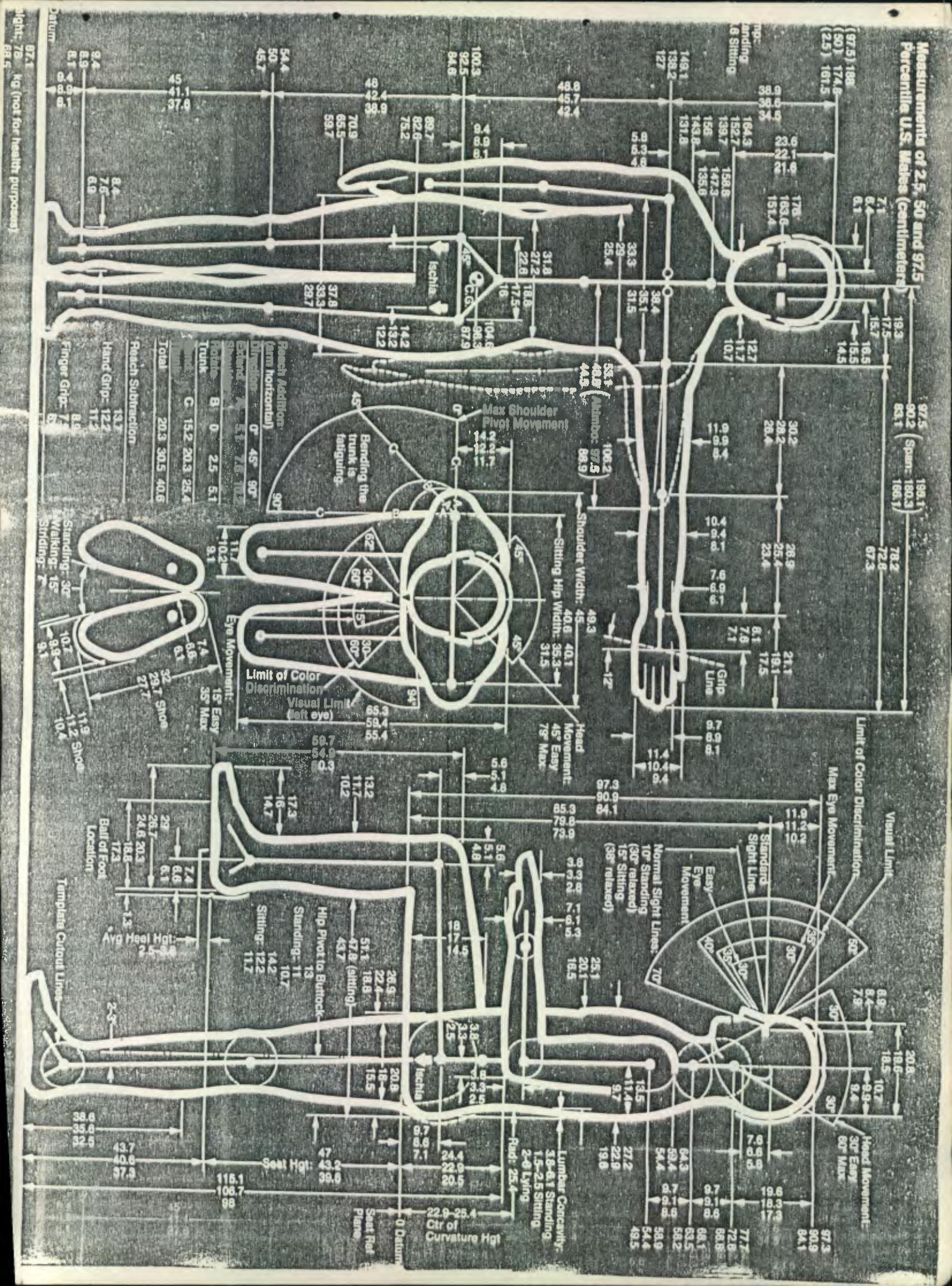
104.6
 100.3
 92.5
 84.6
 77.7
 72.8
 68.1
 63.5
 58.2
 54.4
 50.4
 46.4
 42.4
 38.4
 35.1
 31.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

100.3
 92.5
 84.6
 77.7
 72.8
 68.1
 63.5
 58.2
 54.4
 50.4
 46.4
 42.4
 38.4
 35.1
 31.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

100.3
 92.5
 84.6
 77.7
 72.8
 68.1
 63.5
 58.2
 54.4
 50.4
 46.4
 42.4
 38.4
 35.1
 31.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

100.3
 92.5
 84.6
 77.7
 72.8
 68.1
 63.5
 58.2
 54.4
 50.4
 46.4
 42.4
 38.4
 35.1
 31.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2

100.3
 92.5
 84.6
 77.7
 72.8
 68.1
 63.5
 58.2
 54.4
 50.4
 46.4
 42.4
 38.4
 35.1
 31.5
 28.9
 25.4
 23.4
 20.2
 18.6
 17.2
 16.2
 15.2
 14.2
 13.2
 12.2
 11.2
 10.2
 9.2
 8.2
 7.2
 6.2
 5.2
 4.2
 3.2
 2.2
 1.2
 0.2



Reach Addition (Arm horizontal)

Direction:	0°	45°	90°
Extend:	51	78	102
Shoulder:	B	0	2.5
Trunk:	C	15.2	20.3
Total:		20.3	30.5

Reach Subtraction

Hand Grip:	12.2
Finger Grip:	7.4

Eye Movement

15° Easy	35° Max
32.1 Shoe	27.1
11.5 Shoe	10.4

Hip Pivot to Buttock

Standing:	11
Sitting:	10.7
14.2	12.2
11.7	11.7

Avg Heel Hgt:

17.3	14.7
29	26.7
24.6	20.3
18.8	17.3

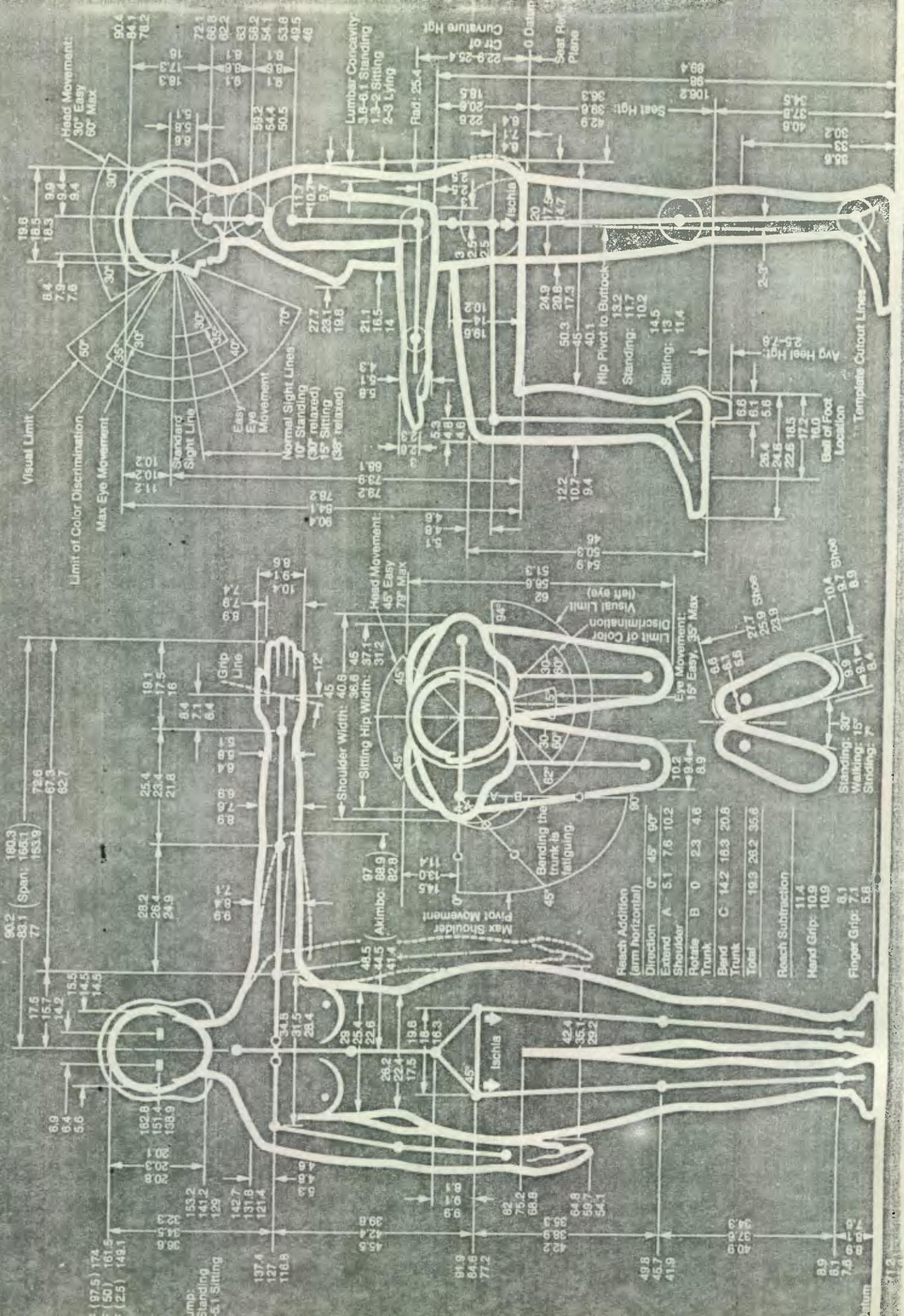
Lumbar Curvature Hgt

28.9	22.4
51.1	18.8
47.8	43.7
13	10.7

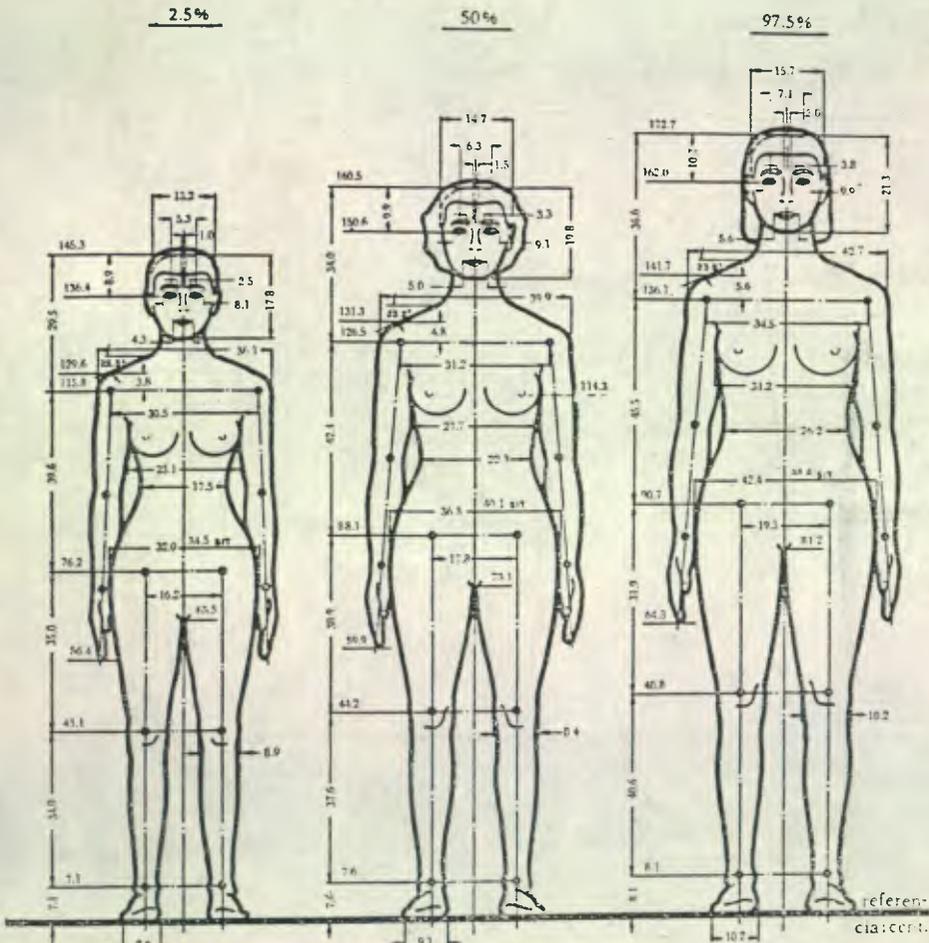
Seat Hgt

115.7	109.7
88	88

Measurements of 2.5, 50 and 97.5 Percentile U.S. Females (centimeters)



DATOS ANTROPOMETRICOS — MUJER ADULTA DE PIE
QUE SE AJUSTAN AL 95% DE LA POBLACION FEMENINA
ADULTA DE LOS EE.UU.



peso — 43.1
 envergadura — 180.3
 en jarras — 80.8

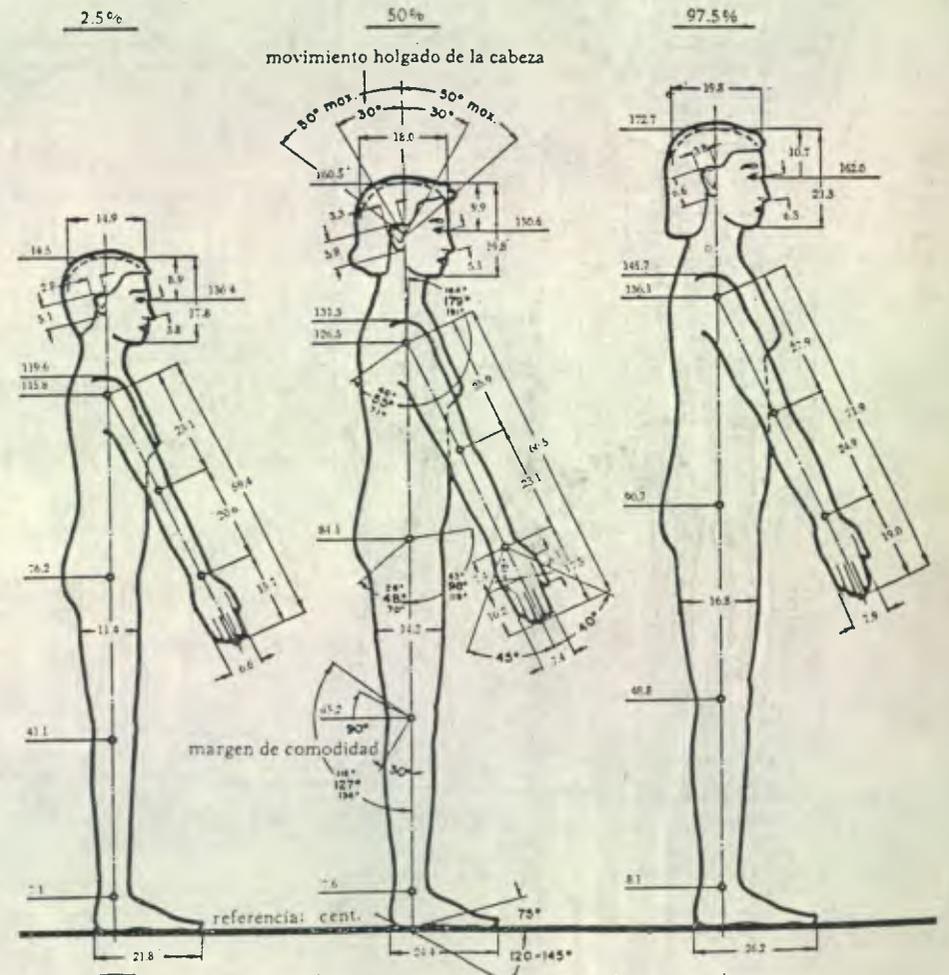
peso — 61.1
 envergadura — 174.3
 en jarras — 82.1

peso — 88.5
 envergadura — 170.3
 en jarras — 80.5

WHITNEY PUBLICATIONS NYC

© 1959 HENRY DREYFUSS

DATOS ANTROPOMETRICOS — MUJER ADULTA DE PIE
QUE SE AJUSTAN AL 95% DE LA POBLACION FEMENINA
ADULTA DE LOS EE.UU.



busto — 76.2
 cintura — 68.8
 caderas — 83.8

busto — 90.4
 cintura — 74.2
 caderas — 98.5

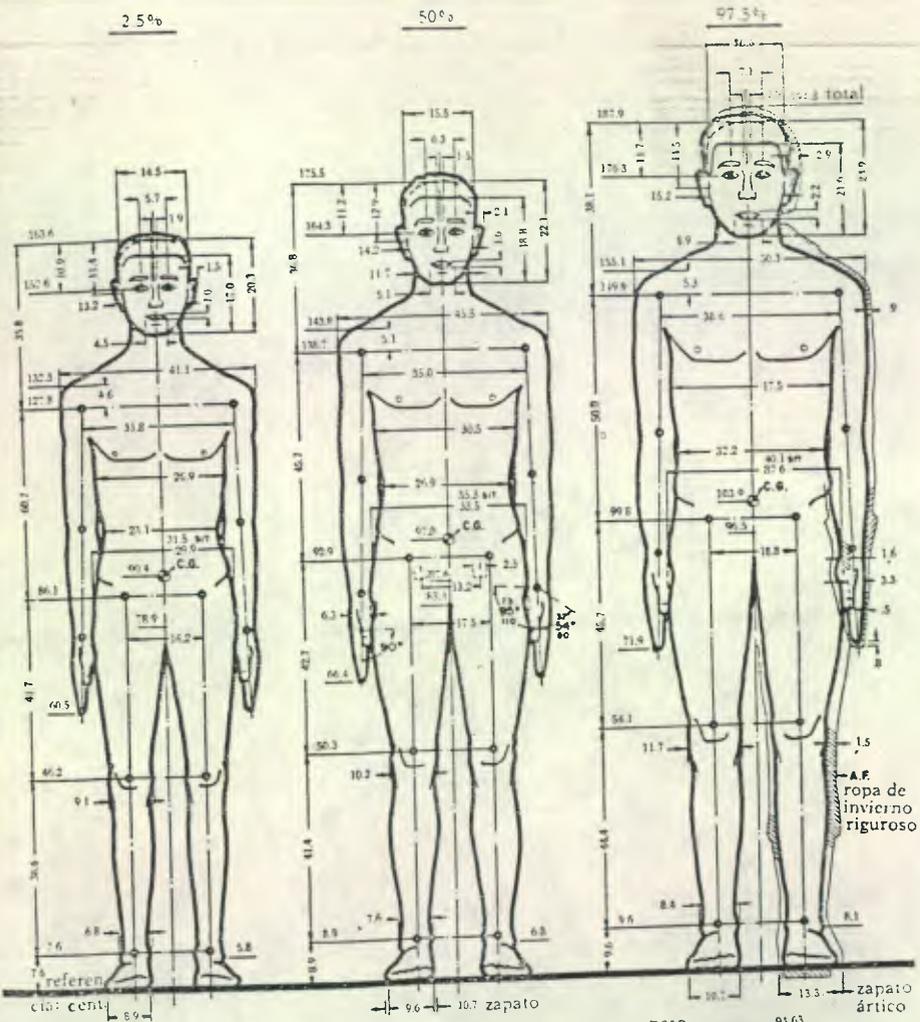
busto — 114.3
 cintura — 74.8
 caderas — 111.8

© 1959 HENRY DREYFUSS

WHITNEY PUBLICATIONS NYC

DATOS ANTROPOMETRICOS. VARON ADULTO DE PIE
QUE SE AJUSTAN AL 95% DE LA POBLACION MASCULINA ADULTA DE LOS EE.UU.

DATOS ANTROPOMETRICOS. VARON ADULTO DE PIE
QUE SE AJUSTAN AL 95% DE LA POBLACION MASCULINA ADULTA DE LOS EE.UU.

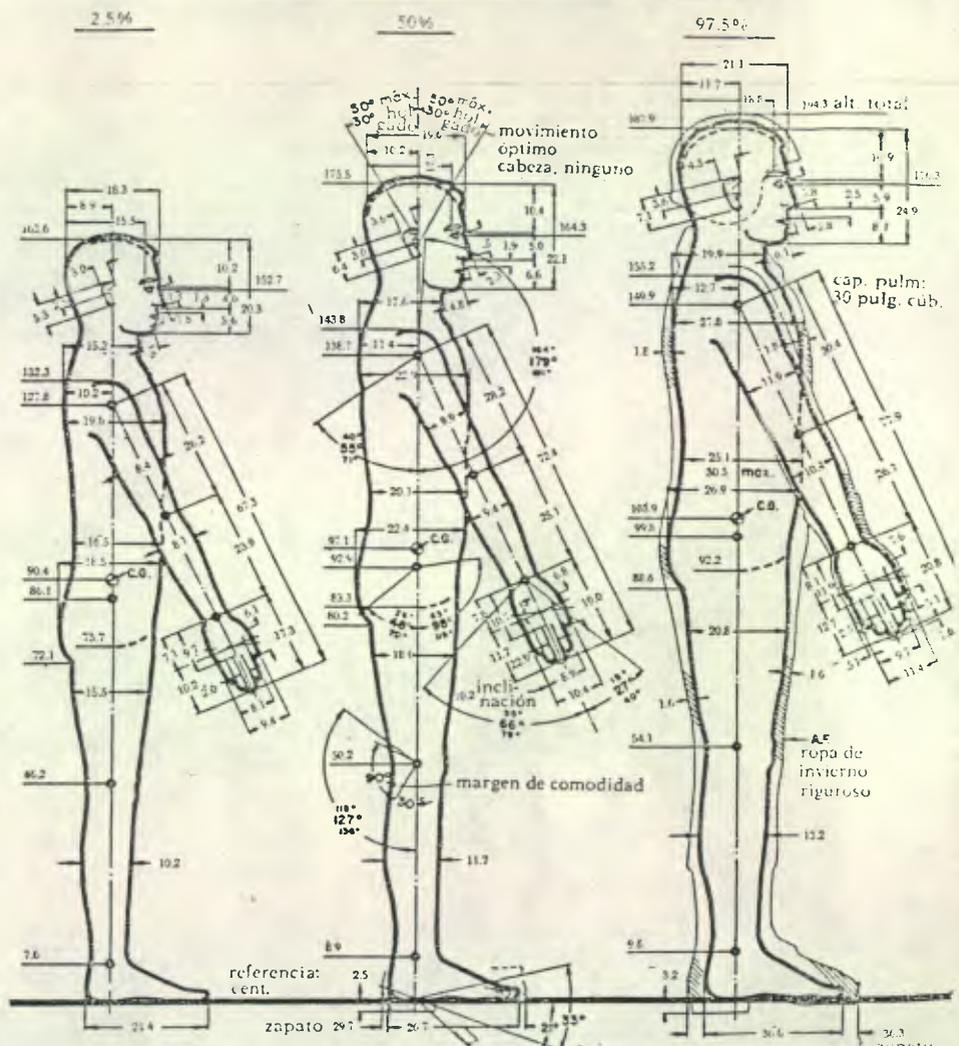


peso — 57.8
 envergadura — 144.5
 en jarras — 82.6

peso — 71.34
 envergadura — 179.8
 en jarras — 97.5

peso — 91.63
 envergadura — 194.6
 en jarras — 107.7

WHITNEY PUBLICATIONS NYC.



perim. torácico — 87.4
 perim. cintura — 62.2
 perim. caderas — 86.6

perim. torácico — 92.3
 perim. cintura — 86.5
 perim. caderas — 95.7

perim. torácico — 111.5
 perim. cintura — 98.5
 perim. caderas — 108.2

© 1959 HENRY DREYFUSS

WHITNEY PUBLICATIONS NYC.

Sustentante:


Felipe Dwight Hidalgo Villatoro

Asesores:


Arq. Roberto Archila Ríos


Arq. Hugo Rolando Meza Gallardo

Imprímase:


Arq. Francisco Chavarría Smeaton
Decano