

**MÓDULO 4**  
**UNIDAD**

**1**

**ERGONOMÍA:  
CONCEPTO Y  
CLASIFICACIÓN.  
ERGONOMÍA  
GEOMÉTRICA**





ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		1

# Unidad 1

## Legislación básica

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales (BOE de 10 de noviembre).
- Normas UNE-EN-1023-1:1996, sobre «Mobiliario de oficina. Biombos. Parte 1: Dimensiones».
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificaciones posteriores (BOE de 31 de enero) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE de 23 de abril).
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (BOE de 23 de abril).
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (BOE de 23 de abril).
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (BOE de 12 de junio y corrección de errores de 18 de julio).
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (BOE de 7 de agosto) y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen los criterios para su notificación y registro (BOE de 19 de diciembre) y sus modificaciones posteriores.

.../...

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		2



.../...

- Real Decreto legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el tercer texto refundido de la Ley general de la Seguridad Social (BOE de 2 de enero de 2016).
- Normas UNE-CEN/TR-14073:2005, sobre «Mobiliario de oficina. Mobiliario de almacenamiento. Parte 1: Dimensiones».
- Norma UNE-EN-527-1:2011, sobre «Mobiliario de oficina. Mesas de trabajo y escritorios. Parte 1: Dimensiones».
- Normas UNE-EN 16139:2013, sobre «Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para asientos de uso no doméstico».
- Norma UNE-EN ISO 13857:2020, sobre «Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores».
- Normas UNE-EN-1335-1:2021, sobre «Mobiliario de oficina. Sillas de oficina. Parte 1: Dimensiones. Determinación de las dimensiones».
- Normas UNE-89401-2021, sobre «Mobiliario de oficina. Materiales para mobiliario de oficina. Parte 1: Sillas de oficina».

## 1. ERGONOMÍA. CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

### 1.1. INTRODUCCIÓN A LA ERGONOMÍA

Etimológicamente, el vocablo «ergonomía» proviene de los términos griegos *ergon* (trabajo) y *nomos* (ley o norma). Por tanto, en una primera aproximación podría entenderse como **ergonomía** la técnica encaminada al estudio del trabajo humano.

Se atribuye a Murrell el término original ergonomía, al ser uno de los fundadores, en 1949, de la sociedad científica británica Ergonomics Research Society, que estaba formada por ingenieros, sociólogos, psicólogos, etc., con objeto de resolver los problemas en el campo del trabajo humano.

Aun cuando en EE.UU. el término «ergonomía» no aparece como tal, sí que surge lo que se llama el *human engineering* o *human factor engineering*, cuyo objetivo tiene que ver con el diseño de la maquinaria para acomodarla a los límites del usuario (Sociedad de Ergonomía y Factores Humanos de EE.UU.).

No cabe duda de que las grandes guerras han sido uno de los factores, aparte de otros, que han propiciado los mayores avances en el conocimiento técnico y humano.

Es por ello que durante la Segunda Guerra Mundial la necesidad de adecuar los complejos ingenios militares puestos en liza a las características particulares de las personas que debían utilizarlos, con objeto de sacarles el máximo rendimiento, da lugar a la profundización en el conocimiento de la persona humana con el fin de determinar cuáles son esos límites.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		3

Afortunadamente, estos estudios y sus posteriores aplicaciones no finalizan con las guerras y prosigue la profundización en ellos para su utilización e implantación en tiempos de paz en las industrias, procesos y productos que se van generando.

## 1.2. CONCEPTOS Y DEFINICIONES

Existen distintas definiciones de la **ergonomía**. Atendiendo al sentido etimológico de la palabra, podemos entenderla como el estudio científico del trabajo humano.

La palabra «trabajo», desde el punto de vista ergonómico, no debe tomarse exclusivamente en el sentido de aquellas tareas y actividades encaminadas a una retribución o como factor de producción, sino en un sentido amplio de cualquier actividad humana, doméstica, de descanso, de distracción, de ocio, etc.

El objetivo que persigue la ergonomía es conseguir que cualquier actividad pueda desarrollarse de la forma más confortable, eficiente, fácil y segura posible.

El Congreso Internacional de Ergonomía celebrado en Estrasburgo en 1970 concluyó que la **ergonomía** tiene como objetivo conseguir una mejor adaptación de los medios tecnológicos de producción, los entornos de trabajo y vida, al hombre inmerso en ellos.

La definición de **ergonomía** dada por la *human engineering* es la de acoplar la persona con la máquina de forma que la combinación resultante sea cómoda, segura y eficaz.

En un sentido amplio, para el desarrollo de cualquier actividad, sea del tipo que sea, incluso las de recreo, es precisa la utilización, por parte de la persona, de instalaciones, máquinas, equipos, herramientas, utensilios, materiales, productos, energía, en sus distintas formas, etc.; por tanto, se requiere adecuarlos lo mejor posible a las características físicas, psíquicas y sociales de los individuos encargados de utilizarlos o de llevar a cabo las distintas operaciones o manipulaciones con ellos.

La **ergonomía** es la ciencia que pretende adecuar el puesto de trabajo al hombre que debe realizarlo, de forma que uno y otro sea confortable, seguro, eficaz y fácilmente comprensible.

Tomada en este sentido, se consigue que todo producto que se fabrique, como posteriormente será utilizado como producto final, intermedio, como parte o medio del proceso operativo, por otras personas que deberán manipularlo u operar con él, si está pensado, analizado y diseñado para que sea seguro, cómodo, fácil y eficiente, se inicia un ciclo completo que debe redundar en esa mejor calidad de vida por todos perseguida.

## 1.3. CLASIFICACIÓN DE LA ERGONOMÍA

Pueden establecerse distintas clasificaciones de la ergonomía en función del punto de vista que se considere. Así, por ejemplo, puede hablarse de **ergonomía preventiva** o de **proyecto** y **ergonomía correctora**, sobre algo ya implantado; y de **ergonomía del producto** o **ergonomía de producción**, referida la primera al producto final que se obtiene y la segunda a todo el proceso productivo.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		4



Algunos distinguen entre **productos ergonómicos** y **producción ergonómica**, referidos los primeros a aquellos productos que van dirigidos exclusivamente al sector consumo y que no se usan en el proceso productivo, y los segundos, los que se utilizan en los procesos de trabajo productivo.

Atendiendo a la definición considerada por nosotros, podemos decir que se trata de establecer la conjunción precisa entre la persona, el puesto de trabajo y el producto.

Por ello, la ergonomía se clasifica en:

- Geométrica:
  - Posicional.
  - De seguridad.
- Dinámico-operacional.
- Ambiental.
- Temporal.
- Psicosocial.

### 1.3.1. Ergonomía geométrica

La **ergonomía geométrica** pretende conseguir, mediante el análisis de las condiciones métricas, posicionales y operacionales del puesto de trabajo, su mejor adecuación a las características físicas de las personas encargadas de desarrollar la actividad.

Dentro de la ergonomía geométrica cabe distinguir dos tipos:

- **Ergonomía posicional.** Se basa en la consideración de las medidas antropométricas de las personas en el diseño y configuración del puesto de trabajo, de sus elementos característicos y de las posturas más adecuadas.
- **Ergonomía de seguridad.** Considera las medidas antropométricas de las personas para el diseño y la construcción de los dispositivos de seguridad, defensas, resguardos, etc.

### 1.3.2. Ergonomía dinámico-operacional

La **ergonomía dinámico-operacional** se fundamenta en el análisis de la operación en sí, de la carga de trabajo, de los movimientos que se ejecutan, del correcto diseño de los mandos y mecanismos, con objeto de aumentar la precisión, evitar errores y esfuerzos, y minimizar la fatiga y el cansancio.

### 1.3.3. Ergonomía ambiental

La **ergonomía ambiental** tiene como objeto la actuación sobre las condiciones ambientales existentes en el puesto de trabajo, con el fin de conseguir una situación confortable.

Los posibles contaminantes ambientales pueden ser físicos, químicos y biológicos, tales como ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, frío, calor, polvo, gases, vapores, nieblas, bacterias, etc.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		5

Se distingue de la higiene industrial en que esta persigue como objetivo la prevención de enfermedades profesionales, mientras que la ergonomía ambiental establece un avance cualitativo; que las condiciones ambientales del puesto de trabajo no causen enfermedades o daños a la salud y sean confortables.

### 1.3.4. Ergonomía temporal

La **ergonomía temporal** estudia la influencia de los tiempos de trabajo sobre el bienestar del trabajador. A tal fin, analiza los horarios de trabajo, los turnos, la duración de la jornada, el tiempo de reposo, las pausas y los descansos durante el trabajo, los ritmos de trabajo, la organización del trabajo, etc.

### 1.3.5. Ergonomía psicosocial

La **psicosociología** se encarga de estudiar aquellos factores psicológicos y sociológicos que influyen en el trabajo, pudiendo ocasionar daños a la salud (ansiedad, estrés, etc.).

Así, por ejemplo, estudia las características y el tipo de organización (estilos de mando) y aspectos tales como la motivación, el liderazgo, las posibilidades de comunicación, la autonomía en el trabajo, la monotonía y la repetitividad, la carga mental del trabajo, la valoración social del mismo, etc.

## 2. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA-POSICIONAL

### 2.1. ANTROPOMETRÍA

#### 2.1.1. Introducción

La **antropometría** es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano. Estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas.

La antropometría tiene por objeto la búsqueda de la adaptación física entre el cuerpo humano en actividad y los diversos componentes del espacio que lo rodean.

Se clasifica en dos tipos:

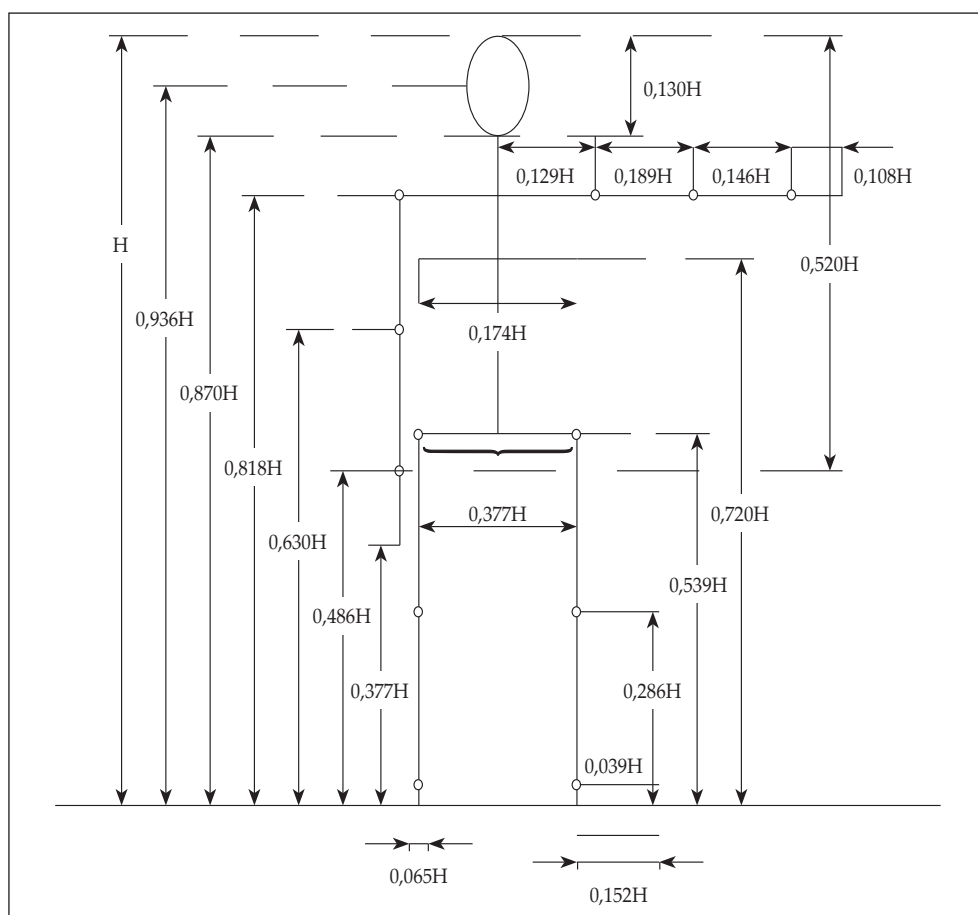
- **Antropometría estática.** Mide las diferencias estructurales del cuerpo humano, en diferentes posiciones, sin movimiento.
- **Antropometría dinámica.** Considera las posiciones resultantes del movimiento. Esta va ligada a la biomecánica.

La **biomecánica** aplica las leyes de la mecánica a las estructuras del aparato locomotor, ya que el ser humano está formado por palancas (huesos), tensores (tendones), muelles (músculos), elementos de rotación (articulaciones), etc., que cumplen muchas de las leyes de la mecánica. La biomecánica permite analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos.

Los resultados obtenidos después de un estudio antropométrico deben aplicarse con criterios amplios y razonables. La persona «media» no existe, ya que, aunque alguna de sus medidas antropométricas coincida con la media de la población, es seguro que no ocurrirá esto con el resto de personas. En una revisión de personal efectuada en Air Force (EE. UU.), se comprobó que de 4.000 sujetos ninguno se encontraba en el intervalo del 30 % respecto de la media en una serie de 10 medidas. Se ha generalizado en exceso el concepto de la persona estándar, hasta tal punto que hay autores que, a partir de la estatura de la persona, son capaces de determinar todas las demás dimensiones del cuerpo, tal como se muestra en la figura 1. Esto es un artificio, que puede conducir a errores en el diseño de puestos de trabajo, sobre todo cuando no existen posibilidades de regulación.

Los diseños realizados deben contrastarse con la realidad y, al analizar el tipo de población destinataria del diseño, se podrá adoptar un criterio amplio, cuando nuestra población de referencia sea una gran cantidad de personas con unas desviaciones considerables, o específicos, si el destinatario pertenece a un sesgo poblacional, o se atiende a un usuario concreto.

Figura 1. Determinación de las dimensiones corporales en función de la altura



## 2.1.2. Relaciones dimensionales del sistema H-M

En gran medida, el bienestar, la salud, la productividad, la calidad, la satisfacción en el puesto de trabajo, etc., lo proporcionan las relaciones dimensionales armónicas entre el hombre y su área de actividad.



Formamos parte de sistemas hombre-máquina (H-M) cuyas relaciones dimensionales deben ser adecuadas.

Un par de zapatos incómodos irritan y dañan los pies hasta que decidimos desecharlo. Un puesto de trabajo incómodo irrita, daña, y no lo podemos desechar. Incluso, en muchas ocasiones, no tenemos consciencia de su mal diseño. Es algo perjudicial que, abnegadamente, se soporta día a día, durante la jornada laboral, y que acostumbra a aparecer enmascarado como absentismo, accidentes, baja productividad, mala calidad de los productos o, en el mejor de los casos, provoca desinterés por la tarea.

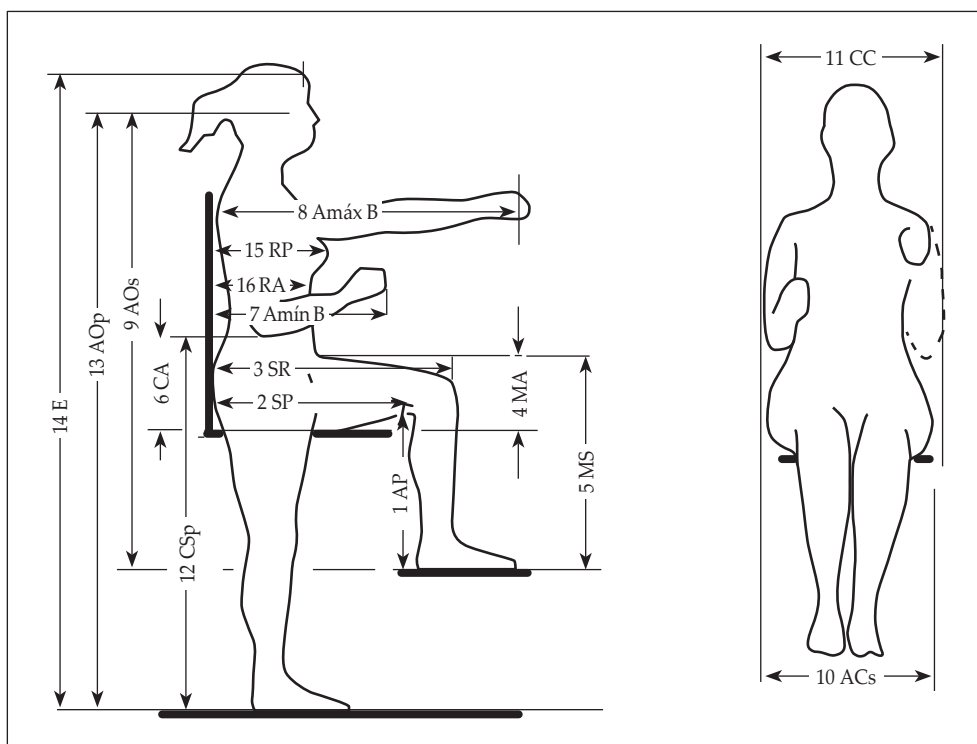
Un principio ergonómico es adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa, como suele ocurrir con mucha frecuencia. Al menos una tercera parte de nuestro día lo dedicamos al trabajo y el resto del tiempo a trasladarnos, a realizar actividades en nuestro hogar, al ocio, etc.

La producción masiva ha estimulado el diseño de útiles y espacios de actividad ergonómicos en todos los aspectos de la vida, pero hasta el momento no ha sido suficiente. La aplicación sistemática de la ergonomía debe proporcionar una adaptación conveniente de las máquinas a las personas.

### 2.1.3. Medidas antropométricas

Las medidas que debemos poseer de la población dependerán de la aplicación funcional que le queramos dar a las mismas. Partiendo del diseño de lugares de trabajo existe un número mínimo de dimensiones relevantes que debemos conocer (véase figura 2):

Figura 2. Principales dimensiones antropométricas para el diseño de puestos



ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		8



- Posición sentado:
  - AP (altura poplítea).
  - SP (distancia sacro-poplítea).
  - SR (distancia sacro-rótula).
  - MA (altura del muslo desde el asiento).
  - MS (altura del muslo desde el suelo).
  - CA (altura del codo desde el asiento).
  - AmínB (alcance mínimo del brazo).
  - AmáxB (alcance máximo del brazo).
  - AOs (altura de los ojos desde el suelo).
  - ACs (anchura de caderas estando sentado).
  - CC (anchura de codo a codo).
  - RP (distancia respaldo-pecho).
  - RA (distancia respaldo-abdomen).
- Posición de pie:
  - E (estatura).
  - CSp (altura de codos estando de pie).
  - AOp (altura de ojos estando de pie).
  - Anhh (ancho de hombro a hombro).

Debido a las especiales características de los estudios antropométricos, se debe analizar con mucho rigor el tipo de medidas que hay que tomar y el error admisible, ya que la precisión y el número total de medidas guardan relación con la posibilidad de viabilidad económica del estudio. Si se deja de considerar alguna medida relevante, o se exige una precisión exagerada, la limitación económica hará prácticamente imposible la realización del estudio.

Para el diseño de determinados puestos de trabajo pueden ser necesarias otras medidas adicionales, como longitud del antebrazo, longitud de la mano, longitud del pie, ancho de mano, ancho de pie, perímetro máximo de bíceps, perímetro del codo, perímetro máximo del antebrazo, espesor de la mano a nivel de la cabeza del tercer metacarpiano, ancho de dedos, etc.

## 2.1.4. El diseño ergonómico y la antropometría

A la hora de diseñar antropométricamente un mueble, una máquina, una herramienta, un puesto de trabajo con *displays* de variadas formas, controles, etc., es posible encontrarse con uno de estos tres supuestos:

- Que el diseño sea para una persona específica.
- Que el diseño sea para un grupo de personas.
- Que el diseño sea para una población numerosa.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		9

#### 2.1.4.1. *Análisis preliminar*

Antes de acometer un estudio de las relaciones dimensionales de un Sistema H-M, es necesario analizar los métodos de trabajo que existen o existirán en el futuro. Si los métodos no se consideran óptimos, deben rediseñarse.

La secuencia de actuación recomendada para el análisis es la identificación o medición de lo siguiente:

- Los métodos de trabajo que existen o existirán en el puesto.
- Las posturas y movimientos, así como su frecuencia.
- Las fuerzas que deberá desarrollar el trabajador.
- La importancia y la frecuencia de atención y manipulación de los dispositivos informáticos y controles.
- La ropa y los equipos de uso personal.
- Otras características específicas del puesto.

A partir de este análisis se pueden conocer cuáles son las dimensiones relevantes que hay que considerar y cuáles pueden obviarse.

Existen reglas que permiten tomar decisiones sobre las relaciones de las distintas dimensiones del cuerpo humano y de los objetos con el fin de lograr una correcta compatibilidad. Por ejemplo, en una silla, el asiento debe estar a una altura del suelo que posibilite apoyar los pies cómodamente en él, dejando libre de presiones la región poplíteica, situada entre la pantorrilla y el muslo, pues la circulación sanguínea se ve afectada cuando esto ocurre. En consecuencia, la altura de la silla debe ajustar, o incluso ser ligeramente menor, a la altura poplíteica del sujeto sentado o, de lo contrario, se debe instalar un reposapiés.

Lo mismo ocurre con las demás dimensiones de la silla; la altura máxima del respaldo, si es rígido, no debe sobrepasar la altura subescapular en posición de sentado, y el respaldo debe permitir la acomodación del coxis sin presionarlo, por lo que resultará preferible que el respaldo comience a partir de la cintura hacia arriba.

En general, las sillas actuales tienen muchos disidentes y se ha creado una gran variedad de modelos, algunos nada convencionales, para tratar de resolver la situación. A pesar de todo, la gente, cuando está cansada, se sienta.

Lo ideal sería que en su puesto de trabajo, el trabajador pudiera optar por la posición sentado o de pie según el tipo de tarea que tenga que realizar, tal y como se indica en la figura 4. Para ello se puede diseñar una altura de asiento que le permita mantener una altura de visión adecuada, ya se encuentre sentado o de pie.

Algo similar se debe hacer con el resto de las dimensiones relevantes de cada hombre para con su puesto de trabajo o con su área de actividad. Para las mediciones antropométricas existen metodologías que garantizan una homogeneidad necesaria y una precisión adecuada.

Para la correcta elección de la postura del operario se deben considerar diferentes parámetros, tales como la naturaleza del puesto, la manipulación de objetos o cargas, los movimientos, el emplazamiento, la movilidad, etc. Con el árbol de decisiones de la figura 4 se pretende ofrecer una guía para la adecuada selección de la postura.

Para interpretar fácilmente el diagrama de decisión es necesario establecer un criterio que diferencie **pequeña carga de carga pesada**. A modo de referencia, y a efectos de este diagrama, se puede hablar de carga pesada a partir de 4,5 kg, sin que ello sea un límite estricto.

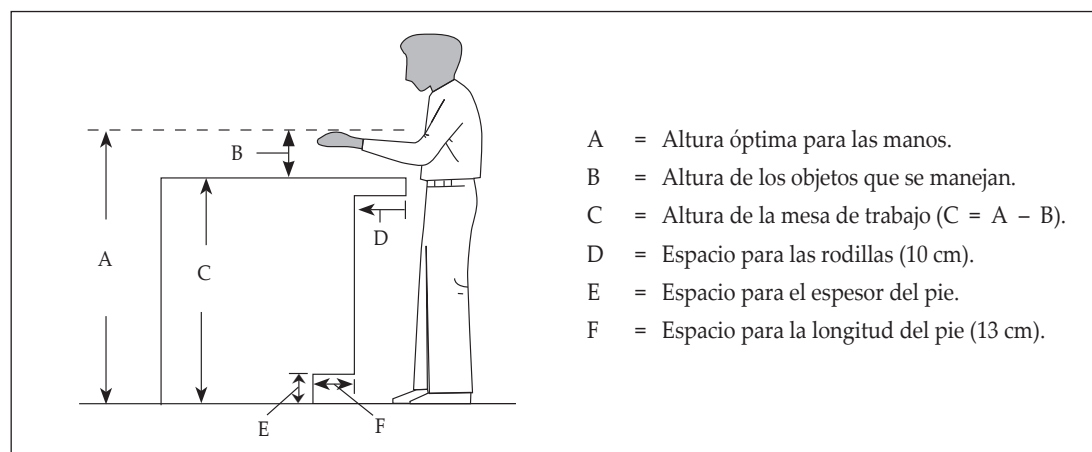
También es importante ubicar correctamente el **plano de trabajo**, definido como el plano horizontal en el que se mueven las manos durante la realización de la tarea. A continuación se recogen las alturas recomendadas para el plano de trabajo por Grandjean y la Kodak Eastman Company para una postura de pie.

Hay que tener en consideración que cuanto mayor sea el esfuerzo que hay que realizar, el plano de trabajo deberá ubicarse más abajo.

Cuadro 1. Alturas de planos de trabajo (Grandjean)

Descripción de la tarea	Altura del plano	Sexo
Tareas de fino montaje y de precisión	100-110 cm 95-105 cm	Varón Mujer
Tareas que exigen un esfuerzo moderado	90-95 cm 85-90 cm	Varón Mujer
Tareas que exigen un esfuerzo considerable	75-90 cm 70-85 cm	Varón Mujer

Figura 3. Altura de las manos según la tarea

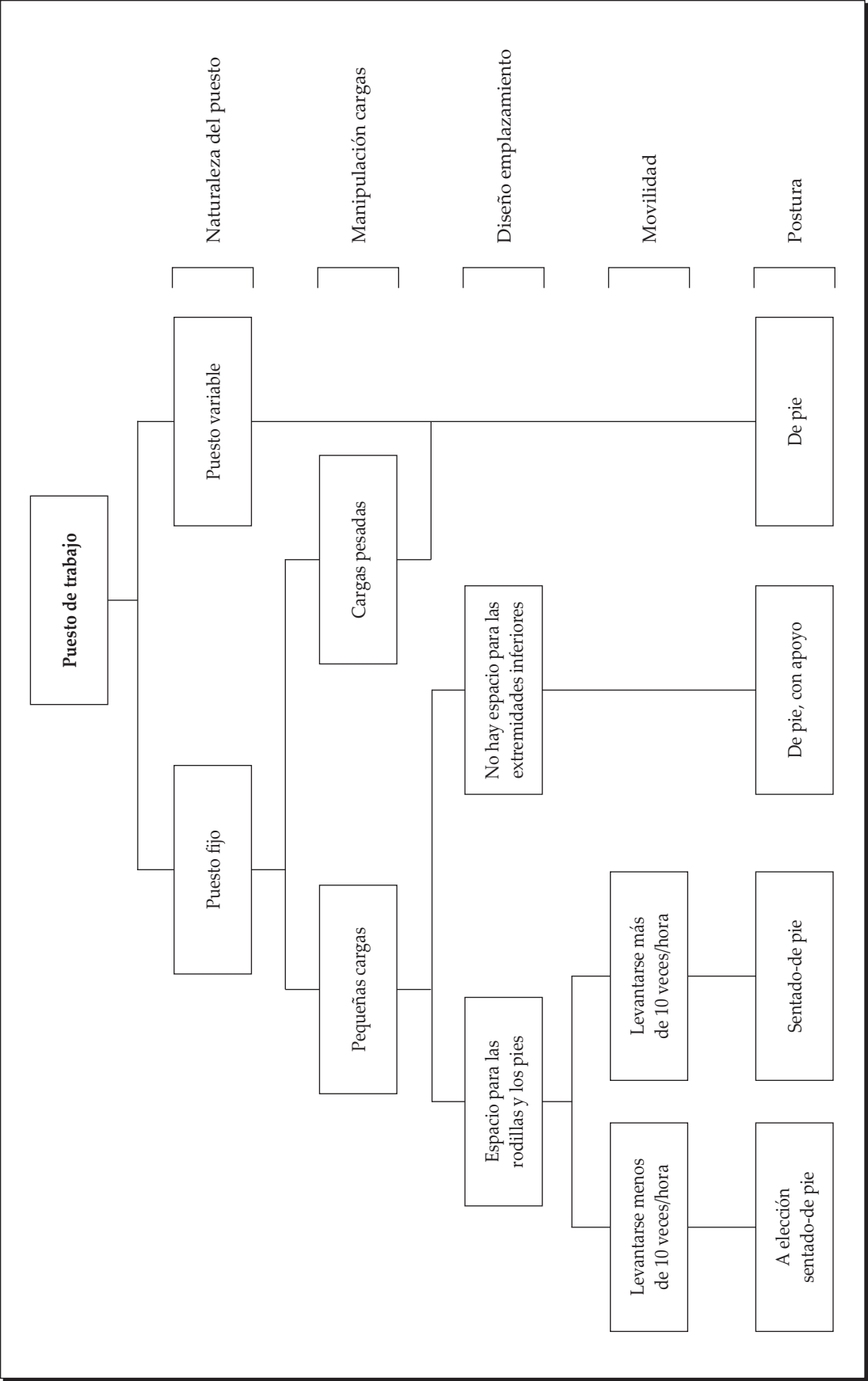


Cuadro 2. Alturas óptimas para las manos en función de la tarea

Descripción de la tarea	Altura óptima para las manos
Tareas de ligero montaje y de precisión .....	107 cm
Tareas que requieren amplios movimientos de los brazos y moderados esfuerzos en dirección descendente y hacia los lados .....	91 cm
Si los esfuerzos son considerables, incluso pueden tomarse alturas menores .....	76 cm
Tareas que solicitan grandes esfuerzos en dirección hacia arriba .....	81 cm

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		11

Figura 4. Árbol de decisión para la elección de la postura de trabajo



ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		12



#### 2.1.4.2. Diseño para una persona

Este caso es como hacer un traje a medida. Sería lo mejor, pero también lo más caro, y solo estaría justificado en casos muy específicos. Aun así, cuando el diseño es individual, se debe actuar como lo hacen los sastres o los modistos: tomando las medidas antropométricas del sujeto.

Sin embargo, si este puesto debe ser utilizado por un grupo de personas, por ejemplo, cinco, habrá que tener en cuenta a los cinco para hacer el diseño. Y si la población que va a ocupar el puesto es muy numerosa, por ejemplo, si hablamos de una cabina telefónica, de las butacas de un teatro o de muebles domésticos que no se sabe quién los adquirirá, el asunto se complica aún más.

#### 2.1.4.3. Diseño para un grupo poco numeroso y diseño para una población numerosa

Para abordar estos casos hay que hablar de los tres principios para el diseño antropométrico:

- Principio del diseño para extremos.
- Principio del diseño para un intervalo ajustable.
- Principio del diseño para el promedio.

##### A) Principio del diseño para extremos

Las preguntas que haya que hacerse para decidir entre mínimo y máximo son las siguientes: ¿quiénes tendrán dificultades para acceder a ese lugar?, ¿quiénes tendrán dificultades para sentarse en esa silla?, ¿quiénes tendrán dificultades para transportar ese peso?, etc.

Si hay que diseñar un puesto de trabajo para cinco personas, donde el alcance del brazo hacia delante (un panel de control) es una dimensión relevante, sin duda alguna se debe definir esa distancia para aquel que tuviera dificultades para alcanzar ese punto, es decir, de los cinco, el que tiene un alcance menor. Así se habrá diseñado para el mínimo y, de esta forma, los cinco alcanzarán el panel de control.

Esto se hace así, salvo cuando el mínimo ofrece un valor tan pequeño que ponga en crisis el diseño o provoque incomodidades en los restantes trabajadores. En esos casos, es necesario buscar soluciones ingeniosas que permitan el acceso a esa persona, y, como última alternativa, excluirla de ese puesto.

Pero supongamos que necesitamos decidir la altura de las puertas de un barco o de un submarino, sitios donde la economía de espacio es decisiva, o de una cabina telefónica. Ahora la decisión será la opuesta, pues los más altos son los que se romperán la frente si el diseño no los considera a ellos. En este caso es necesario diseñar para máximos.

##### B) Principio del diseño para un intervalo ajustable

Este diseño es el idóneo, porque el operario ajusta el objeto a su medida, a sus necesidades, pero es el más caro, por el mecanismo de ajuste. El objetivo es, en este caso, decidir los límites del intervalo.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		13

Este es el caso de las sillas de los operadores de videoterminal, del sillón del dentista, del asiento del conductor, del sillón de barbero, etc. En los casos del dentista y del barbero, el ajuste se efectúa para la comodidad de estos, y no de los clientes, a los cuales no les hace falta porque disponen de reposapiés.

En la situación del ejemplo de los cinco hombres, la altura del asiento se regularía diseñando un intervalo de ajuste con un límite inferior para el de altura poplíteica menor y un límite superior para el de altura poplíteica mayor. Así, los cinco podrían ajustar el asiento exactamente a sus necesidades.

### C) Principio del diseño para el promedio

El promedio, generalmente, es un engaño, y más en ergonomía. Supóngase que cinco personas tienen una altura de 195, 190, 150, 151 y 156 cm, respectivamente, cuyo promedio sería 168,4 cm. Si se diseña la puerta de un camarote de un barco para el promedio, dos de los hombres (los que medían 195 y 190 cm) tendrán que encorvarse bastante o se golpearán la cabeza a menudo: ese diseño ha sido un fracaso. Solo se utiliza en contadas situaciones, cuando la precisión de la dimensión tiene poca importancia o su frecuencia de uso es muy baja, siendo cualquier otra solución muy costosa o técnicamente muy compleja.

Se acepta que un diseño ergonómico debe ser válido, en condiciones normales, para el 90% de la población.

Pero ya se ha dicho que la situación se complica cuando la población es numerosa, pues es imposible medirlos a todos. Para ello se selecciona una muestra representativa de la misma, que se debe determinar mediante la siguiente expresión, para que sea estadísticamente significativa:

$$n = Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2 / e^2$$

donde:

$\sigma$  = Desviación estándar.

$Z_{\alpha/2}$  = Porcentaje que queda fuera a cada lado del intervalo.

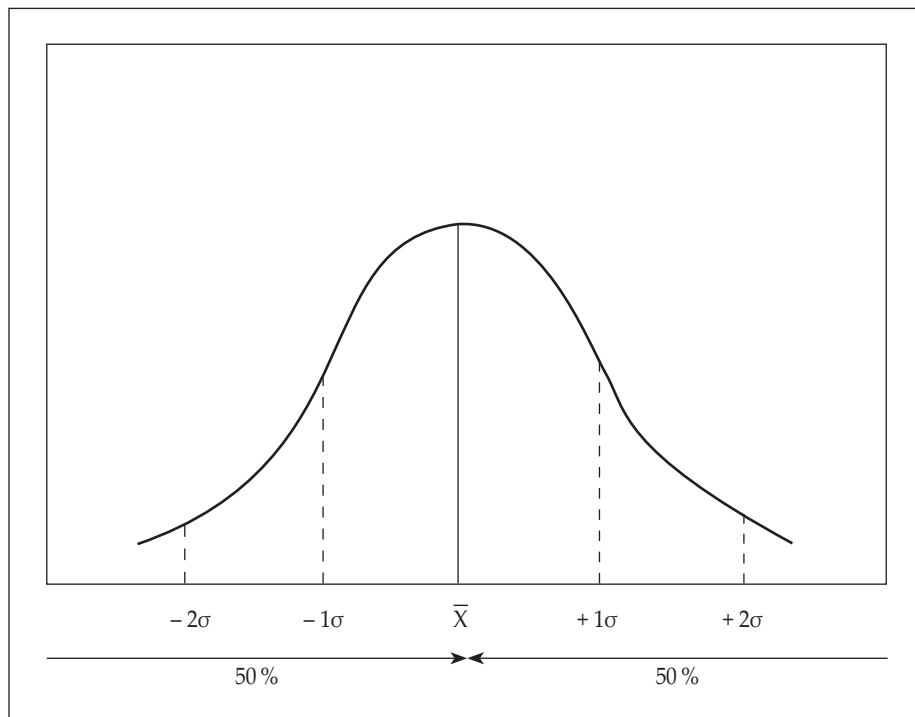
$e$  = Error admitido (precisión).

Las variables tradicionalmente estudiadas son la estatura y el peso de la población.

Cuando se cuenta con información estadística respecto a una población, se debe considerar que existen grandes diferencias antropométricas entre individuos por sexo, edad, etnia, nacionalidad, etc., por lo que las tablas de información antropométricas deben ser propias. Además, la información estadística envejece, porque la población cambia, lo cual quiere decir que a la hora de utilizar datos antropométricos no solo hay que considerar el país, sino también la fecha de realización del estudio.

Pero supongamos que se dispone de información actualizada de la población española y de la zona o región donde debemos diseñar. Hay algo que debemos saber: los datos antropométricos tienden a una distribución normal; la curva de Gauss está presente en la antropometría (véase figura 5).

Figura 5. Curva de distribución normal



Conociendo la media y la desviación estándar de cada dimensión de la población, es posible obtener un percentil, que deja fuera a un determinado porcentaje de individuos.

Supóngase que la media de las estaturas tiene un valor de  $X = 170$  cm y la desviación estándar  $\sigma = 5$  cm.

Utilizando la expresión:

$$P = X \pm Z \sigma$$

donde:

$P$  = Será la medida del percentil en centímetros, o sea, el intervalo donde se incluye el porcentaje de la población o de la muestra. Puede definirse **percentil** como el porcentaje de la población cuya característica antropométrica queda por debajo de un valor determinado.

$Z$  = Es el número de veces que  $\sigma$  está separada de la media.

Si en ergonomía se trata de diseñar para el 90% de las personas, generalmente se diseña entre los percentiles 5 y 95%.

Se determinará qué medida tendría que tener la altura de las puertas de los camarotes de los submarinos para que el 95% de la población no tuviese problemas de acceso. Como este supuesto está diseñado para máximos (para el percentil 95), en la tabla siguiente, donde se muestran los percentiles más utilizados en diseño antropométrico y sus correspondientes  $Z$ , se busca el valor de  $Z$  para este percentil:



ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		15

Tabla 1. Valores Z

P			Z
1	-	99	2,326
2,5	-	97,5	1,96
3	-	97	1,88
5	-	95	1,645
10	-	90	1,28
15	-	85	1,04
20	-	80	0,84
25	-	75	0,67
30	-	70	0,52
40	-	60	0,25
	-	50	0

$$P_{95} \text{ ---- } Z = 1,645$$

$$P_{95} = 170 + 1,645 \times 5$$

$$P_{95} = 178,2 \text{ cm}$$

El signo de la fórmula será (+), puesto que nos interesa abarcar a los más altos para que pasen por la puerta.

La puerta deberá tener 178,2 cm para que el 95 % de la población pueda utilizar el acceso sin dificultad. Del percentil 95 en adelante tendrán problemas de acceso.

Imaginemos ahora que se quiere diseñar la distancia entre el respaldo del asiento y el punto más alejado de un panel de control. Para ello se debe considerar a los operarios de alcance de brazo menor, por ejemplo, el percentil 10 (con una media de 70 cm y una  $\sigma$  de 2 cm). El resultado será:

$$P_{10} = 70 - 1,282 \times 2$$

$$P_{10} = 67,4 \text{ cm}$$

En este caso, el signo de la fórmula sería (-) porque diseñamos para el extremo inferior, con los brazos más cortos.

Los operarios con un alcance máximo del brazo de 67,4 cm o más podrán utilizar el panel, y quedará un 10 % de la población fuera del alcance, o que tendrá que realizar un sobreesfuerzo, lo que significa que el 90 % de la población accederá a ese punto con facilidad.

Lo ideal sería poder incluir a toda la población, pero esto no es posible cuando es muy numerosa. Como se puede comprender, generalmente, la selección del percentil es prioritariamente una razón económica y, en segundo lugar, tecnológica.

En la tabla que se muestra a continuación pueden verse, como ejemplo, algunas dimensiones antropométricas de una muestra femenina española.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		16



Tabla 2. Algunas dimensiones antropométricas de una muestra de mujeres españolas

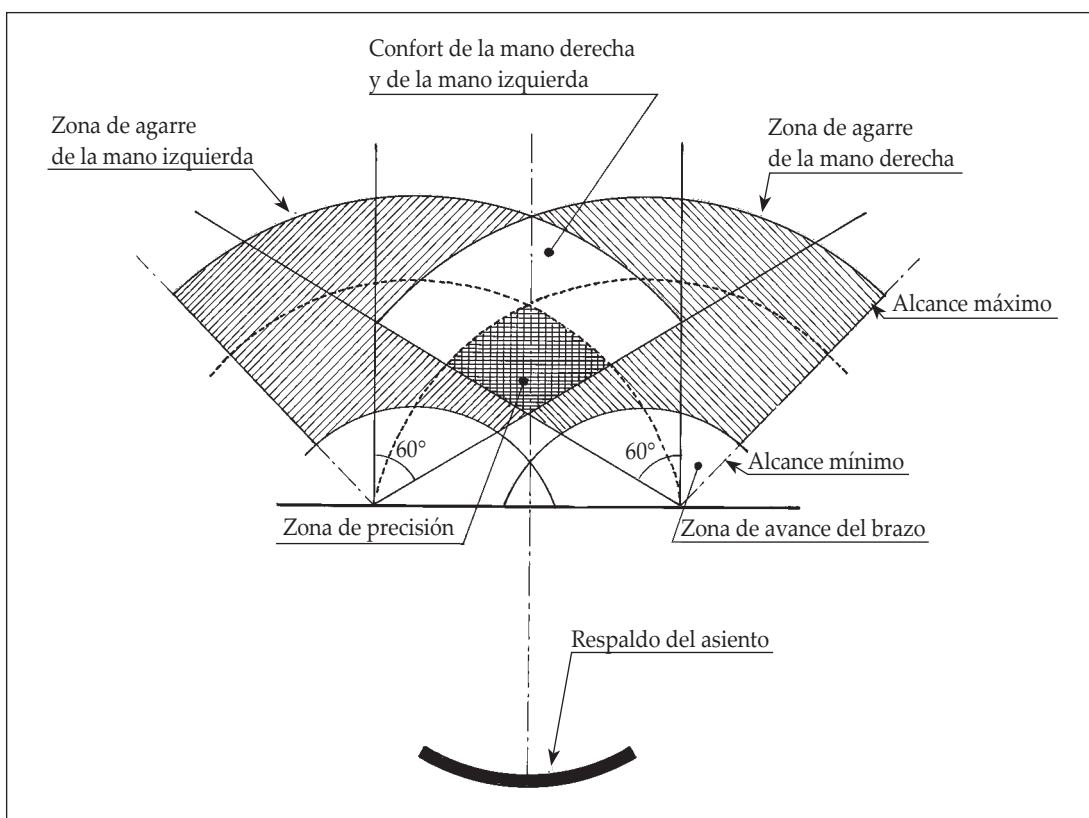
Dim	Media	$\sigma$	P1	P5	P10	P90	P95	P99
Sentado								
1 AP	37,33	1,82	33,08	34,33	34,99	39,67	40,33	41,57
2 SP	47,47	2,06	42,68	44,08	44,83	50,11	50,86	52,27
3 SR	57,84	2,66	51,65	53,46	54,43	61,26	62,22	64,03
4 MA	13,54	1,78	9,4	10,61	11,26	15,83	16,48	17,69
5 MS	56,31	2,06	51,52	52,92	53,67	58,96	59,7	61,11
6 CA	21,71	2,2	16,59	18,09	18,91	24,53	25,33	26,83
7 AmiB	40,7	4,02	31,34	34,08	35,54	45,86	47,32	50,06
8 AmaB	68,2	2,73	61,86	63,72	64,71	71,69	72,68	74,54
9 AOs	112,3	3,15	105	107,1	108,2	116,3	117,5	119,6
10 ACs	39,94	3,77	31,18	33,74	35,11	44,77	46,14	48,71
11 CC	46,73	5,57	33,77	37,56	39,58	53,87	55,9	59,69
De pie								
12 CSp	97,64	2,56	91,68	93,42	94,36	100,9	101,9	103,6
13 AOp	153,9	4,65	143,1	146,3	148	159,9	161,6	164,8
14 EST	163,3	4,21	153,6	156,4	158	168,7	170,3	173,1

## 2.1.5. Antropometría y espacios de actividad

Una aplicación de la antropometría es determinar cuál es el espacio óptimo que un sujeto «domina» para realizar una serie de actividades. Se acostumbra a representar mediante mapas de las estrofosferas en planta, alzado y perfil de las máximas curvas de agarre.

La figura 6 muestra las áreas de actividad en un plano horizontal, suponiendo que el sujeto permanece con su tronco vertical. Como se puede ver en la figura, aparece un análisis de la superficie de trabajo que es activada con las manos.

Figura 6. Áreas de actividad en el plano de trabajo



El área normal de trabajo es la zona más conveniente para que los movimientos de las manos se puedan realizar con un gasto normal de energía. Los materiales, las herramientas y los equipos de trabajo se deben localizar, preferentemente, en esta área.

### 2.1.6. Ergonomía geométrica. Espacios de visión

El confort posicional ocurrirá cuando la actividad gestual (y postural) del trabajador sea la adecuada, ubicando todos los elementos que sea preciso manipular dentro de las áreas de trabajo. Los principios de diseño ergonómico exigen dar prioridad y situar más cerca del cuerpo aquellos objetos y útiles que se utilicen con mayor frecuencia y requieran mayor esfuerzo y precisión.

Pero es necesario tener en cuenta que el trabajador necesita habitualmente «ver». La vista del trabajador es, por consiguiente, otro aspecto que necesariamente debe ser tenido en cuenta. Por ello, el puesto de trabajo ha de diseñarse de modo que todos los elementos que la persona tiene que ver queden dentro de los campos de visión adecuados, en función también de la frecuencia y de la precisión necesarias.

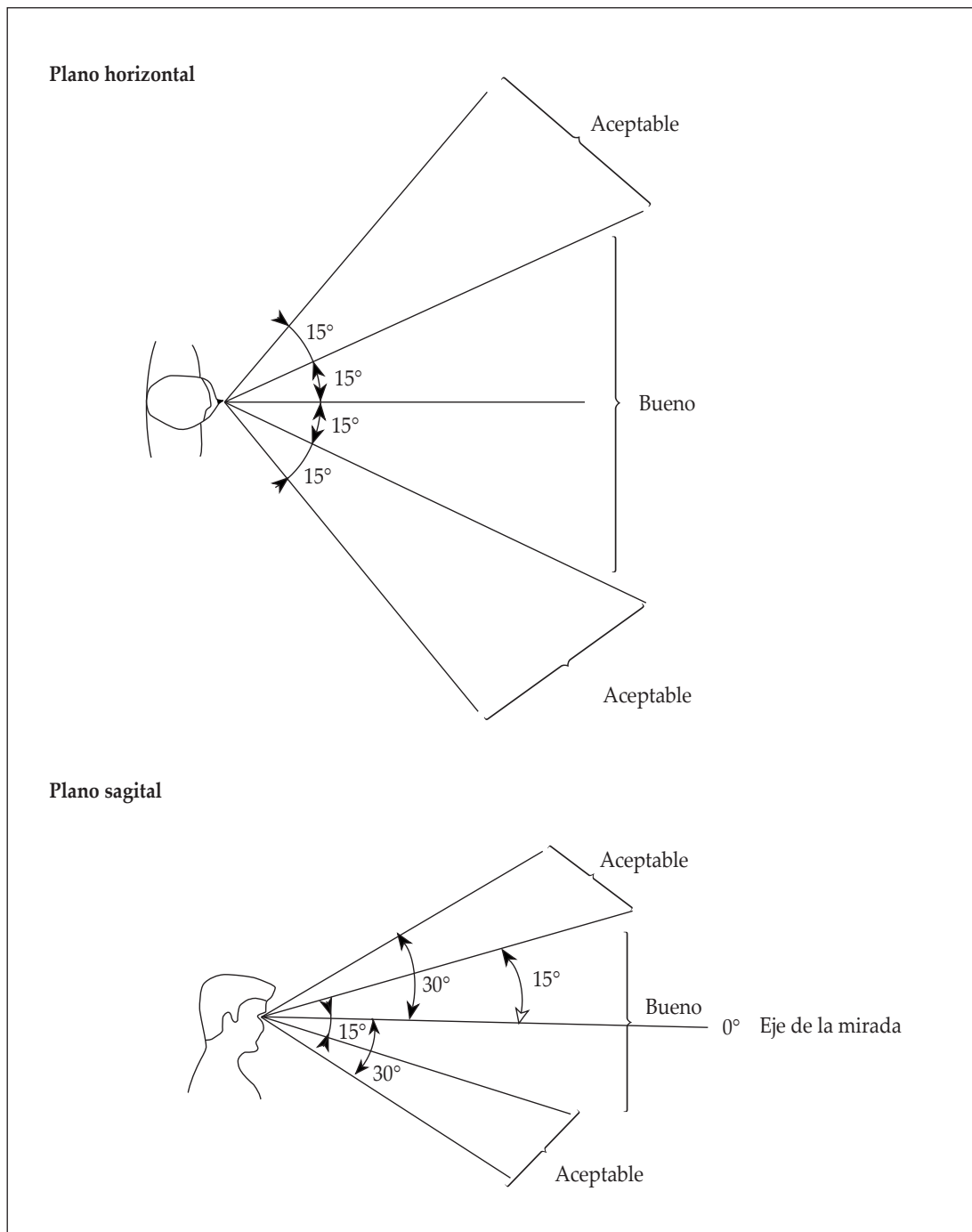
Por esta razón se presentan a continuación dos criterios de diseño ergonómico en relación a los campos de visión. Concretamente, el correspondiente a la Norma UNE-EN 894-2:1997+A1:2009 «Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información». Esta Norma diferencia dos tipos de tareas visuales diferentes, las de detección (aquellas en las que la información se envía al operador) y las de control (aquellas en que es el operador quien busca la información).

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		18



Y el publicado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT)<sup>1</sup> en su Guía Metodológica para el Estudio Ergonómico del Trabajo de Cajera de Hipermercado. En este último, se establecen tres zonas [V (verde), A (amarilla) y R (roja)] que definen las áreas del espacio donde, en función de su exigencia visual, han de ubicarse todos los elementos que requieran ser mirados por el trabajador.

Figura 7. Campos de visión para detección (UNE-EN 894-2:1997+A1:2009)



<sup>1</sup> Ahora denominado Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST).

Figura 8. Campos de visión para control (UNE-EN 894-2:1997+A1:2009)

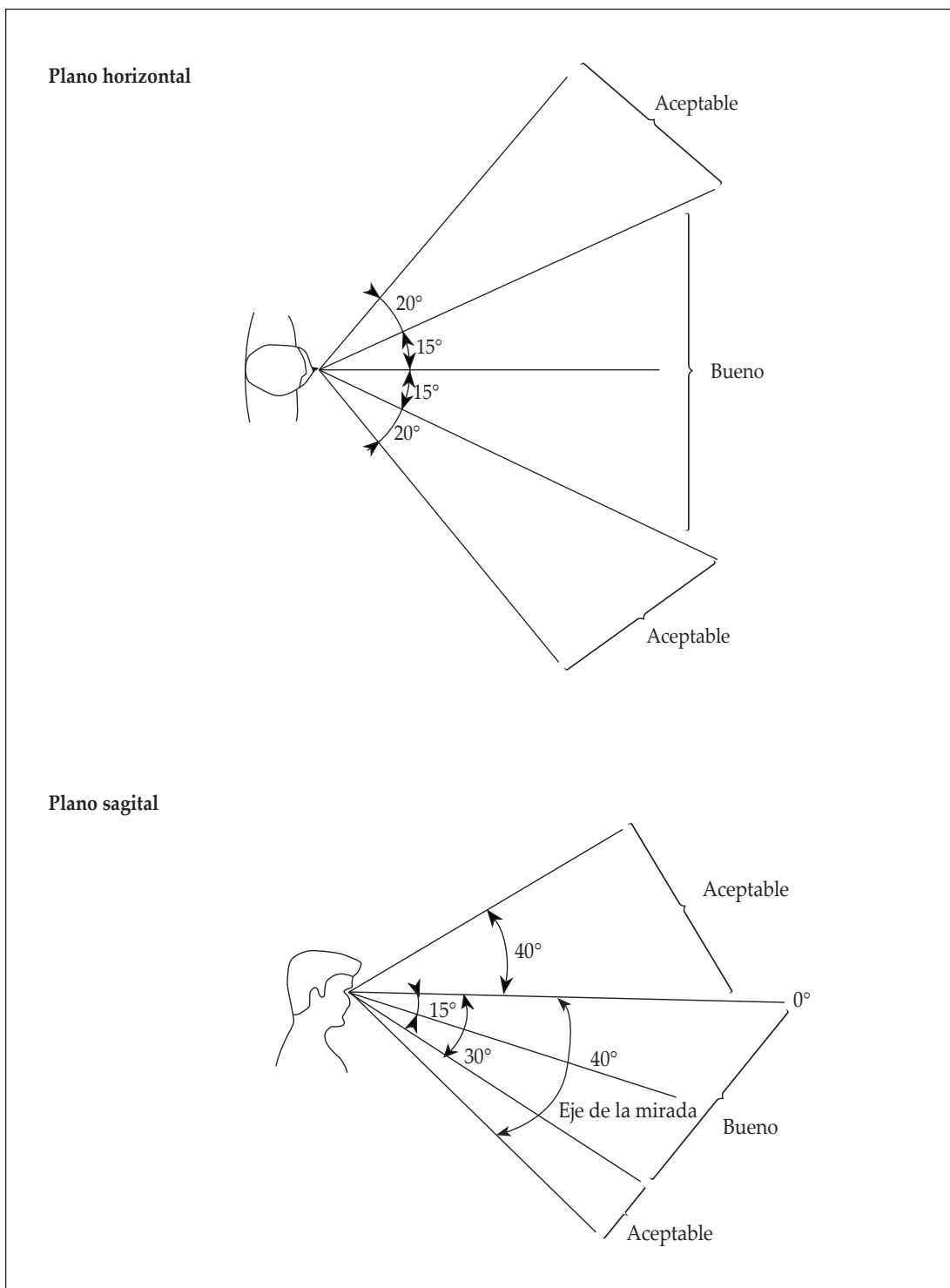
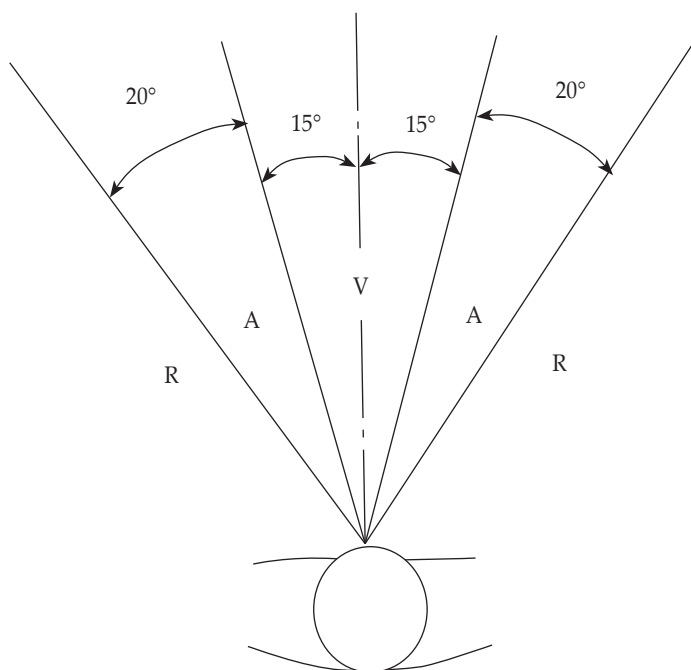
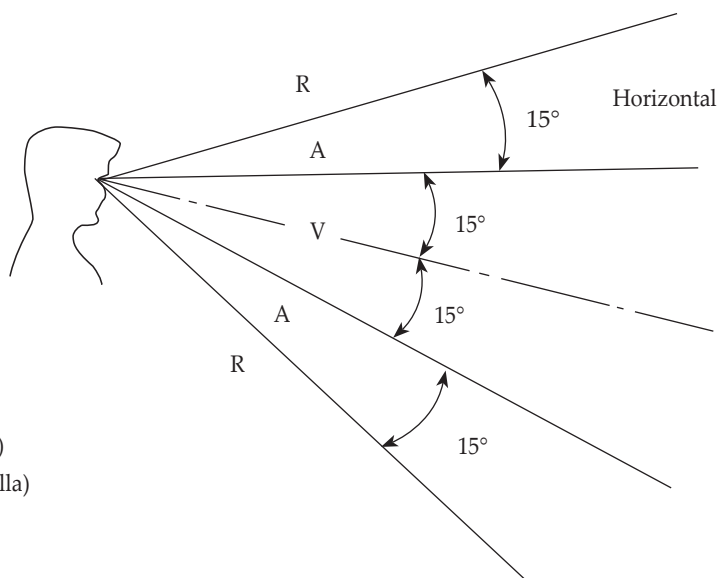


Figura 9. Campos de visión (INSHT)

Campo visual en el plano horizontal



Campo visual en el plano sagital



V (zona verde)  
A (zona amarilla)  
R (zona roja)

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		21

## 2.2. DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO

Los siguientes gráficos corresponden a un método de resolución gráfica diseñado por los autores Clark y Corlett, ambos de la Universidad de Nottingham.

A este método de resolución gráfica se le suele llamar de las «transparencias», ya que, para utilizar cada uno de los dibujos, se deben realizar previamente transparencias (acetatos) ampliadas de cada uno de ellos.

La ampliación ha de hacerse hasta conseguir que la cuadrícula tenga unas dimensiones de 2 cm. De esta forma dispondremos de las curvas de alcance (en planta, alzado y vista lateral) a escala 1:10, según las diferentes secciones.






Existen familias de curvas para el diseño de puestos en las posturas de trabajo «de pie», «sentado» y «de pie-sentado» (estas son las mismas que las de «sentado», ya que la referencia es el asiento).

Una última familia de curvas determina los campos de visión a 30 y 50 cm de los ojos.

Para cada una de las familias de curvas de alcance se han establecido dos poblaciones, una que considera solo hombres, y otra, de menor media, que contempla hombres y mujeres. En ambos casos se han utilizado los percentiles 97,5 y 2,5, lo que supone atender al 95 % de la población adulta del Reino Unido.

Para entender con mayor facilidad cada una de las gráficas, es necesario tener en cuenta los siguientes puntos de referencia:

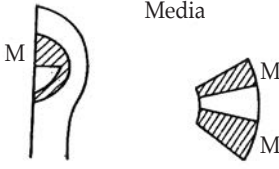
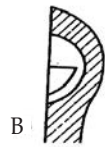
Cuadro 3. Puntos de referencia

Puntos de referencia	Ojo	Suelo	Asiento	Hombro
General	PRO	PRS	PRA	PRH
Mujer pequeña (2,5 %)	O2,5M	S2,5M	A2,5M	H2,5M
Hombre pequeño (2,5 %)	O2,5H	S2,5H	A2,5H	H2,5H
Hombre grande (97,5 %)	O97,5H	S97,5H	A97,5H	H97,5H
<div> <div>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Secciones proyecciones señaladas con flechas</li> </ul> </div> <div>  <p>Cuadrícula de 200 mm en todos ellos</p> </div> </div> <div> <div> <div>Planta</div> <div>Lateral</div> <div>Posterior</div> </div> <div> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sección del plano que pasa a nivel del hombro, es decir, del máximo alcance</li> </ul> </div> </div>				
Ojos (puntos de referencia)	Vista lateral 	Planta 	Vista posterior 	

Para aplicar el método debe establecerse previamente el croquis a escala 1:10 del puesto de trabajo y superponer las plantillas al objeto de verificar si todos los objetos y elementos del puesto de trabajo y de la tarea se encuentran en la zona de prioridad (tanto en alcance como visual) adecuada.

El procedimiento establece tres zonas de prioridad (alta, media y baja), en función de la frecuencia, del esfuerzo y de la precisión requerida por la tarea. Todo ello, según se explica en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Zonas de alcance y visión según su frecuencia de uso

	Zona de alcance	Campo visual
 <p>Alta</p>	<p>Para situar la tarea y los mandos de mayor prioridad, de mayor frecuencia, de mayor duración de la operación, gran esfuerzo, alta velocidad o alta precisión.</p> <p>Zona donde se puede adoptar la posición de alcance más cómoda, sentado o de pie, recto, de cara hacia delante, con el antebrazo bajo el corazón y a <math>&lt; 45^\circ</math> del costado, y el codo en el punto medio del movimiento o ligeramente doblado.</p>	<p>Para situar la tarea y los <i>displays</i> de mayor prioridad, frecuencia, duración, etc.</p> <p>Zona donde se puede adoptar la postura visual más relajada: cabeza derecha o ligeramente inclinada, mirando hacia delante. Es la mejor zona para la exploración, atención, agudeza, distinción de color, visión a distancia.</p>
 <p>Media</p>	<p>Para situar la tarea y mandos de prioridad, frecuencia y duración medias, etc.</p> <p>Válida para las posiciones sentado/de pie y derecho. Rotación pequeña del ojo/cabeza. El brazo al límite de alcance al frente y a los lados. El antebrazo por encima del hombro.</p>	<p>Para situar la tarea y <i>displays</i> de prioridad, duración, etc., medias.</p> <p>Zona visualizada con una rotación pequeña del ojo/cabeza.</p>
 <p>Baja</p>	<p>Para situar tareas y mandos de baja prioridad, baja frecuencia, corta duración, poco esfuerzo, poca rapidez y poca precisión.</p> <p>Se obtiene el máximo alcance recurriendo a la inclinación y/o rotación hacia atrás.</p>	<p>Para la tarea y <i>displays</i> de baja prioridad, frecuencia, duración, etc.</p> <p>Zona visualizada por rotación/elevación de la cabeza y rotación del tronco.</p>



## 2.2.1. Zonas de alcance de pie, zonas de alcance sentado y campos de visión

Figura 10.1. Zonas de alcance de pie

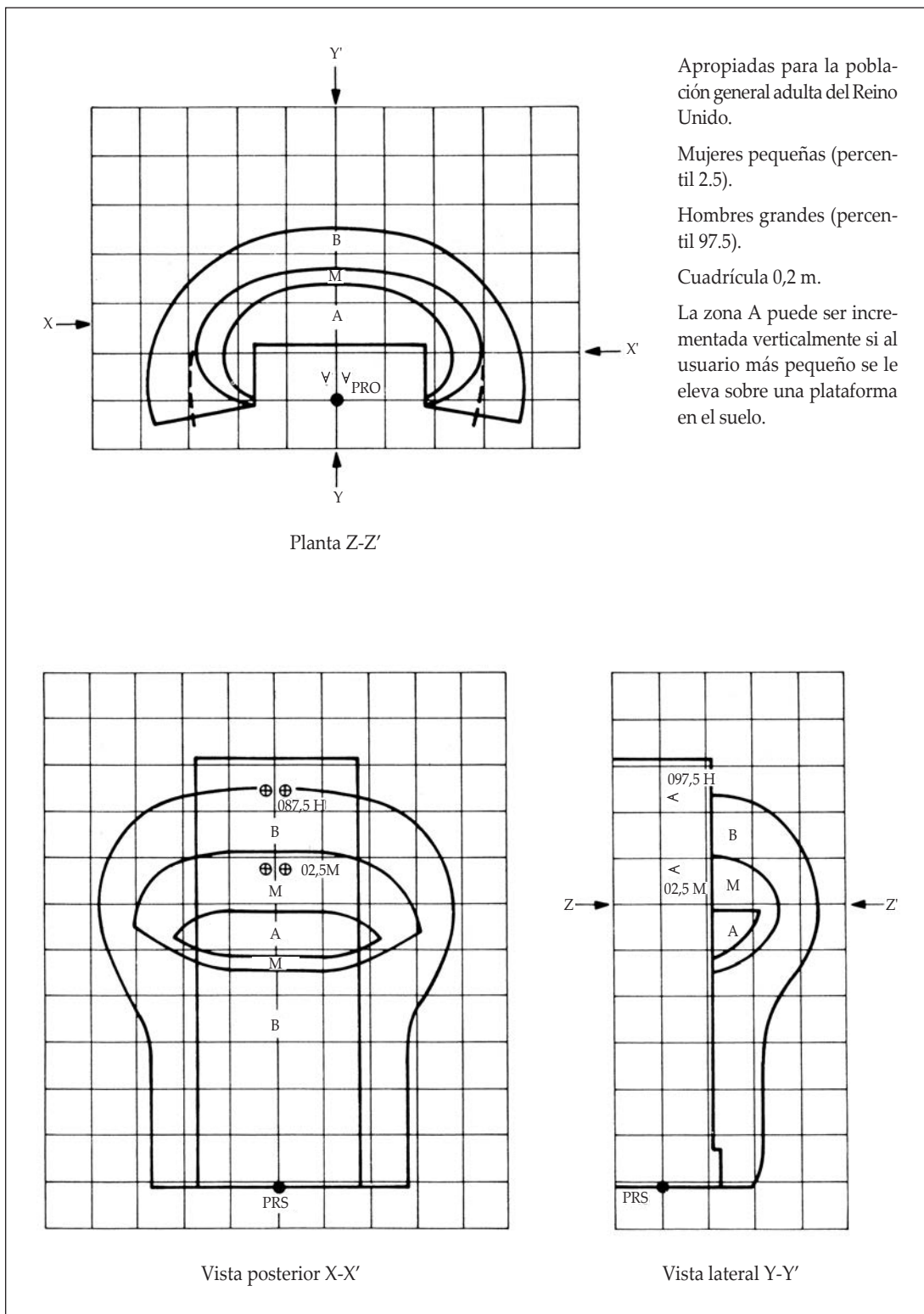




Figura 11.1. Zonas de alcance sentado

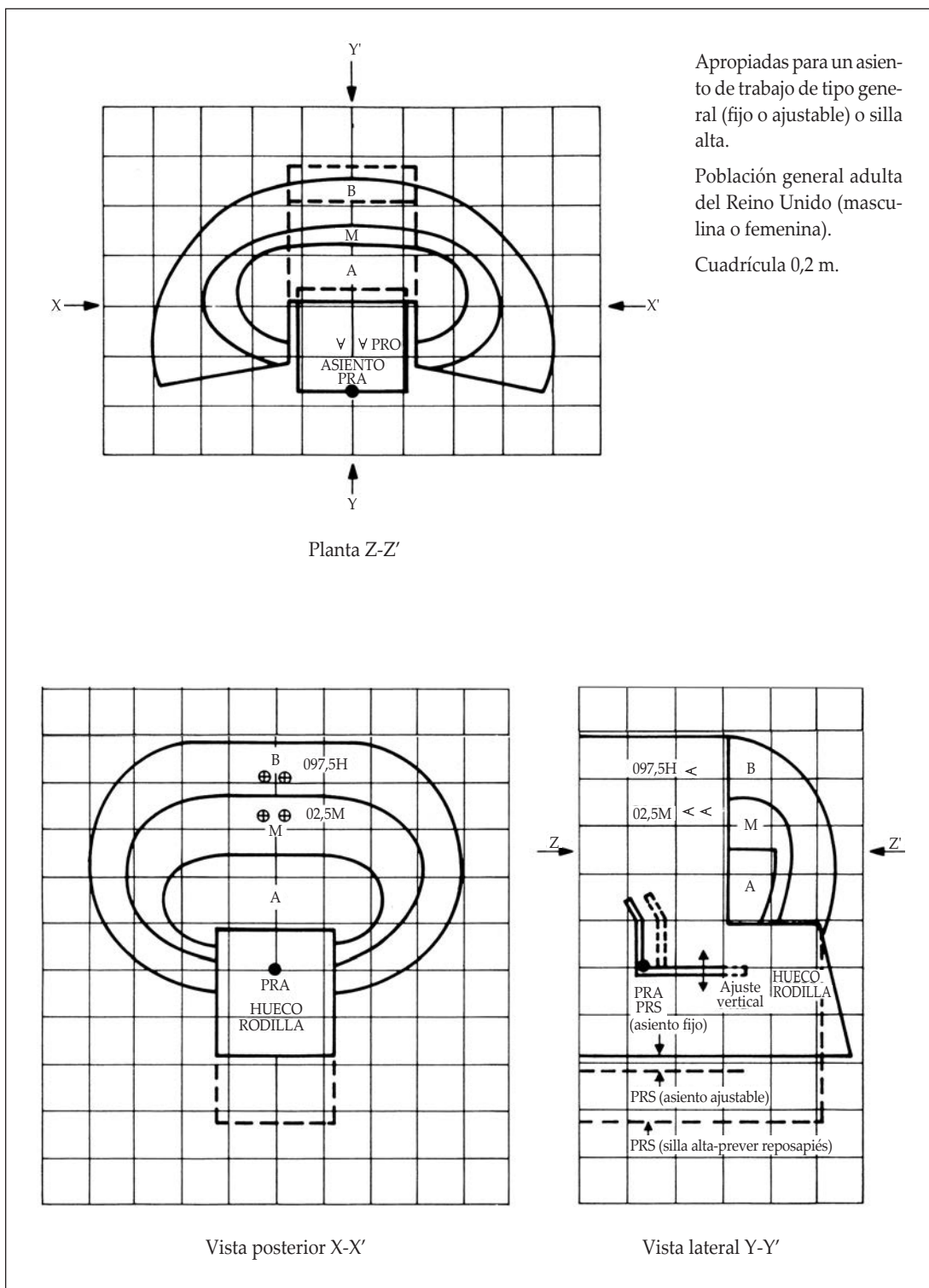


Figura 11.2. Zonas de alcance sentado

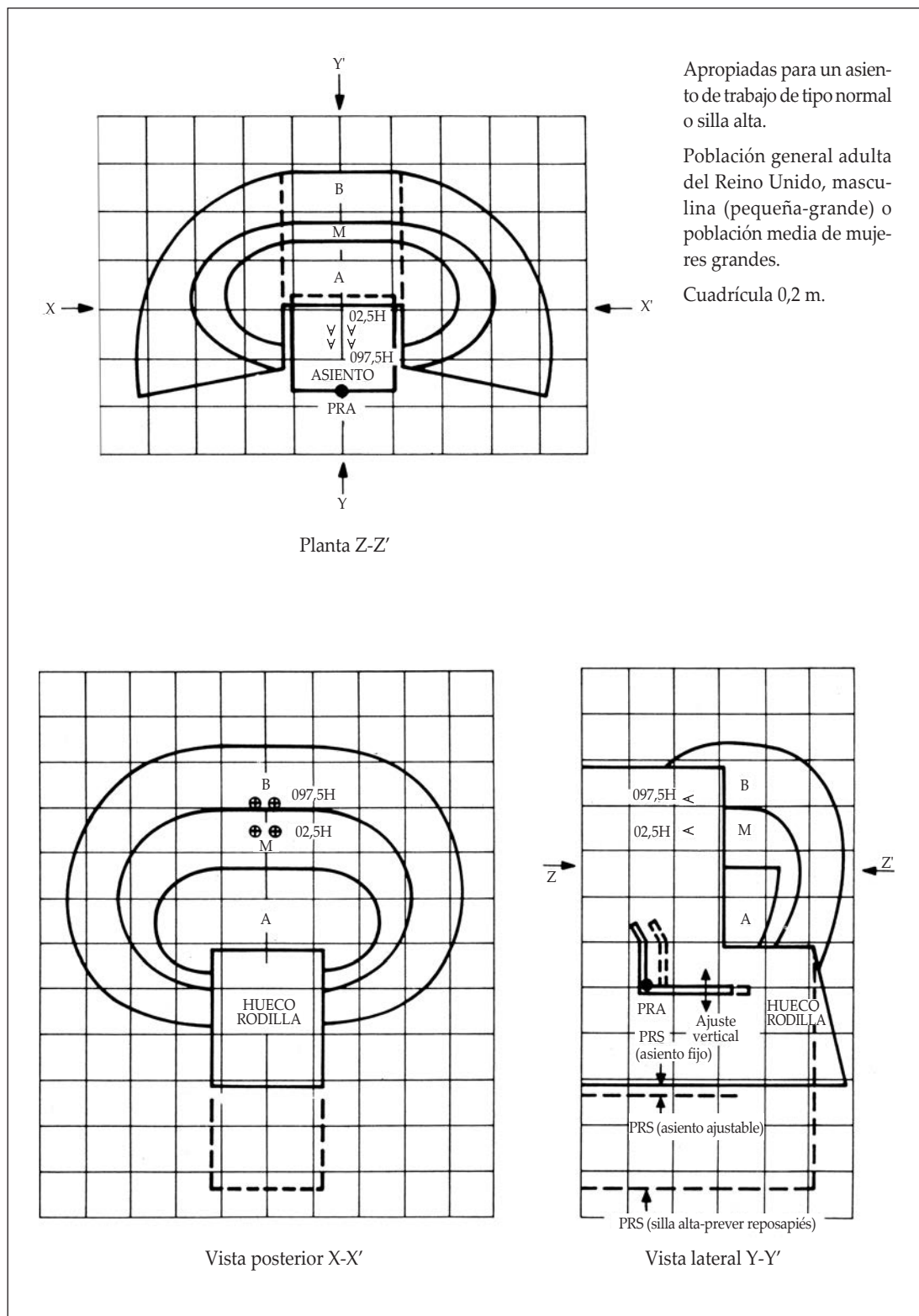
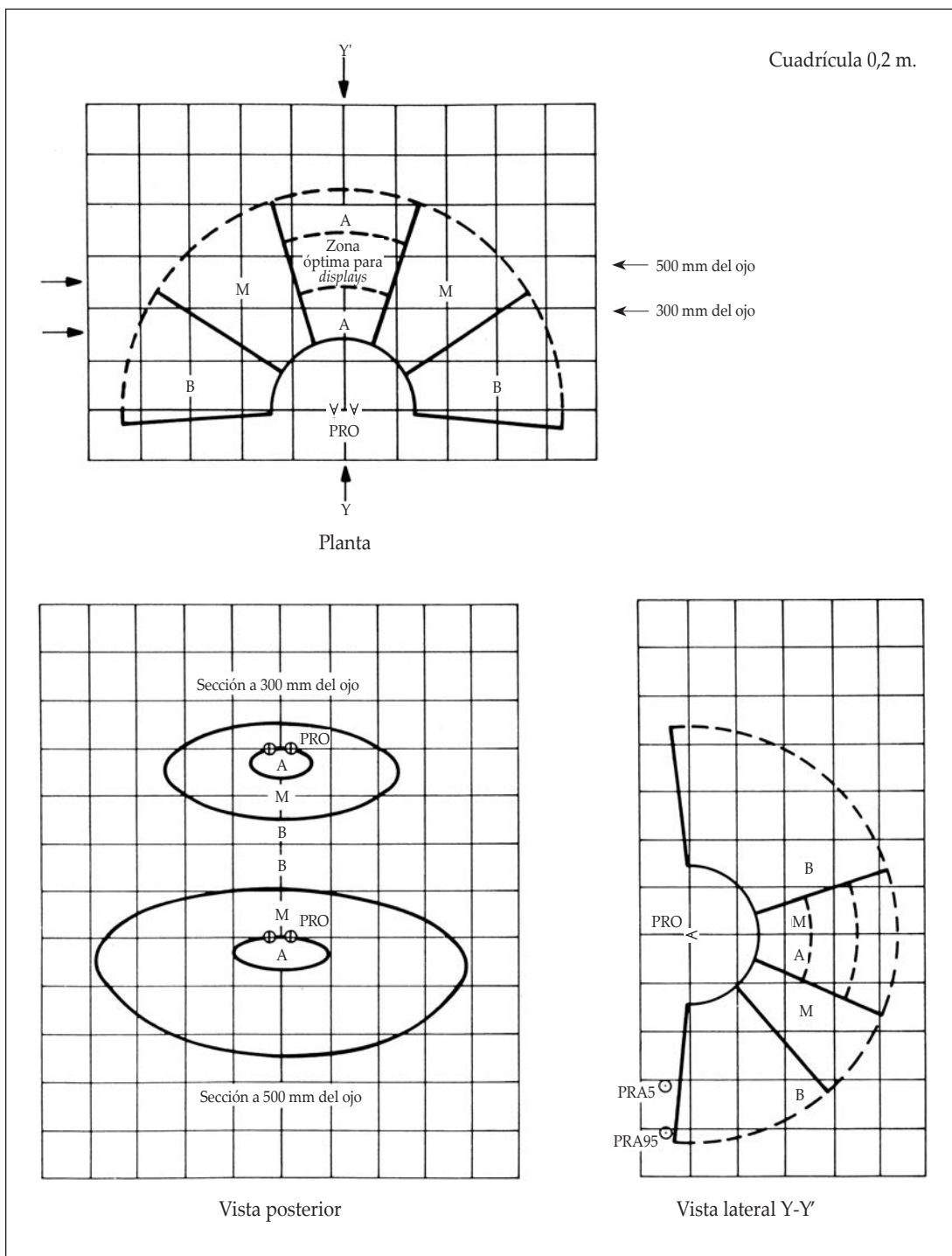


Figura 12. Campos de visión



## 2.3. DISEÑO DE MOBILIARIO Y MATERIALES DE OFICINA

La utilidad funcional y comodidad de los diversos mobiliarios de oficina son consecuencia de sus condiciones de diseño, en relación directa con las características anatómicas de las personas que los utilizan.



ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		28



Las diferentes mesas de trabajo, mamparas, pantallas, sillas de oficina y los materiales para el mobiliario de almacenamiento y archivo deben tener una concepción ergonómica que satisfaga una serie de datos y condiciones de diseño.

Una relación no exhaustiva de las normas técnicas que determinan las líneas generales de diseño y fabricación de dichos equipamientos, mobiliario y materiales de oficina es la siguiente:

Cuadro 5. Relación no exhaustiva de normas

Norma UNE-EN	Título («Mobiliario de oficina»)	Contenido (especificaciones)	Fecha de edición
UNE-EN 527-1:2011 UNE-EN 527-2:2017+A1	Mesas de trabajo Mesas de trabajo	1. Dimensiones 2. Requisitos mecánicos de seguridad y métodos de ensayo.	21-12-2011 20-11-2019
UNE-EN 1023-1:1996 UNE-EN 1023-2:2001 UNE-EN 1023-3:2001	Mamparas Mamparas Mamparas	1. Dimensiones 2. Requisitos de seguridad mecánica 3. Métodos de ensayo	17-10-1996 26-02-2001 31-01-2001
UNE-EN 1335-1:2021 UNE-EN 1335-2:2019	Sillas de oficina Sillas de oficina	1. Dimensiones 2. Requisitos de seguridad	20-01-2021 17-04-2019
UNE-EN 13761:2003	Sillas de confidente	1. Dimensiones	06-11-2013
UNE-EN 14073-2:2005 UNE-EN 14073-3:2005	Mobiliario de archivo Mobiliario de archivo	2. Requisitos de seguridad 3. Métodos de ensayo	26-01-2005 26-01-2005
UNE 89401-1:2008 UNE 89401-2:2008 UNE 89401-3:2008 UNE 89401-4:2010	Material de mobiliario Material de mobiliario Material de mobiliario Material de mobiliario	1. Sillas 2. Mesas 3. Armarios y archivos 4. Biompos	27-02-2008 27-02-2008 27-02-2008 03-11-2010

En enero del año 2021 se actualizó la primera parte de la serie de normas UNE-EN 1335 con el título «Mobiliario de oficina. Sillas de oficina. Parte 1: Dimensiones. Determinación de las dimensiones.». Esta serie de normas dispone de dos partes:

- Dicha parte 1 establece las dimensiones que han de tener los cuatro tipos de sillas de oficina contemplados en la norma, en la que se incluye un apartado amplio con términos y definiciones necesarios para establecer, posteriormente y de forma precisa, las dimensiones correspondientes al asiento, respaldo, reposabrazos, reposa y apoyacabeza, y bastidor.
- La parte 2 establece los requisitos de seguridad que deben satisfacer. Específicamente considera los riesgos de aplastamiento, rotura, cizalla y pinzamiento y estabilidad y resistencia durante su uso. En el último de los apartados define los requisitos de información al usuario. Cada silla debe ir acompañada de información en el idioma del país del usuario, conteniendo al menos las siguientes indicaciones:
  - Informaciones para un uso correcto de la silla.
  - Informaciones sobre las regulaciones posibles y sobre el tipo de silla.
  - Instrucciones para la utilización de los mecanismos de regulación o ajustes.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		29

- Instrucciones de mantenimiento y limpieza.
- Información sobre las regulaciones del asiento y del respaldo.
- Para las sillas equipadas con columna de gas para la regulación en altura, una nota complementaria reseñará el funcionamiento y el cambio de la columna de gas, que solo puede ser realizado por personal especializado.
- Información sobre la elección de las ruedas en relación a la superficie del suelo.

## 2.4. DISEÑO DEL LUGAR DE TRABAJO EN OFICINAS PARA USUARIOS DE PVD

Los principios generales de diseño de los lugares de trabajo en oficinas se basan en diversos criterios, legales y técnicos, en particular:

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Son tantos y tan variados los factores materiales, ambientales, etc., que influyen en los lugares de trabajo que, prácticamente, cada puesto de trabajo precisa un análisis y estudio específico. No obstante las características globales de un análisis ergonómico de los puestos de trabajo en oficinas, también se deberán tener en consideración los factores siguientes:

- Características dimensionales del puesto de trabajo.
- Aspectos posturales. Equipamiento básico.
- Condiciones ambientales del lugar de trabajo.

### 2.4.1. Dimensiones del puesto de trabajo en oficinas

Para el diseño de los puestos de trabajo hay que tener en cuenta a los individuos de mayor estatura, para considerar el espacio que hay que reservar para sus piernas debajo de la mesa, y a los individuos de menos estatura, para dimensionar las zonas de alcance, en el plano de trabajo horizontal.

Las dimensiones fundamentales de un puesto de trabajo se definen con los criterios que se exponen en los epígrafes siguientes:

#### 2.4.1.1. Anchura del espacio bajo el plano de trabajo

La cota mínima debe ser el equivalente a la anchura de los muslos más un cierto margen para los movimientos (superior a los 7 cm).

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		30



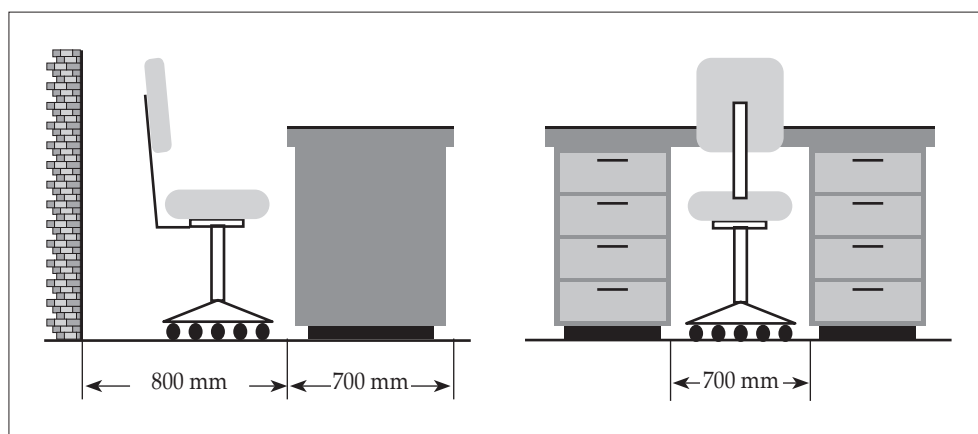
#### 2.4.1.2. Altura del espacio de trabajo

Debe ser, como mínimo, la que se corresponda con la parte superior del muslo, o rodilla, teniendo la pierna en posición sentado normal.

#### 2.4.1.3. Profundidad del espacio libre debajo de la mesa

Las dimensiones mínimas del espacio libre para las piernas se pueden considerar a nivel de las rodillas o del suelo y deberían cumplir con las cotas de la figura 13:

Figura 13. Emplazamiento para las piernas (sentado)

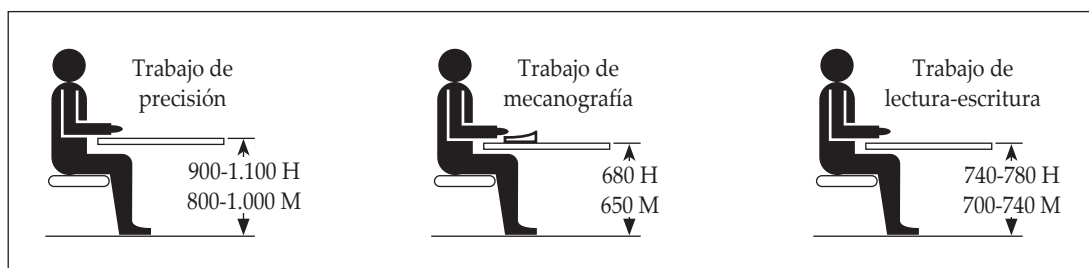


#### 2.4.1.4. Altura del plano de trabajo

Depende de dos elementos; por un lado, de la altura de la mesa y, por otro lado, de la altura de los elementos que intervienen en el trabajo. Es necesario que el plano de trabajo esté situado a una altura adecuada a la talla del trabajador, ni demasiado alto, porque tendría que levantar la espalda (dolor en los omóplatos), ni demasiado bajo, ya que provocaría la flexión de la misma (dolor en la zona lumbar).

Las alturas recomendadas del plano de trabajo son las indicadas en la figura 14. Estarán en función del trabajo que haya que realizar: si requiere precisión, si hay exigencias de tipo visual, si hay que realizar alcances, adoptar posturas mantenidas en espacio y tiempo, etc.

Figura 14. Altura del plano de trabajo (según la tarea que haya que realizar)





#### 2.4.1.5. Altura del plano de la pantalla de visualización de datos

La cota que define la altura del límite superior de la pantalla de visualización de datos (PVD) debe permitir que su área de visualización esté entre los 0° y los 30°, por debajo del plano horizontal que pasa por los ojos.

Es decir, sería el caso de una persona sentada, con la espalda recta (columna vertebral en posición vertical), tal y como refleja la figura 15.

#### 2.4.1.6. Zonas de alcance del brazo

Hay que considerar tanto el plano horizontal como el vertical, de forma que la disposición de los elementos que haya que manipular en el área de trabajo no nos obliguen en ningún caso a realizar posturas o movimientos forzados. Las distancias óptimas para conseguir un confort postural se reflejan en las figuras 16 y 17, para los planos vertical y horizontal, respectivamente.

Figura 15. Altura del plano de la pantalla y ángulo de visión

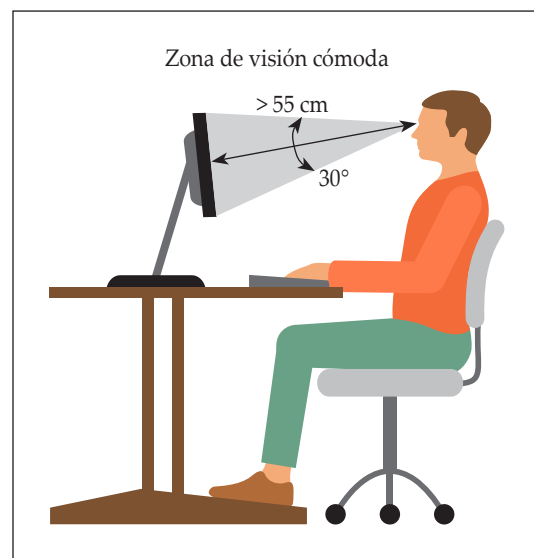


Figura 16. Arco de manipulación vertical en el plano sagital

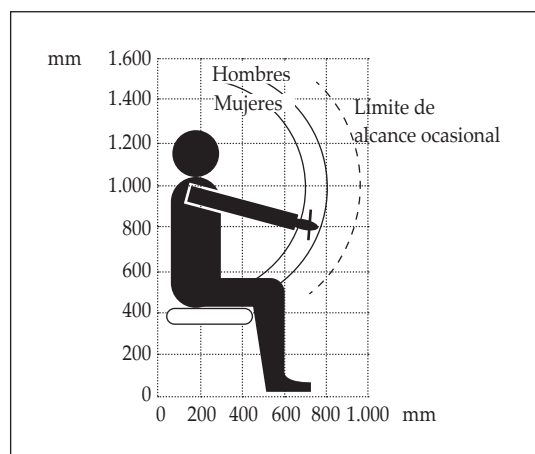
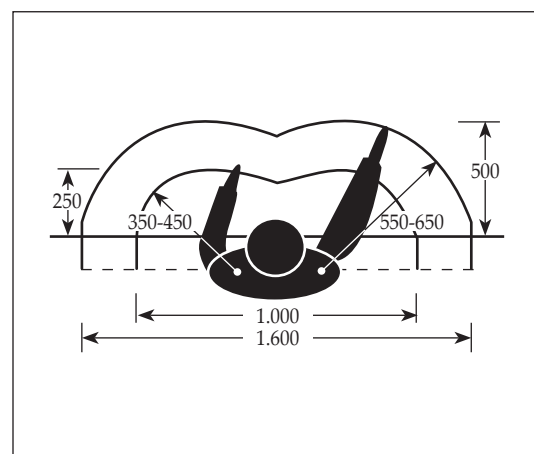


Figura 17. Arco de manipulación horizontal. Alcance sobre área de trabajo (mm)



### 2.4.2. Postura de trabajo. Equipamiento básico en oficinas

El trabajo en oficinas requiere la adopción de una postura sentada, relativamente cómoda y funcional. No obstante, mantener de forma prolongada dicha postura estática puede acarrear inconvenientes y daños para la salud.

También, en los trabajos sedentarios debe favorecerse que el trabajador se mueva y cambie de posición, para acceder a los equipos ofimáticos, impresoras, faxes, etc., o con ocasión de pau-

sas y descansos habilitados al efecto. «No hay mejor postura que cambiar de postura», evitando situaciones como la reflejada en la figura 18.

Una correcta postura de trabajo sentada parte del análisis detallado del equipamiento básico utilizado en oficinas por parte de los trabajadores, usuarios de PVD, que comprende:

- La silla.
- La mesa.
- Elementos auxiliares: reposapiés, atriles, etc.

Figura 18. Postura sedentaria en oficina



#### 2.4.2.1. Silla de trabajo

Las líneas generales de las sillas utilizadas en el trabajo en oficinas vienen definidas por las condiciones de uso de las mismas y por las dimensiones antropométricas de los usuarios (estructura física y mecánica del cuerpo humano).

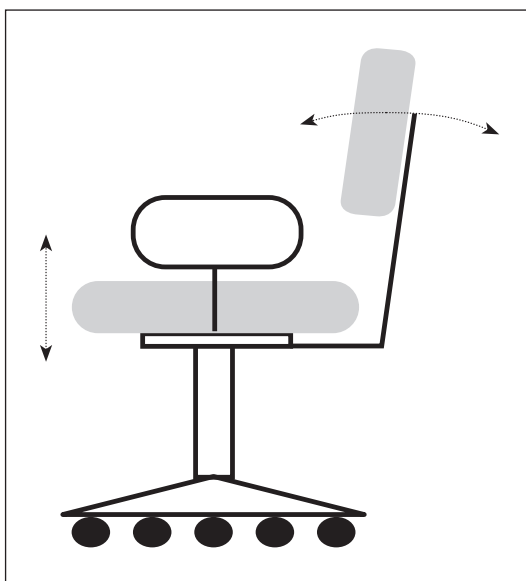
Sus formas, dimensiones y la adecuada regulación de la silla afectan a la postura del tronco y a la movilidad de la espalda y de las piernas.

La silla deberá garantizar una correcta estabilidad. Dispondrá en su base de cinco puntos de apoyo, con ruedas que permitan plena libertad de movimientos, y su concepción ergonómica deberá tener en consideración el asiento, el respaldo, los apoyabrazos, etc. (figura 19).

El asiento ha de satisfacer las características de diseño siguientes:

- Ha de ser regulable en altura, a la altura poplítea, con un margen de 380-500 mm.
- La profundidad del asiento debe ser ligeramente inferior a su longitud nalga-poplítea, es decir, entre 380-420 mm.
- Anchura comprendida entre los 400-450 mm, con los bordes inclinados.
- Material acolchado, recubierto de tela flexible y transpirable, de 20 mm.

Figura 19. Asiento y respaldo de la silla regulables



ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		33

Las condiciones que debe satisfacer el respaldo de la silla deberán ser:

- Regulable en altura e inclinación, para apoyar bien las vértebras lumbares.
- Anchura que recoja parte del peso del cuerpo. Si es de tipo bajo, estará entre los 400-500 mm, y si es un respaldo alto, entre los 300-350 mm.
- Altura variable, entre los 250-300 mm, en un respaldo bajo, y los 450-500 mm, en el de tipo alto.
- Material acolchado, recubierto de tela flexible y transpirable, igual al del asiento. Como orientación sobre las características de los materiales del asiento puede consultarse la norma UNE 89401-1:2021 «Mobiliario de oficina. Materiales para mobiliario de oficina. Parte 1: Sillas de oficina».

Los apoyabrazos permitirán aliviar la tensión muscular de los hombros durante la realización de determinadas tareas, y sus condiciones específicas serán:

- Longitud que permita el apoyo correcto del antebrazo y del canto de la mano.
- Anchura comprendida entre los 60-100 mm, con los bordes redondeados.
- Material rígido y resistente.

#### 2.4.2.2. Mesa de trabajo

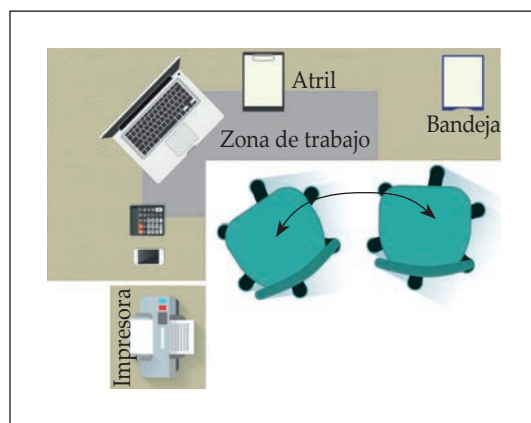
La mesa de trabajo es tanto o más importante que la silla para prevenir determinadas molestias, sobre todo las relativas a la zona del cuello y de los hombros, que son precisamente los problemas más frecuentes en las oficinas. Una mesa para trabajos de oficina debe cumplir los siguientes requisitos:

- Altura (si es fija, será de 700 mm, y si es regulable, entre los 680-700 mm).
- Superficie de la mesa, de 800 mm de largo por 1.200 mm de ancho.
- Superficie de material mate y color claro suave, no brillante, ni oscura.
- El espesor del tablero de la mesa debe ser menor de 30 mm y deberá permitir el cambio de posición de las piernas.

Otras características de la mesa, como sus acabados, están relacionadas con cuestiones de seguridad (bordes y esquinas redondeados, electrificación para evitar la existencia de cables sueltos, etc.).

Las dimensiones de la mesa determinan la posibilidad de distribuir adecuadamente los elementos de trabajo (PVD, teclado, ratón, etc.), evitando posturas con torsión del tronco y giros de la cabeza, tal y como se refleja en la figura 20.

Figura 20. Distribución de equipos ofimáticos en la mesa de trabajo



ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		34

### 2.4.2.3. Otros elementos auxiliares (reposapiés, atriles, etc.)

La existencia de determinados complementos puede mejorar mucho la funcionalidad y ergonomía en tareas de oficina (reposapiés, soportes para el monitor, superficies auxiliares, bandejas para documentación, etc.):

- Los reposapiés, bien utilizados, deben favorecer una postura ergonómica del trabajador en su posición sentada (espalda recta).

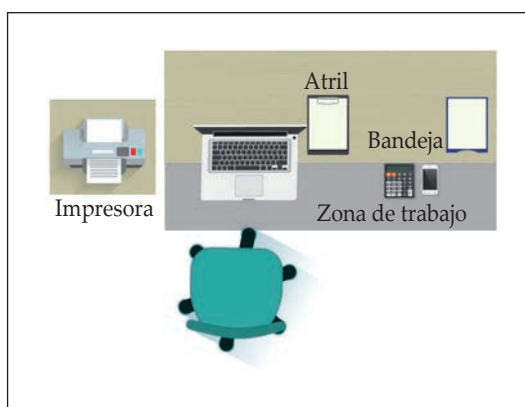
Para su adecuado aprovechamiento, sus características dimensionales deberán ser las siguientes:

- Anchura y profundidad de 400 mm.
- Altura de 50 a 250 mm, inclinación de 10° y material antideslizante.

- Los atriles, con posibilidad de regulación en altura, de acuerdo a las características visuales del trabajador-usuario, son un recurso ergonómico adecuado.

Su correcta colocación, en el mismo campo visual de la PVD del ordenador, y apoyados sobre la mesa, con posibilidad de regulación en altura, pueden evitar problemas posturales y carga visual (véase figura 21).

Figura 21. Distribución en la mesa de trabajo de equipos



## 2.4.3. Condiciones ambientales del lugar de trabajo

En la concepción de los lugares de trabajo, los factores ambientales influyen directamente; en particular, la iluminación, el ruido, las condiciones termohigrométricas (temperatura, humedad, renovación del aire, etc.).

### 2.4.3.1. Condiciones de iluminación

Las actividades realizadas en oficinas tienen altos requerimientos visuales; fundamentalmente, por las tareas con registros documentales y la visualización de datos en las PVD, por lo que las condiciones de iluminación resultan muy importantes para prevenir molestias y problemas visuales.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo se establecen en el anexo IV del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo:

<b>ERGONOMÍA</b>	<b>ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA</b>	<b>UNIDAD 1</b>
		<b>35</b>

Cuadro 6. Niveles mínimos de iluminación según el Real Decreto 486/1997

Zona o parte del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales .....	100
2.º Exigencias visuales moderadas .....	200
3.º Exigencias visuales altas .....	500
4.º Exigencias visuales muy altas .....	1.000

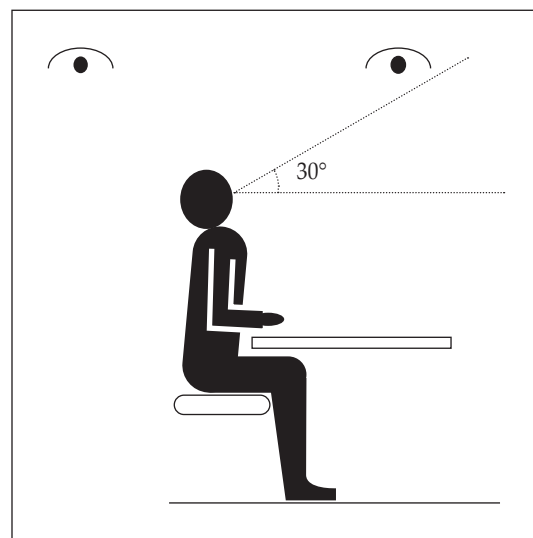
Para conseguir una óptima percepción visual, con un cierto confort, resulta necesario analizar y valorar aspectos tales como el nivel de iluminación en el lugar de trabajo, las características de las tareas que hay que realizar, el contraste entre los materiales que se deben manipular y el entorno, las características personales del trabajador, así como la disposición de las luminarias en el lugar de trabajo.

- Las características de la tarea, de mayor o menor detalle, enfoque y precisión, pueden provocar una solicitud excesiva de los músculos ciliares del ojo y, en consecuencia, se deben tener en cuenta para una correcta iluminación del lugar de trabajo.
- El contraste o la relación entre la luz emitida por las diversas superficies (papeles, PVD, mesa de trabajo) resulta fundamental. Las superficies de las mesas, en color gris, beis, crema o color madera natural, proporcionan contrastes adecuados. La utilización en las pantallas de los caracteres negros sobre fondo claro también favorece la no aparición de contraste entre los documentos y la PVD.
- Las características personales del trabajador son fundamentales (su agudeza visual, sensibilidad al contraste, rapidez de percepción, etc.) y tienen una relación directa con aspectos como la edad.
- La disposición de las luminarias, esto es, el diseño geométrico del puesto de trabajo y las características de la iluminación, deben ser las necesarias y adecuadas.

Con carácter general, una correcta iluminación de los lugares de trabajo debería cumplir las condiciones siguientes:

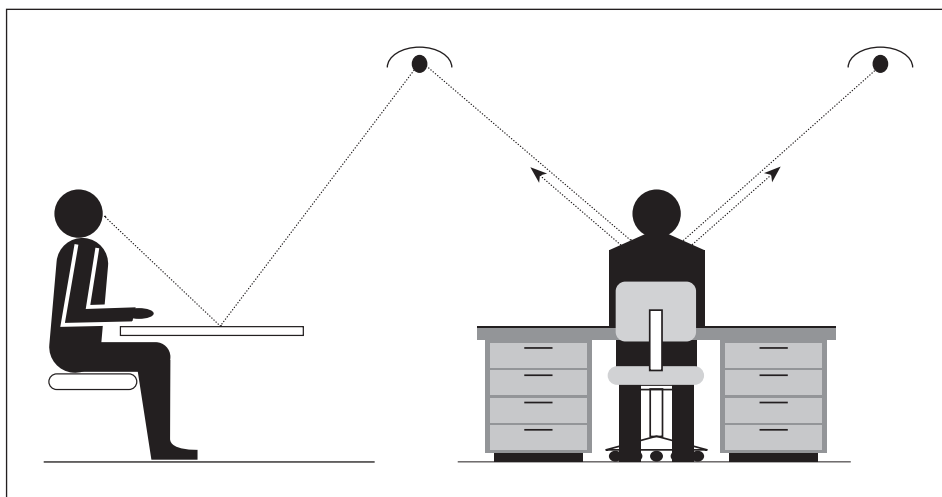
- Las luminarias dispondrán de difusores, para impedir la visión directa de la lámpara, y serán colocadas de forma que el ángulo de visión sea superior a 30°, respecto a la visión horizontal, tal y como se observa en la figura 22.

Figura 22. Situación de las luminarias (según ángulo de visión)



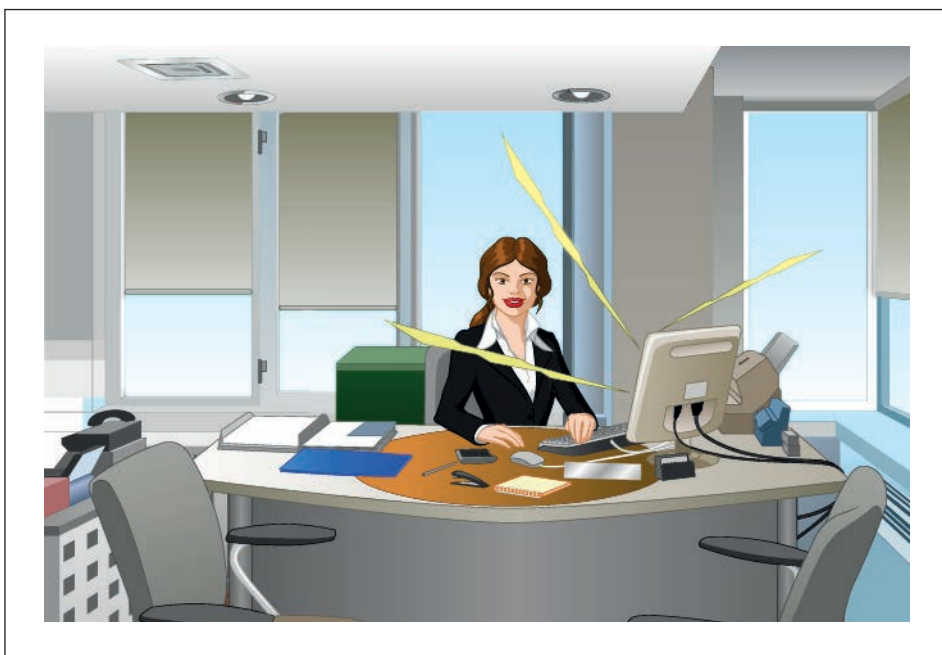
- Se situarán de forma que la reflexión sobre la superficie de trabajo no coincida con el ángulo de visión del trabajador, tal y como se observa en la figura 23.

Figura 23. Situación de las luminarias (según el ángulo de reflexión de la luz)



- Uno de los problemas en las oficinas es la aparición de reflejos en las PVD del ordenador, asociados a la presencia de luz directa, tanto natural (ventanas), como artificial. Es necesario analizar la distribución de focos de luz con relación a los puestos de trabajo para evitar este tipo de problemas. Disponer, en caso necesario, de los elementos de difusión de la luz adecuados (persianas y cortinas en las ventanas o difusores en los focos de iluminación general), tal y como se refleja en la figura 24.

Figura 24. Fuentes de luz y reflejos, deslumbramientos en las PVD





ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		37

- La situación de las ventanas deberá permitir la visión al exterior.
- Los deslumbramientos se relacionan con la existencia de fuentes de luz directa muy intensa o luz reflejada sobre superficies muy claras y, para controlarlos, deberemos disponer de elementos que difundan la luz.
- Otro problema frecuente es la insuficiente iluminación del entorno. La mejor solución es disponer de una iluminación general homogénea de luz difusa, con un nivel suficiente, usando otros focos de iluminación complementaria en los puntos en los que sea necesario.

#### 2.4.3.2. Condiciones termohigrométricas. Climatización

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. A tal efecto, deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura, las corrientes de aire molestas, los olores desagradables, la irradiación excesiva y, en particular, la radiación solar a través de ventanas, luces o tabiques acristalados.

En los locales cerrados, según el anexo III del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, deben cumplirse, en particular, las siguientes condiciones:

Cuadro 7. Condiciones ambientales de los lugares de trabajo según el Real Decreto 486/1997

Condición medioambiental	Valor
Temperatura de los locales en los que se realicen trabajos sedentarios, propios de oficinas	De 17 °C a 27 °C
Temperatura de los locales en los que se realicen trabajos ligeros .....	De 14 °C a 24 °C
Humedad relativa, locales en general .....	Del 30% al 70%
Humedad relativa, locales con riesgo por electricidad estática .....	Menos del 50%
Velocidad del aire en trabajos en ambientes no calurosos .....	0,25 m/s
Velocidad del aire en trabajos sedentarios en ambientes calurosos .....	0,5 m/s
Velocidad del aire en trabajos no sedentarios en ambientes calurosos .....	0,75 m/s

La regulación del nivel de calor/frío suele ser origen de disputas, sobre todo en locales de oficinas compartidos, de configuración diáfana y con sistemas centralizados. El resultado es una continua pugna por bajar o subir el nivel del termostato, lo que da lugar a una situación cada vez más inestable del sistema de climatización, que solo acentúa el problema.

Si un usuario está trabajando debajo de una salida de aire, no presentará demasiadas molestias en invierno, pero en verano sufrirá una incomodidad notable, asociada más a la velocidad del aire que a la temperatura del local.

- En invierno, el aire sale caliente y, para conseguir que llegue al suelo, se precisan velocidades de salida más altas (el aire caliente tiende a subir).
- En verano, el aire sale fresco y se precisa una velocidad menor.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		38



Otro problema relativamente frecuente es la falta de mantenimiento en las instalaciones, lo que da lugar a la acumulación de suciedad y gérmenes en las conducciones y filtros, incrementando el riesgo de constipados e irritaciones de los ojos, sobre todo en verano. Para evitarlo debe revisarse y limpiarse la instalación con cierta periodicidad y eficacia.

#### 2.4.3.3. Ambiente sonoro (ruido ambiental)

Bajo el punto de vista del confort, el ruido en las tareas de oficina puede ser un verdadero problema, en tanto que las actividades exigen cierta concentración y se desarrolla una comunicación verbal frecuente.

En los locales más o menos grandes, en los que trabajan varias personas, o con varios despachos, en ocasiones se acumulan fuentes de ruido, como son las impresoras (sobre todo las matriciales), los teléfonos, las fotocopadoras, los ventiladores de los equipos y las voces de las personas.

Sin embargo, los niveles de ruido normales en una oficina suelen estar muy por debajo de los necesarios para provocar problemas de salud, y se considera que pueden provocar incomodidad entre los 55 y 65 dBA.

El principal problema está asociado a las molestias e interferencias que se producen para concentrarse en el trabajo o para mantener una conversación. La disposición de materiales absorbentes del ruido en el techo, suelos o mamparas de separación es una solución muy efectiva.

### 3. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA DE SEGURIDAD

#### 3.1. DISTANCIAS DE SEGURIDAD

En el desarrollo normal del trabajo se debe acceder a determinados lugares en los que puede haber algún tipo de movimiento peligroso, ya sea de la propia máquina o bien originado por los productos que se estén elaborando. Los principales peligros que pueden presentarse son los siguientes:

- Entrar en contacto con la máquina, o ser atrapado entre la máquina y cualquier material o estructura fija.
- Ser golpeado o arrastrado por cualquier material en movimiento.
- Ser golpeado por elementos de la máquina que estén en movimiento o resulten proyectados.
- Entrar en contacto o ser golpeado por otros materiales proyectados desde la máquina.

Estos peligros se deberán, fundamentalmente, a unos tipos determinados de movimientos:

- Rotación.



ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		39

- Traslación.
- Alternativos.

Estos movimientos podrán producir golpes, atrapamientos, arrastres, etc. Atendiendo a esta clasificación según los movimientos, las partes o los elementos peligrosos en la maquinaria se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Movimientos de rotación:
  - Considerados aisladamente:
    - Árboles.
    - Resaltes.
    - Herramientas de corte y abrasión.
  - Puntos de atrapamiento:
    - Piezas con sentido de giro opuesto.
    - Partes giratorias y desplazamientos tangenciales.
    - Piezas giratorias y partes fijas.
- Movimientos alternativos y de traslación:
  - Piezas con movimiento alternativo y partes fijas:
    - Aproximación.
    - Sobrepaso.
  - Movimiento de traslación simple.
- Movimiento de rotación y traslación.
- Movimiento de oscilación.

El objetivo de la utilización de las distancias de seguridad es alejar, separar o impedir a las personas (o alguno de sus miembros) el acceso a los puntos de peligro.

En Europa existe la norma UNE-EN ISO 13857:2020, la cual lleva por título «Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros superiores e inferiores». De acuerdo con esta norma se define **distancia de seguridad** como «la distancia mínima a la que ha de situarse una estructura de protección con relación a una zona peligrosa» y se mide a partir de la superficie que restringe el alcance del cuerpo o de la parte correspondiente del mismo.

### 3.2. DISTANCIAS DE SEGURIDAD SEGÚN LOS GESTOS

Las distancias de seguridad que establece la norma UNE-EN ISO 13857:2020 están definidas para los diversos gestos que se pueden realizar con los miembros superiores:

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		40



- Alcance hacia arriba.
- Alcance por encima de una estructura de protección.
- Alcance en todas direcciones.
- Alcance a través de aberturas.

El alcance o distancia hacia arriba es la que se debe guardar para evitar que una persona pueda acceder a un punto peligroso que no disponga de algún medio de protección, ya sea resguardo o dispositivo, y que esté situado por encima del usuario. Esta distancia es, como mínimo, de 2.700 mm o de 2.500 mm, según sea la gravedad del año o la probabilidad de que este se produzca.

La distancia por encima de una estructura de protección es la que se debe guardar, de forma que, al intentar acceder a una zona peligrosa por encima de la estructura de protección, dicha zona no sea accesible. También se contemplan las distancias para impedir el libre acceso de los miembros inferiores.

La distancia en todas direcciones es la que se deberá guardar para que ningún miembro (manos, dedos, antebrazos o brazos) pueda alcanzar un punto de peligro que esté situado dentro del área abarcada por dicho miembro en rotación desde su articulación.

La distancia a través de aberturas es aquella que no permite la introducción de algún miembro superior o inferior o, aun siendo posible su introducción, nos aleja suficientemente de un punto peligroso.

La distancia entre partes móviles es aquella que es necesario dejar para evitar posibles atrapamientos entre partes que pueden estar en movimiento.

Se debe tener en cuenta que las distancias son tomadas para una población de la cual se dispone de un estudio antropométrico; no obstante, se deben introducir coeficientes de seguridad correctores.

En las distancias de seguridad definidas por una norma, se ha considerado la mayoría de la población estudiada, quedando fuera de la misma los extremos superiores o inferiores (5 % o 95 %). Es por ello que debe efectuarse una comprobación en el lugar de instalación y cerciorarse de que las distancias que se establezcan son las adecuadas. Las comprobaciones deben efectuarse con aquellos individuos que puedan estar dentro de los márgenes extremos:

- Individuos muy altos.
- Extremidades muy finas o gruesas.
- Individuos bajos.
- Individuos delgados.
- Etcétera.

### 3.3. DISTANCIAS DE SEGURIDAD EN DISPOSITIVOS

La utilización de dispositivos de seguridad como medio de protección mejora las prestaciones de seguridad y la adaptación entre el hombre y la máquina.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		41

Uno de los requerimientos necesarios a tener en cuenta para el correcto posicionamiento de los dispositivos es que estos deben estar colocados a una distancia tal que no permitan que un objeto, y más concretamente una parte del cuerpo humano, penetrando en dirección al punto de peligro, pueda alcanzar dicho punto antes de que haya cesado el movimiento peligroso.

Para evitar la accesibilidad a la zona de peligro, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Velocidad del gesto.
- Tiempo de reacción del dispositivo.
- Tiempo de reacción del control de la máquina.
- Tiempo de frenada o parada.

La velocidad de gesto (K) es la velocidad a la que penetra el objeto, bien sea todo el cuerpo o algún miembro del mismo. La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) adopta como velocidad de gesto 1,6 m/s, valor que es adoptado también por la American National Standards Institute (ANSI).

En otros textos se establecen otros valores más detallados:

$K = 1,6 \text{ m/s}$  (cuando se parte de velocidad nula).

$K = 2,0 \text{ m/s}$  (cuando no se parte de velocidad nula).

$K = 2,5 \text{ m/s}$  (cuando es el cuerpo entero).

La norma UNE-EN ISO 13855:2011 «Seguridad de las máquinas. Posicionamiento de los protectores con respecto a la velocidad de aproximación de partes del cuerpo humano», utiliza una velocidad de penetración o de aproximación (K) de 2 m/s o de 1,6 m/s, según sea el tipo de dispositivo de seguridad y la distancia mínima (S), en milímetros, entre la zona de detección y la zona peligrosa, distancia a la que se debe situar el dispositivo de seguridad.

Dicha distancia mínima se debe calcular utilizando la fórmula general para cualquier dispositivo de seguridad, tanto equipos de protección electrosensibles, como equipos de protección sensibles a la presión, como dispositivos a dos mandos o como resguardos con dispositivos de enclavamiento:

$$S = (K \times T) + C$$

En donde:

T, es el tiempo total de respuesta o intervalo de tiempo transcurrido desde que el dispositivo de seguridad detecta la presencia de parte del cuerpo hasta que se alcanza el estado de seguridad, en segundos, después de alcanzado el estado de parada, y

C, es la distancia de intrusión, en milímetros, es decir, la distancia que una parte del cuerpo puede recorrer hacia la zona peligrosa antes de que el dispositivo de seguridad se active, en milímetros. Toma diferentes valores según el tipo de dispositivo de seguridad.

ERGONOMÍA	ERGONOMÍA: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN. ERGONOMÍA GEOMÉTRICA	UNIDAD 1
		42



El tiempo total de respuesta consta, por tanto, de dos intervalos de tiempo: 1) el tiempo máximo desde que se activa el dispositivo de seguridad hasta que el dispositivo emite la señal de parada y 2) el tiempo transcurrido, después de emitida la señal de parada, hasta que se detiene el movimiento peligroso y la máquina alcanza el estado de parada.

P.º GRAL. MARTÍNEZ CAMPOS, 5 y PONZANO, 15. 28010 MADRID • GRAN DE GRÀCIA, 171. 08012 BARCELONA • ALBORAYA, 23. 46010 VALENCIA

