# Ergonomía

## Diseño de puestos de trabajo

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

# Ergonomía

## Diseño de puestos de trabajo

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

DEFINICIÓN

De acuerdo con la International Ergonomics Association
ERGONOMÍA es: "*la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema, así como la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar a fin de optimizar el bienestar humano y el rendimiento global del sistema.*"

*"En todas las aplicaciones su objetivo es común, se trata de adaptar los productos, las tareas, las herramientas;los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores".* (Tortosa et al, 1999).

La ergonomía se basa en la premisa de que las personas son más importantes que los objetos o que los procesos productivos; por tanto, en aquellos casos en los que se plantee cualquier tipo de conflicto de intereses entre personas y cosas, deben prevalecer los de las personas.

# Ergonomía

## Diseño de puestos de trabajo

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INTRODUCCIÓN

El puesto de trabajo es el lugar que un trabajador ocupa cuando desempeña una tarea. Puede estar ocupado todo el tiempo o ser uno de los varios lugares en que se efectúa el trabajo. Algunos ejemplos de puestos de trabajo son las cabinas o mesas de trabajo desde las que se manejan máquinas, se ensamblan piezas o se efectúan inspecciones; una mesa de trabajo desde la que se maneja un computador; una consola de control; etc.

Es importante que el puesto de trabajo esté bien diseñado para evitar enfermedades relacionadas con condiciones laborales deficientes, así como para asegurar que el trabajo sea productivo. Hay que diseñar todo puesto de trabajo teniendo en cuenta al trabajador y la tarea que va a realizar a fin de que ésta se lleve a cabo cómodamente, sin problemas y eficientemente.

Si el puesto de trabajo está diseñado adecuadamente, el trabajador podrá mantener una postura corporal correcta y cómoda, lo cual es importante porque una postura laboral incómoda puede ocasionar múltiples problemas físicos.

La aplicación de la ergonomía al lugar de trabajo reporta muchos beneficios evidentes. Para el trabajador, unas condiciones laborales más sanas y seguras; para el empleador el aumento de la productividad.

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

Los objetivos que persigue la correcta realización de esta práctica son:

• Explorar algunos principios recomendados sobre diseño de puestos de trabajo.
• Describir algunos principios básicos de ergonomía aplicados a los puestos de trabajo en posición de pie y sentado.
• Aplicar los conceptos de antropometría y ergonomía en el diseño de puestos de trabajo.
• Identificar aspectos relevantes en el diseño de un puesto de trabajo.

SEGURIDAD PARA LA PRÁCTICA

Para evitar lesiones y accidentes durante la práctica, o daños en los instrumentos utilizados, es necesario tener en cuenta:

- Seguir las instrucciones para la realización correcta de la práctica y tener conocimiento previo del contenido de la misma.
- Manejar el equipo de medición según el procedimiento indicado, para obtener resultados adecuados y evitar averías en el mismo.

## 1. CONTENIDO DE LA PRÁCTICA

### 1.1 SESIÓN 1: DISEÑO DE PUESTO EN POSICIÓN DE PIE

#### 1.1.1 Explicación Teórica

| TEORÍA | TIEMPO ESTIMADO (min.) |
|---|---|
| Proceso de diseño | 10 |
| Principios de diseño del puesto de trabajo | 10 |
| Puesto de trabajo en posición de pie | 10 |
| Total | 30 |

1.1.2 Realización de la Práctica

| PRACTICA | TIEMPO ESTIMADO (min.) |
|---|---|
| Análisis de las medidas antropométricas necesarias | 5 |
| Toma de medidas adicionales | 10 |
| Análisis de los parámetros de diseño | 15 |
| Toma de medidas adicionales | 15 |
| Desarrollo del plano de área de trabajo | 15 |
| Comprobación del diseño en el banco de trabajo | 15 |
| Total | 60 |

## 2. MARCO TEÓRICO

Hacer diseños para que se adapten a los cuerpos y las capacidades de las personas no es algo nuevo, incluso los hombres prehistóricos daban forma a sus herramientas y armas para hacerlas más fáciles de usar.
Sin embargo, el nacimiento de la ergonomía como disciplina científica se desarrolló durante la Segunda Guerra Mundial con el fin de ofrecer comodidad a los soldados en la manipulación de las máquinas de guerra y evitar los sucesos de la primera guerra mundial donde una gran cantidad de militares murieron, y no precisamente por acción del enemigo, sino por el pésimo diseño de sus dotaciones que provocaban fatigas crónicas y enfermedades.
Desde entonces, el diseño se ha basado también en la experimentación a partir de la ergonomía y la antropometría.
La ergonomía no está ni en las personas, ni en las cosas, sino en la interacción producto-usuario. Mediante el diseño se dan las características al producto: dimensión, estructura, estética, y es el usuario (con su uso) quien demuestra que tan ergonómico resulta el producto y por ende, que tan útil es.

La ergonomía es una herramienta indispensable, tanto en el proceso de diseño de un producto, como para medir los resultados de unas determinadas condiciones de trabajo en lo que a productividad y eficiencia se refiere.

Esta disciplina, que surgió con el fin exclusivo de aumentar la productividad del trabajador, con el tiempo se ha convertido en multidisciplinaria, toda vez que busca hacer más funcionales las herramientas y el espacio habitable para mejorar aspectos como la seguridad, la comodidad y la salud.

### 2.1 EL PUESTO DE TRABAJO

Como se dijo anteriormente, el puesto de trabajo es muy importante para el trabajador ya que de su buen diseño depende el bienestar del mismo, sino podrían generarse lesiones como:
• lesiones en la espalda.
• aparición o agravación de una enfermedad profesional.
• problemas de circulación en las piernas, entre otros.

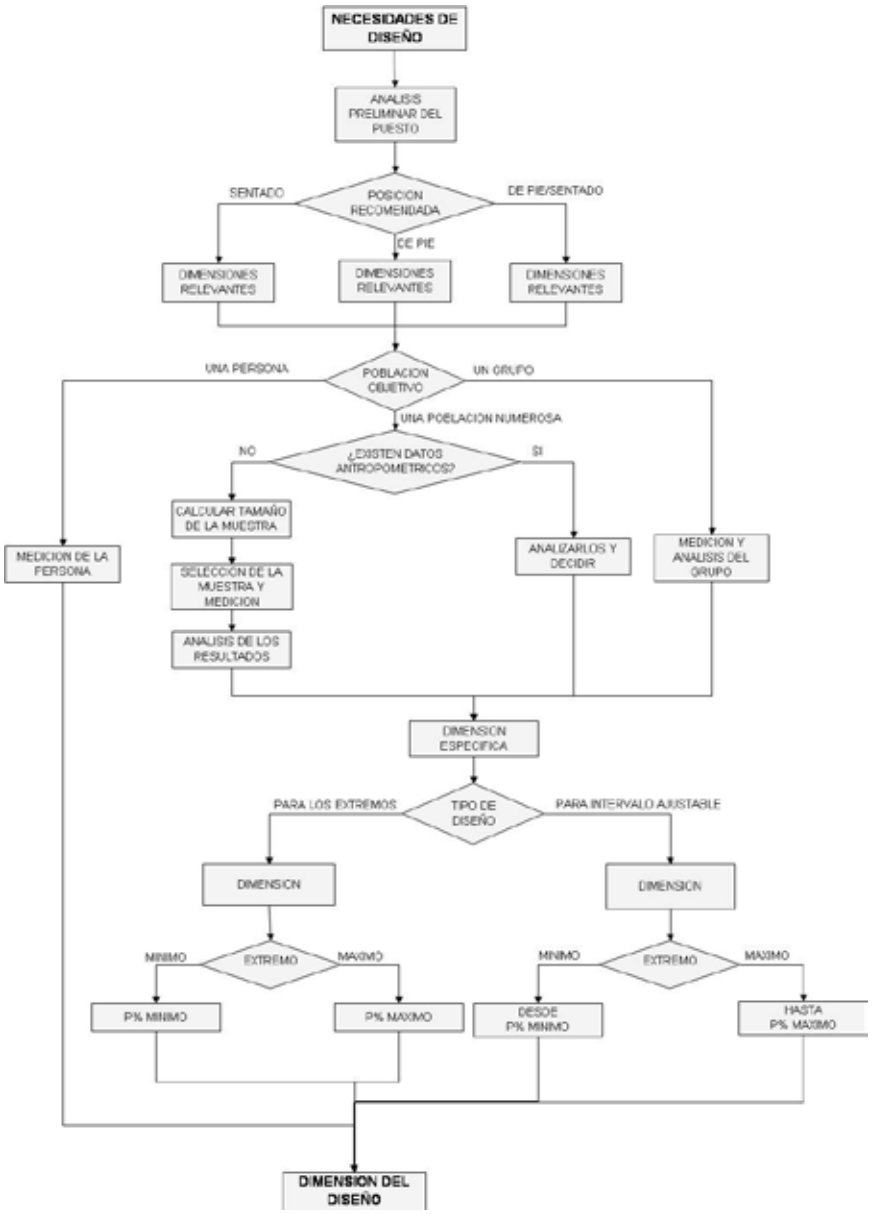
Este se compone de tres elementos diferentes:
- Estación de trabajo: Espacio físico que tiene que ver con la ejecución de una actividad productiva.
- Posición de trabajo: Es la postura que adopta el operario en la actividad, que puede ser: de pie, sentado, cuclillas, rodillas, acostado entre otros.
- Superficie de trabajo: Espacio que está al alance de las extremidades y permite la ejecución de la labor.

## 2.2 PROCESO DE DISEÑO

En ergonomía, el diseño del puesto de trabajo es una tarea fundamental. Se sabe que en cualquier entorno de trabajo, ya sea la oficina o el taller, un puesto de trabajo bien diseñado procura no sólo la salud y bienestar de los trabajadores, sino también la productividad y la calidad de los productos. Y a la inversa, un puesto mal concebido puede dar lugar a quejas relacionadas con la salud o a enfermedades profesionales crónicas y a problemas para mantener la calidad del producto y el nivel de productividad
deseado.

Aunque en la actualidad son los factores físicos del puesto del trabajo los que suponen la preocupación principal, debe tenerse en cuenta que el diseño físico del puesto de trabajo no puede separarse, en la práctica, de la organización de la tarea. Los puestos de trabajo están pensados para el trabajo. Hay que reconocer que el punto de partida en el proceso de diseño de un puesto de trabajo, es pensar que hay que cumplir un objetivo de producción determinado.

En el proceso de diseño existe la necesidad de una estructura que garantice que se han tenido en cuenta todos los aspectos relevantes. De esta forma se propone la siguiente estructura resume tal proceso:



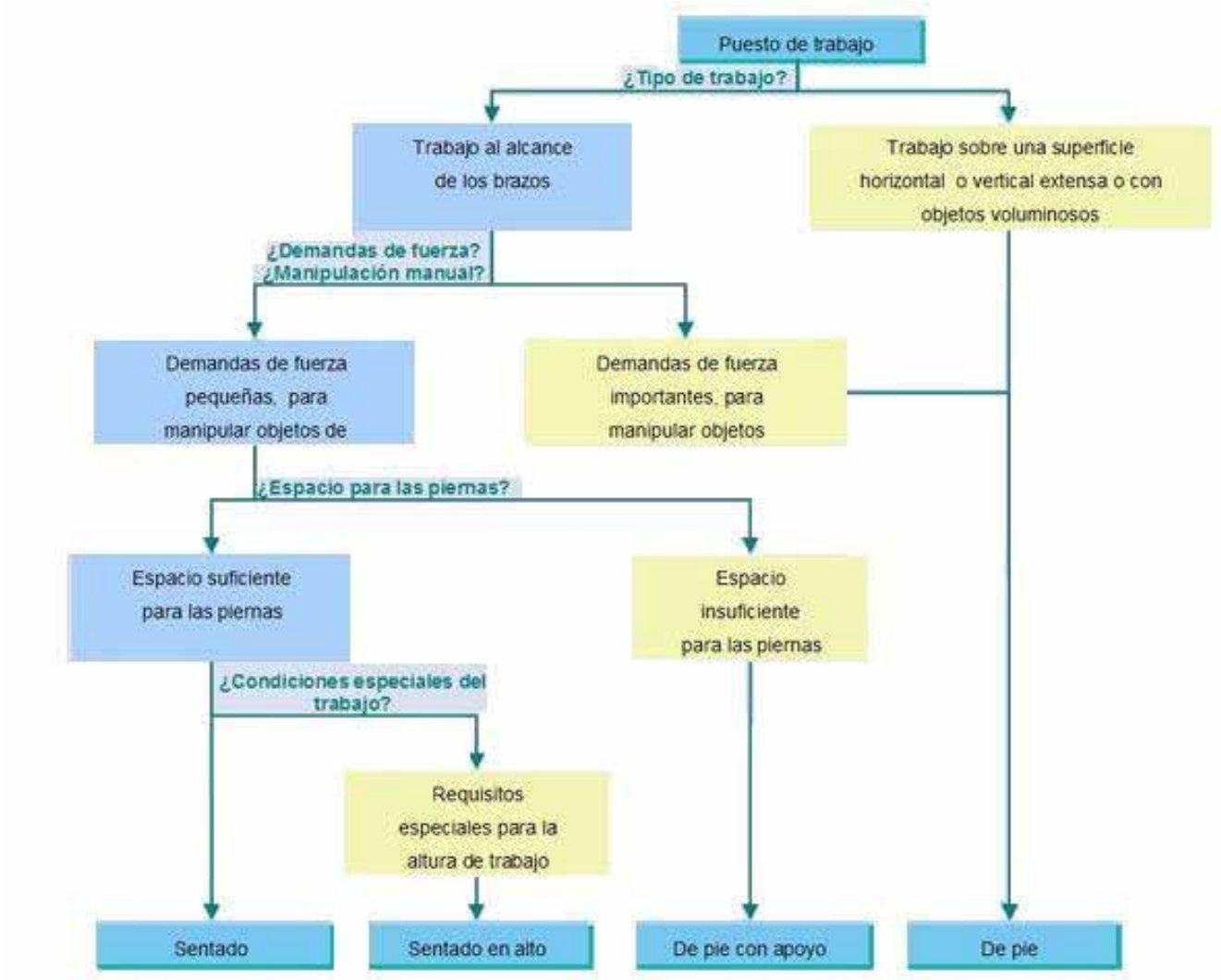
A continuación se detallan los pasos a seguir.

**2.2.1 Análisis preliminar y determinación de posición de trabajo**

Para desarrollar un estudio de las relaciones dimensionales de un sistema es necesario analizar los siguientes puntos:

• Métodos de trabajo (actuales o futuros).
• Las posturas, movimientos, su tiempo y su frecuencia.
• Las fuerzas que se deben aplicar.
• Importancia y frecuencia de atención y manipulación de los dispositivos informativos y controles.
• Regímenes de trabajo y descanso, sus tiempos y horarios.
• Carga mental que exige el puesto.
• Riesgos efectivos y potenciales implicados en el puesto.
• Ropas, herramientas y equipos de uso personal.
• Ambiente visual, acústico, térmico, etc., del entorno.
• Otras características especificas del puesto.

Para la elección de la postura se muestra, a manera de guía, lo recomendado por pedro Mondelo:



A partir de este análisis se pueden determinar las dimensiones relevantes a considerar para el diseño.

**2.2.2 Tipos de diseño antropométrico**
El diseño dependerá de la población objetivo del mismo, siendo las posibilidades:
• Diseño para una persona especifica.
• Diseño para el promedio.
• Diseño para un grupo de personas.
• Diseño para una población numerosa.

Estas alternativas determinaran la fuente de las mediciones, la necesidad de elegir el manejo de tales dimensiones y finalmente los costos y la complejidad del diseño.

**2.2.2.1 Diseño para una persona**
Sería lo más recomendable, pero también lo más costos, por lo cual se justifica solo en casos muy especiales. En este caso se trabajaría con las dimensiones antropométricas del sujeto.

**2.2.2.2 Diseño para el promedio**
El promedio solamente se utiliza en contadas situaciones, cuando la precisión de la dimensión tiene poca importancia, no provoca dificultades o su frecuencia de uso es muy baja, si cualquier otra solución es o muy costosa, o técnicamente muy compleja.

**2.2.2.3 Diseño para los extremos**
Se utiliza en el caso en el cual una dimensión relevante representa un límite para el diseño, los extremos se pueden tratar como el máximo y mínimo de la dimensión.

**2.2.2.4 Diseño para un intervalo ajustable**
El objetivo es determinar los límites de variación de una dimensión, para que se ajuste a una determinada proporción de la población usuaria. Se trata del diseño idóneo, porque cada usuario ajustará, según sus necesidades, las dimensiones, aunque se trata del más costoso por los mecanismos de ajuste que se requieren.

**2.3 FUENTES DE INFORMACIÓN**
Dependiendo del tipo de diseño que se pretenda, dentro de las categorías anteriores, la información puede obtenerse:

- A partir de la medición directa de las dimensiones antropométricas relevantes del individuo, o grupo de individuos, para el cual se diseña el puesto de trabajo.
- A partir de la medición directa a una muestra representativa de la población objetivo.
- A partir de una base de datos de antropométricas.

**2.4 TAMAÑO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

El tamaño de la muestra para el estudio dependerá de los propósitos estadísticos del mismo. En este punto es necesario tener en cuenta aspectos relacionados con la teoría del muestreo, que no serán tratados en profundidad y se sugiere al lector una revisión más exhaustiva de este tema. Las siguientes expresiones permiten el cálculo del tamaño de la muestra:

• **Con tamaño de la población desconocido** $(N \rightarrow \infty)$:

$$n = \frac{Z^2_{\alpha/2}\sigma^2}{e^2}$$

Donde:

$Z^2_{\alpha/2}$ = Parámetro de la distribución normal que depende del nivel de confianza establecido

$\sigma$ = Desviación estándar de la población[1]

$e$ = Error máximo permitido

• **Con tamaño de la población conocido** $(N \rightarrow \infty)$:

$$n_N = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

Donde:

$n$ = Tamaño de muestra con población desconocido

$N$ = Tamaño de la población

Una vez determinado el tamaño de la muestra se deberá garantizar la aleatoriedad de la misma al seleccionar los individuos a ser medidos.

**2.5 CALCULO DE LOS PERCENTILES**

Para calcular el valor de una medida en un percentil determinado, se requiere conocer la desviación estándar y la media de la población, y aplicar la siguiente fórmula:

$$P_{\%} = \bar{X} \pm Z_{\alpha}\sigma$$

[1] Observación: en muchos casos se desconoce el valor de  por lo cual se hará necesario desarrollar procedimientos alternativos de cálculo, por ejemplo utilizando el estimador s (desviación estándar de una muestra piloto) y usar procedimientos alternativos.

## 2.6 RELACIÓN DIMENSIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO Y DIMENSIÓN HUMANA

A continuación se presenta una serie de recomendaciones de Mondelo et al, para establecer las dimensiones de los puestos de trabajo, dependiendo del tipo de diseño que se efectúa:

| DIMENSIÓN | Para diseño individual hacer coincidir con: | Para grupo o población hacer coincidir con: |
|---|---|---|
| Altura máxima dispositivo de visualización-suelo. | Altura ojos-suelo | Mínimo, pero promedio si hay mucha dispersión |
| Altura asiento-suelo | Altura poplítea + holgura | Mínimo o ajuste con apoyapies + holgura |
| Ancho asiento | Ancho caderas sentado | Máximo |
| Profundidad asiento | Distancia sacro-poplítea + holgura | Mínimo + holgura |
| Altura apoyo brazos-asiento | Altura codos-asiento | Promedio o mínimo |
| Altura máxima Asiento-borde superior del respaldo | Altura subescapular | Mínimo |
| Altura mínima Asiento- borde inferior del respaldo | Altura iliocrestal | Máximo |
| Separación entre apoyabrazos | Distancia codo-codo o ancho caderas sentado | Máximo |
| Altura superior del plano de trabajo | Altura codo-suelo (depende de la actividad) | Mínimo |
| Altura inferior del plano de trabajo | Altura muslo-suelo + holgura | Máximo + holgura |
| Distancia máxima sobre el plano de trabajo | Alcance máximo del brazo hacia adelante | Mínimo |
| Distancia mínima sobre el plano de trabajo | Alcance mínimo del brazo hacia adelante | Máximo |
| Profundidad bajo la superficie inferior plano de trabajo | Distancia sacro-rótula + holgura | Máximo + holgura |

## 2.7 PUESTO DE TRABAJO POSICIÓN DE PIE

Siempre que sea posible se debe evitar permanecer en pie trabajando durante largos períodos de tiempo. El permanecer mucho tiempo de pie puede provocar dolores de espalda, inflamación de las piernas, problemas de circulación sanguínea, lesiones en los pies y cansancio muscular. A continuación figuran algunas directrices que se deben seguir si no se puede evitar el trabajo de pie:

- Si un trabajo debe realizarse de pie, se debe facilitar al trabajador un asiento o taburete para que pueda sentarse a intervalos periódicos.
- Los trabajadores deben poder trabajar con los brazos a lo largo del cuerpo y sin tener que encorvarse ni girar la espalda excesivamente.
- La superficie de trabajo debe ser ajustable a las distintas alturas de los trabajadores y las distintas tareas que deban realizar.
- Si la superficie de trabajo no es ajustable, hay que facilitar un pedestal para elevar la superficie de trabajo a los trabajadores más altos. A los más bajos, se les debe facilitar una plataforma para elevar su altura de trabajo.
- En el suelo debe haber una estera para que el trabajador no tenga que estar en pie sobre una superficie dura. Si el suelo es de cemento o metal, se puede tapar para que absorba los choques. El suelo debe estar limpio, liso y no ser resbaladizo.
- Los trabajadores deben llevar zapatos con empeine reforzado y tacón bajo cuando trabajen de pie.
- Debe haber espacio suficiente en el suelo y para las rodillas a fin de que el trabajador pueda cambiar de postura mientras trabaja.
- El trabajador no debe tener que estirarse para realizar sus tareas.

Al determinar la altura adecuada de la superficie de trabajo, es importante tener en cuenta los factores siguientes:

- La altura de los codos del trabajador.
- El tipo de trabajo que habrá de desarrollar.
- El tamaño del producto con el que se trabajará.
- Las herramientas y el equipo que se habrán de usar.

Hay que seguir estas normas para que el cuerpo adopte una buena posición si hay que trabajar de pie:

- Estar frente al producto o la máquina.
- Mantener el cuerpo próximo al producto de la máquina.
- Mover los pies para orientarse en otra dirección en lugar de girar la espalda o los hombros.

La altura óptima de la superficie de trabajo depende naturaleza del trabajo. Para trabajo de precisión, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 0 a 10 cm. por encima del codo, lo cual sirve de soporte reduciendo las cargas estáticas en los hombros. Para trabajo ligero, la altura de la superficie de trabajo debe de ser de 0 a 10 cm. por abajo del codo para materiales y herramientas pequeñas. Para trabajo pesado, la altura de la superficie de trabajo debe ser de 10 a 20 cm. abajo del codo para permitir un buen trabajo muscular de la extremidad superior.

## 3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Figura 3.
Banco de trabajo

**BANCO DE TRABAJO**
Es un elemento que nos permite el estudio del diseño del puesto trabajo de acuerdo con las medidas antropométricas.

Figura 4.
Silla Antropométrica

**SILLA ANTROPOMÉTRICA**
Este es un elemento que nos sirve para tomar las medidas de la persona mientras está sentado.

## 4. PASOS PARA LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA

### 4.1 SESIÓN 1: DISEÑO DE PUESTO EN POSICIÓN DE PIE

El grupo se dividirá en 2 grupos de trabajo conformados cada uno por 4 estudiantes.
Cada grupo seleccionará uno de los siguientes puestos de trabajo:
• Estación de ensamble de motores eléctricos.
• Estación de ensamble de tarjetas electrónicas.
1. Establezca las dimensiones antropométricas que serian necesarias para el diseño del puesto de trabajo que le sea asignado. Registre los valores en la Tabla No. 1. Estas dimensiones pueden ser tomadas de los resultados del Protocolo de Antropometría Estática desarrollado por el grupo. En caso de que alguna dimensión no haya sido registrada en este protocolo, deberá ser establecida.
2. Establezca el tipo de diseño a utilizar y complete la Tabla No. 1.
3. Utilizando pliegos de papel milimetrado dibuje el área de trabajo en el plano horizontal para el diseño propuesto e identifique las zonas funcionales para el puesto de trabajo.
4. Desarrolle un esquema de la estación de trabajo resultante de su proceso de diseño y represéntela en la Figura No. 5.
5. Utilizando el banco de trabajo verifique su diseño y registre las observaciones necesarias.

# Ergonomía

## Diseño de puestos de trabajo

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

| MEDIDA DEL PUESTO DE TRABAJO QUE AFECTA | MEDIDA ANTROPOMÉTRICA | P% MÍNIMO | P% MÁXIMO | DESDE P% | HASTA P% | DISEÑO PARA EL PROMEDIO |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Modelo de aplicación matemática

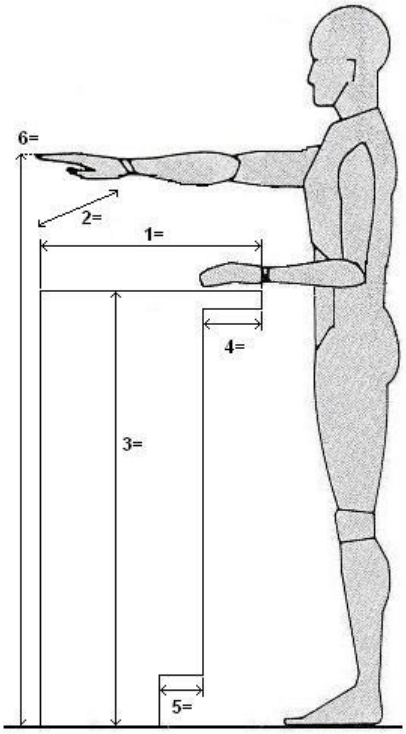



Figura 5. Puesto de trabajo de pie

**ALGUNAS MEDIDAS PARA UN PUESTO DE TRABAJO EN POSICIÓN DE PIE**

1. PROFUNDIDAD DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
2. ANCHO DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
3. ALTURA DE LA SUPERFICIE DE TRABAJO
4. ESPACIO LIBRE PARA LAS RODILLAS
5. PROFUNDIDAD HORIZONTAL PARA LOS PIES
6 ALTURA MÁXIMA PARA CONTROLES DE USO FRECUENTE

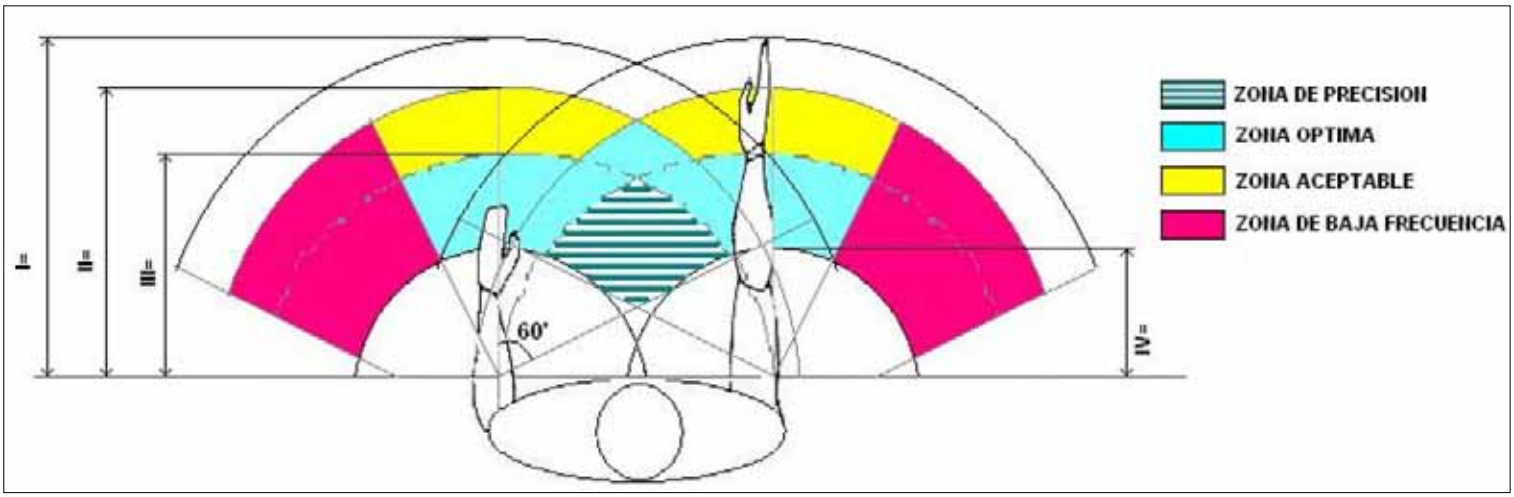



Figura 6. Área de trabajo

**ÁREA DE TRABAJO**

I. ALCANCE MÁXIMO

II. ALCANCE MÁXIMO DE AGARRE

III ALCANCE MÍNIMO

IV ALCANCE NORMAL

## 5. BIBLIOGRAFIA


- MONDELO, Pedro et al. Ergonomía 1: Fundamentos, 3ª Edición. México: Alfaomega, 2000.
- CHINER, Mercedes et al. Laboratorio de Ergonomía. México: Alfaomega, 2004.
- MONDELO, Pedro et al. Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo. México: Alfaomega, 2001.
- NIEBEL, Benjamín, FREIVALDS, Andris. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, 11ª Edición. México: Alfaomega, 2002.
- Tortosa, L.; García Molina, C.; Page, A.; Ferreras, A. (1999). Ergonomía y discapacidad. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia. ISBN 84-923974-8-9
- Zamprotta, Luigi, (1993) La qualité comme philosophie de la production.Interaction avec l'ergonomie et perspectives futures, thèse de Maîtrise ès Sciences Appliquées - Informatique, Institut d'Etudes Supérieures L'Avenir, Bruxelles, année universitaire 1992-93, TIU Press, Independence, Missouri (USA), 1994, ISBN 0-89697-452-9
- CAÑAS, José. Ergonomía Cognitiva: El Estudio del Sistema Cognitivo Conjunto. Universidad de Granada.
- Cañas, J.J, y Waern, Y (2001). Ergonomia Cognitiva. Editorial Médica Panamericana. Madrid.
- Cañas, J.J. (2004). Personas y Máquinas. Editorial Pirámide. Madrid