

## **Diseño de una estación de trabajo en función de las medidas antropométricas.**

### **Ing. Yerab Vidaurrázaga López**

Maestro de la carrera de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Mexicali.  
yerab@hotmail.com

### **RESÚMEN.**

El presente trabajo de investigación nace de la inquietud de un grupo de alumnos por mejorar las condiciones de trabajo en el laboratorio de métodos del Instituto Tecnológico de Mexicali, al ver que era muy molesto realizar practicas en el laboratorio, esto por que tenían que realizar movimientos que producían dolores y molestias. Entonces nos damos a la tarea de investigar el diseño de la estación de trabajo y obtenemos que el diseño se realiza en función de las dimensiones de los Estados Unidos Americanos.

Investigamos en las diferentes maquiladoras de la ciudad y todas las estaciones con que trabajan son diseñadas por las dimensiones de los países de origen y ninguna es diseñada en México, son modificadas, pero nunca será igual al diseño original. Por tal motivo se decidió realizar el proyecto de una estación ergonómica de trabajo en función a las dimensiones de la población.

Debido a las limitantes y variables que se consideraron para el proyecto se delimito a la población del Instituto Tecnológico de Mexicali, buscando siempre demostrar que un diseño ergonómico basado en tablas antropométricas eliminara la posibilidad de molestias y lesiones, así como incrementar la productividad del trabajador y su calidad de vida.

### **Introducción.**

México, un país primordialmente de maquila, debe hacer énfasis en la importancia de la investigación, desafortunadamente, una realidad es que

nuestras universidades destinan poco recursos; de aquí la importancia de realizar proyectos que estimulen a los futuros profesionistas, así como el interés de la maquila, industrias y escuelas. Por tal motivo nos enfocamos en demostrar como la antropometría ayuda al diseño de estaciones de trabajo, así optimizando movimientos de los trabajadores, evitando lesiones y fatiga, logrando una mayor productividad para la empresa y una mejor calidad de vida para el trabajador.

### **Objetivo.**

Proporcionar un diseño ergonómico de una estación de trabajo basada en las medidas antropométricas, para la optimización de movimientos y prevención de lesiones, incrementando la productividad del trabajador y su calidad de vida.

### **Hipótesis.**

La antropometría aplicada a un diseño incrementa la productividad del trabajador, mejorando su calidad de vida.

### **Marco Teórico.**

La Antropometría proviene del griego antropos (humano) y métricos (medida), es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano y estudia las dimensiones considerando como referencia las estructuras anatómicas, esto es, que nos ayuda a describir las características físicas de una persona o grupo de personas, y sirve de herramienta a la ergonomía con la finalidad de adaptar el entorno a las personas. La antropometría puede ser estática o dinámica, la primera es el estudio de las medidas estructurales del cuerpo humano en diferentes posiciones sin movimiento y la antropometría dinámica es el estudio de las posiciones resultantes del movimiento y esta ligada a la biomecánica. La antropometría y los campos de la biomecánica afines a ella tratan de medir las características físicas y funciones del cuerpo, incluidas las dimensiones lineales, peso, volumen, movimientos, etc., para optimizar el sistema Hombre-Máquina-Entorno.

Un principio ergonómico es adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios y no a la inversa como suele ocurrir con frecuencia. Al menos una tercera parte de nuestro día lo dedicamos al trabajo y el resto del tiempo a trasladarnos al hogar, 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 producir una adaptación conveniente de las máquinas a las personas. El uso industrial de la antropometría es el diseño o rediseño de la estación de trabajo, de aquí la importancia de conocer las características físicas de las personas para estar en posibilidad de diseñar estaciones de trabajo ergonómicas.

El promedio en la ergonomía normalmente es un engaño y para evitar este tipo de situaciones se selecciona una muestra representativa de la población que se determina:  $n = Z^2_{\alpha/2} \sigma^2 / e^2$ , donde  $\sigma$  es desviación estándar,  $Z^2_{\alpha/2}$  es el porcentaje que dejamos fuera a cada lado del intervalo, "e" es el error admitido (precisión), de esta forma establecemos que el tamaño de la muestra para el estudio antropométrico a realizar es representativo y confiable.

Para un diseño ergonómico es necesario realizar un estudio antropométrico, ya que este proporcionará las medidas para el diseño y se debe analizar con mucho cuidado el tipo de medidas a tomar y el error admisible, ya que la precisión y el número total de medidas guarda relación con la posibilidad de viabilidad económica del estudio. Para la realización de las mediciones antropométricas es necesario cumplir con ciertas condiciones:

- Durante la medición el trabajador debe usar poca ropa y nada en la cabeza y pies.
- La superficie del piso y asiento debe ser plano, horizontal y no comprensible.
- Medir ambos lados del cuerpo.
- Utilizar antropómetros (miden distancias lineales), calibradores (miden anchos y profundidades de segmentos del cuerpo), cámara fotográfica y tablero.

- Para el pecho y otras medidas que se vean afectadas por la respiración es recomendable que sean tomadas durante respiración liviana.

Las medidas en el estudio antropométrico serán todas aquellas que se precisen para un objetivo concreto. En el diseño antropométrico se pueden encontrar tres diferentes situaciones que son, el diseño para una persona específica, para un grupo de personas y para una población numerosa. En este proyecto el diseño ergonómico de la estación de trabajo esta orientado a los alumnos del Instituto Tecnológico de Mexicali, esto es, a un grupo de personas.

De aquí que es necesario establecer un tamaño de muestra que represente a la población estudiantil, así como resultados confiables para poder ser aplicados al proyecto, resulta casi imposible o impráctico realizar el estudio al 100%, de ahí que se elige un subconjunto de datos, mas conocido como muestra. Para cualquier tamaño de muestra se debe considerar el porcentaje de confianza, el porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de realizar la generalización y el nivel de variabilidad.

La confianza es el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos, el error es elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera y comúnmente se elige entre el 4% y 6%, haciendo la aclaración que no son complementarios la confianza y el error, la variabilidad es la probabilidad con el que se acepto o rechazo la hipótesis que se quiere investigar en el proyecto. Cuando el tamaño de la población es conocido se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N (Z)^2 (p) (q)}{d^2 (N-1) + Z^2 (p)(q)}$$

Posteriormente al estudio antropométrico se parte al análisis donde se puede conocer cuales son las dimensiones relevantes que se deben considerar, así como la toma de decisiones sobre las dimensiones del cuerpo humano y objetos para una adecuada compatibilidad.

## Desarrollo.

Primeramente se determinó la delimitación del proyecto, esto es el diseño ergonómico de una estación de trabajo, contemplando diversas variables, debido a esto, la investigación del proyecto se desarrollo en el Instituto Tecnológico de Mexicali, a alumnos de 18 a 25 años, ya que es el estrato más importante y representativo de la institución, controlando así las variables que intervienen en el diseño de la estación ergonómica de trabajo.

Posteriormente se estableció el tipo de estación de trabajo (de pie o sentado) que se diseñaría, realizando diversas visitas a empresas se eligió hacer la investigación de las medidas antropométricas para ambos tipos de estaciones. En el ITM se tiene una población de 2800 alumnos. Por lo que se calculo el tamaño de muestra, conociendo la población del ITM se representa la formula así:

$$n = \frac{N (Z)^2 (p) (q)}{d^2 (N-1) + Z^2 (p)(q)}$$

Si N es igual a 2800, el valor de Z es 1.96 por que representa la seguridad del 95%, con una precisión del 3% y la proporción esperada es del 5%, se tiene:

$$n = \frac{2800 (1.96)^2 (0.05) (0.95)}{(0.03)^2 (2800-1) + (1.96)^2 (.05)(.95)}$$

$n = 510.93 / 2.7016$        $n = 189.12$ , por lo tanto el tamaño de muestra para el estudio fue de 190 personas (alumnos del ITM) entre las edades antes mencionadas.

Estableciendo un total de 36 medidas que se utilizarían para el diseño ergonómico de la estación de trabajo, se elaboró el formato con las medidas necesarias para el diseño, se procedió con la medición de las personas utilizando un vernier digital calibrado de 153 cm. marca Mitutoyo, proporcionado por la empresa Plasticus. Se utilizó el sistema internacional para las medidas, significa

que cada medida se expresa en centímetros, esto es por la facilidad del sistema, apoyándose en la tabla con incrementos y decrementos debido al uso de ropa en las personas que se tomaron las medidas.

Incrementos y decrementos de valores en tablas de medidas antropométricas.
--

<b>Debida a ropa</b>	
<b>Incremento</b>	<b>Decremento</b>
2.5 cm para alturas si se esta parado	No existe decremento.
0.5 cm para alturas si se esta sentado	
0.8 cm para anchuras	
3.0 para el largo del pie	

<b>Debido a postura</b>	
<b>Incremento</b>	
7.5 cm por altura adicional empinado.	
20 cm por alcance extendido, flexión desde la cintura.	
36 cm por alcance extendido, flexión desde las cadera.	
<b>Decremento</b>	
2.0 cm para altura parado.	
4.5 cm para altura sentado.	
15 cm por disminución de altura por cucullas.	

Posteriormente se obtuvieron los percentiles 95 y 5 para determinar las dimensiones de la estación de trabajo ergonómica, y se uso la siguiente fórmula:

$P = \text{media} \pm Z\sigma$ , y en función al percentil ( $P_{95}$ ) el valor de tabla en Z es 1.645, calculando para cada medición necesaria en el diseño de la estación ergonómica de trabajo.

Se utilizaron los softwares Excel y AutoCad para el vaciado y cálculo de los percentiles y para realizar el diseño de la estación de trabajo.

### **Resultados.**

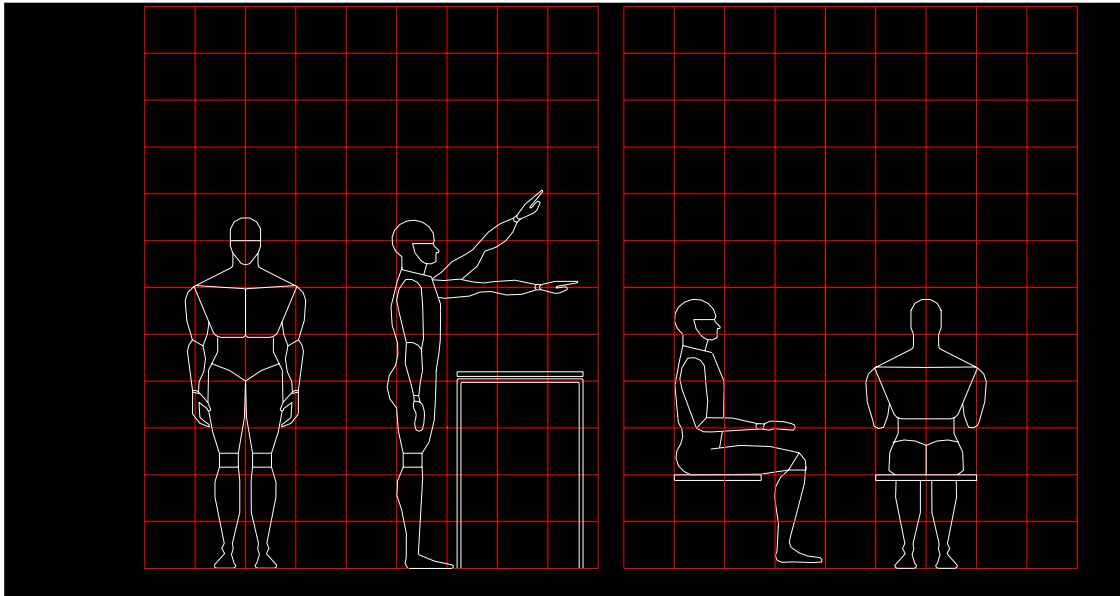
Las medidas obtenidas para la estación ergonómica son:

a) Sentado: En este punto para el diseño de la silla es necesario considerar la altura, profundidad y respaldo, para poder ser considerado ergonómico.

Descripción	Medidas (cm)	
	P <sub>95</sub>	P <sub>5</sub>
Glúteo inferior a piso	55.38	40.26
Poplíteo a glúteo	55.34	40.25
Acromión a glúteo	72.96	46.60
Cabeza a glúteo	98.46	75.34
Ancho de codo a codo	49.65	42.34
Ancho de cadera	45.07	27.17
Ancho acromión	36.57	21.86
Región glútea	24.74	20.05

b) De pie.

Descripción	Medidas (cm)	
	P <sub>95</sub>	P <sub>5</sub>
Estatura	182.50	153.37
Ojo a piso	170.02	140.17
Codo a piso	128.58	83.96
Cabeza a glúteo	98.46	75.34
Ojo a glúteo	87.19	63.51
Región glútea	24.74	20.05
Rodilla a piso	61.05	48.49
Glúteo inferior a piso	55.38	40.26
Poplíteo a glúteo	55.34	40.25
Rodilla a glúteo	65.67	50.61
Nalga a pie	84.29	64.39
Longitud del dedo medio / espalda	82.59	65.46
Ancho de tórax	28.20	17.23
Ancho de acromión	36.57	21.86



### **Conclusiones y Recomendaciones.**

Con el diseño de la estación ergonómica de trabajo, se logró demostrar como la antropometría ayuda a incrementar la productividad de la persona, reducir la fatiga y probabilidad de lesiones, debido a que los movimientos que realiza durante la actividad no produce riesgos, ya que no hay movimientos que rebasen los ángulos de confort, dando así una mejor calidad de vida a la persona durante su jornada laboral.

Con este proyecto de investigación en el Instituto Tecnológico de Mexicali, recomienda los siguientes puntos.

- Desarrollar la creatividad, habilidades y valores necesarios para el ingeniero industrial.
- La adquisición de equipo para difundir la investigación en el área de ergonomía.
- La necesidad de incrementar la vinculación con los sectores de transformación y de servicio.



## **Bibliografía.**

1. PANERO Julio y ZELNIK Martín.  
Las Dimensiones Humanas en los espacios interiores.  
GG / México, 1993.
2. SANDERS Mark and McCORMICK Ernest.  
Human Factors in Engineering Design. Séptima  
McGraw Hill, 1993.
3. CHANDLER A. Philips, M.D., P.E.  
Human Factors Engineering  
John Wiley & Sons, Inc., 2000.
4. KONZ, Stephan and JOHNSON, Steven.  
Work Design Industrial Ergonomics.  
Halcomb Hathaway. EEUU, 2000.
5. MENDENHALL William, BEAVER J. Robert and BEAVER M. Barbara  
Introducción a la probabilidad y estadística.  
Thompson, 2002
6. [www.semec.org.mx](http://www.semec.org.mx)