

“Rediseño Ergonómico De Matraca Para Industria Automotriz”

A. Maldonado, **M. Rodríguez**, C. Falliner, J. López, O. Hernández, E. Rodríguez, L. González.
Instituto de Ingeniería y Tecnología
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

1. RESUMEN

Desde el principio de los tiempos, el hombre ha elaborado un sin número de herramientas con el fin de facilitar las tareas, esto es debido a que entre mayor comodidad nos proporcione la herramienta mayor será la calidad de esta.

En base a esta necesidad, se pretende modificar el diseño de una matraca (herramienta manual), ya que se puede observar que el campo en donde se aplica este diseño, cuenta con muchas incomodidades al momento de realizar operaciones mecánicas. El rediseño de esta herramienta proporciona algunas soluciones a los problemas más comunes como pueden ser:

- Tiempo perdido por la dificultad de la operación.
- Cansancio producido por las posturas incómodas.
- Posibilidad de lesiones causadas por esfuerzos fuera del área natural del cuerpo.
- Malas posturas al momento de realizar la operación.

2. INTRODUCCIÓN

El rediseño de esta herramienta es con el fin de facilitar diversas actividades de trabajo, la aplicación de este prototipo nos proporciona mayor comodidad, esto es debido a que podemos maniobrar sin necesidad de forzar nuestro cuerpo con posturas que pueden ocasionar algún tipo de lesión debido a un sobreesfuerzo de los músculos implicados. Esto se logra aplicando una serie de principios para el diseño de herramientas de mano, teniendo como objetivo mejorar el trabajo en espacios reducidos, evitar posiciones incómodas, reducir la posibilidad de lesiones o accidentes, minimizar el tiempo perdido debido a la dificultad de la

operación y cansancio provocado por alguna de las situaciones anteriormente mencionadas. De acuerdo con Liker y Chaffin (1984), muchos de los estreses de trabajo que producen desordenes traumatológicos acumulativos de las extremidades superiores están relacionados con el diseño y uso de herramientas manuales, por lo que todo esfuerzo por modificar desde el punto de vista ergonómico una herramienta manual ya existente es justificable. Todo proyecto debe delimitarse si se pretende que los objetivos planteados puedan cumplirse, por lo tanto se puede decir que en lo referente a esta propuesta de herramienta las delimitaciones son las siguientes:

La herramienta:

- No es universal (para diversas actividades).
- Se aplica con mayor asiduidad en la industria automotriz.
- No se toman en cuenta las características de los accesorios.
- No es indispensable su uso.
- Solo se esta modificando el posicionamiento, no el funcionamiento.
- No se amplía el campo de aplicación.
- Se realizará solo el prototipo.
- La investigación esta dirigida mayormente al ámbito automotriz y los estudios realizados se aplicaron solo a los hombres.

3. OBJETIVOS

Mejorar el diseño de la herramienta para minimizar la posibilidad de riesgos o lesiones en las distintas partes del cuerpo tales como muñeca, brazo, hombro, dedos, cuello y espalda, todas estas originadas al momento de que el trabajador esta realizando la operación.

4. MARCO TEÓRICO

En este apartado se presentan los aspectos teóricos relacionados con el rediseño de la herramienta propuesta. En este rediseño la antropometría tiene gran importancia ya que tiene que ver directamente con las dimensiones del cuerpo, y éstas son necesarias para el diseño y rediseño de instrumentos y

estaciones de trabajo, que en este caso es una herramienta manual. Para poder realizar mejoras al diseño de esta herramienta se tomaron en cuenta las siguientes medidas antropométricas correspondientes:

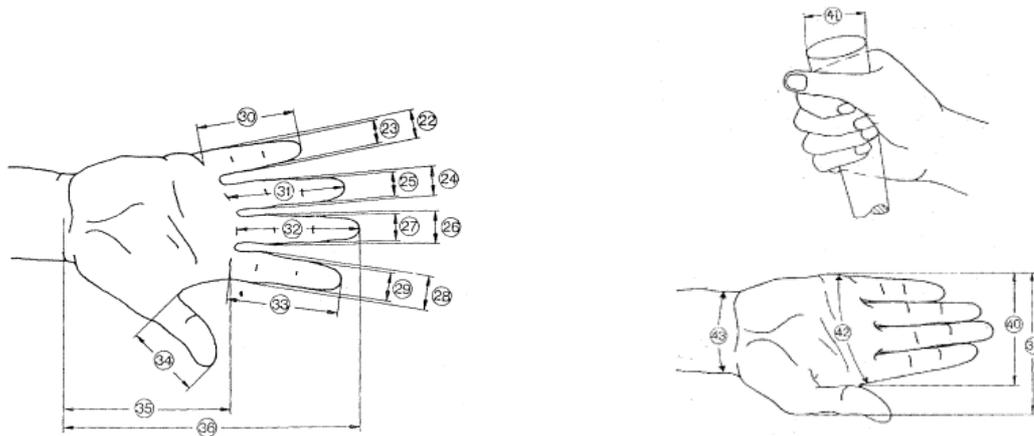


Fig. No.1 Dimensiones de la mano

Las dimensiones de la mano que se muestran en la Fig. No.1 (debidamente enumeradas) son las relevantes para el rediseño de la herramienta manual y se describen a continuación:

- 35.-Longitud de la palma: Esta dimensión se tomo en cuenta para diseñar el grosor del mango en la parte inferior extrema de la herramienta a diseñar.
- 32.-Longitud del dedo mayor (3): esta dimensión sirvió para el diseño del grosor en la parte media del mango de la herramienta.
- 42.-Anchura metacarpiana: La importancia de esta dimensión es para conocer el largo que debe tener el mango de la herramienta.
- 26.-Diámetro del dedo: Esta dimensión es importante para el diseño ergonómico en el agarre del mango donde se posicionarán los dedos (bordes en el mango).
- 41.-Diámetro interior del agarre: Esta dimensión es para diseñar la parte superior extrema del mango de la herramienta.

- 36.-Largo total de la mano: Se tomo en cuenta esta dimensión, ya que es de gran importancia para que el usuario puede dar dirección y una mayor fuerza en el manejo de la herramienta.

Los principios ergonómicos para el diseño de herramientas manuales son los siguientes:

PRINCIPIO 1: diseñar herramientas que se puedan usar con cualquier mano.

En las operaciones que son repetitivas o de grandes esfuerzos, una herramienta que se puede usar con cualquier mano permite alternar las manos a fin de reducir la fatiga muscular local. Otra de las ventajas de una herramienta que se puede usar con cualquier mano es que puede ser utilizada por la mano no preferida en situaciones especiales de trabajo, cuando la otra está ocupada o es imposible utilizarla.

PRINCIPIO 2: usar el grupo adecuado de músculos.

Los músculos del antebrazo son más fuertes que los de los dedos, por esta razón es importante un buen diseño del mango, ya que de esta forma existe una mayor área de agarre permitiendo que los músculos del antebrazo sean los que apliquen la mayor parte de la fuerza, y así evitar que la persona se fatigue con facilidad.

PRINCIPIO 3: usar un mango fuerte para hacer fuerza.

Este se refiere a que la posición de la herramienta y el antebrazo deben formar un eje perpendicular, esto permite que los músculos puedan aplicar la fuerza a lo largo del eje del antebrazo y de esa forma no causar un sobreesfuerzo en los músculos de la mano.

PRINCIPIO 4: el mango debe tener el grosor, la forma y la longitud adecuados

Toda herramienta tiene dos extremos: uno trabaja en el material, el otro está en la mano.

Grosor del mango. En el caso del mango de fuerza, Rubarth (1928) informó que mientras mayor sea el diámetro mayor será la fuerza.

Ayoub y LoPresti (1971) recurrieron a la electromiografía e informaron que los de 40 mm se preferían a los de 50 y 65 mm, si con 40 la fuerza es del 100%, con 50 será del 95% y con 65 será del 70%.

Longitud. En el caso del mango de fuerza, la longitud debe ser suficiente para los cuatro dedos.

PRINCIPIO 3: diseñar la superficie del mango de modo que sea compresible, lisa y no conductora.

Compresible. Un mango de material compresible es más cómodo para la mano, la madera es el material preferido; el caucho y el plástico compresibles son aceptables. Puesto que el aceite disminuye el coeficiente de fricción, hay que usar un material que no lo absorba.

No conductora. Los mangos no deben conducir electricidad ni calor. Por fortuna, los materiales con buena resistencia eléctrica resisten también el paso del calor.

Lisa. Un mango deficiente acaba por dejar su marca en la mano, los bordes agudos y las esquinas deben tener un radio de más de 3 mm; de 6 ó de 9 es mejor.

A continuación se hace una breve relación de los desordenes de manos y muñecas más comunes en el uso de herramientas manuales.

Desordenes de Mano-muñeca:

En el caso de la mano y antebrazo los Desordenes traumáticos acumulativos son causados principalmente por las malas posturas al momento de realizar la operación. En este caso son de particular interés las siguientes posturas de la mano:

- **Desviación Radial:** Es la torsión lateral de la muñeca, en un movimiento hacia el pulgar.
- **Desviación Ulnar o Cubital:** Es una torsión lateral de la muñeca, de manera que la mano se mueve en la dirección en que se encuentra el dedo meñique.

- **Flexión:** Es doblar la muñeca hacia abajo o el dedo pulgar.
- **Extensión:** Es doblar la muñeca, de forma que la mano queda orientada hacia arriba o extensión del dedo pulgar.

A continuación las Fig. No.2-4 presenta las diferentes posturas de la mano en relación con el uso de la herramienta convencional.

Las diferentes posturas relacionadas con la herramienta de mano son:



Posición neutral

Desviación Radial de la muñeca

Fig. 2-4 Diferentes posturas mano-herramienta

Otra consideración de importancia son los factores de riesgo para la aparición de lesiones por el uso de herramientas manuales como lo son:

- Esfuerzos excesivos y repetitivos de trabajo.
- Posiciones y posturas inadecuadas.
- Estrés mecánico.
- Exposición al calor producido por la herramienta.

Algunos de los desordenes de la mano y la muñeca son:

- **Tendonitis:** Inflamación de los tendones.
- **Tenosinovitis:** Inflamación de la cubierta del tendón, más común en la muñeca.
- **Síndrome del Túnel Carpiano:** irritación de nervio mediano cuando es comprimido por tejidos circundantes y la estructura ósea en la muñeca.
- **Dedo en Gatillo:** Inflamación del tendón en la junta de cualquier dedo.
- **Enfermedad de Quervain:** Irritación de los tendones del dedo pulgar.
- **Bursitis:** Inflamación en la Bursa (Cojín lleno de líquido) en la junta del hombro.

- **Tendinitis Manguito Rotador:** Inflamación en el hombro.
- **Epicondilitis:** Irritación del tendón en los músculos del antebrazo en la junta del codo.

5. DESARROLLO

La investigación esta basada en la observación del funcionamiento de una matraca convencional, dicha información esta orientada a la detección de las deficiencias no en el funcionamiento si no en el posicionamiento.

Los datos se clasificaron de acuerdo a los principios ergonómicos de diseño y a los estudios realizados por los diferentes autores. Las dimensiones relevantes para realizar un nuevo diseño, son únicamente las de la mano, y estas están determinadas por la forma de la herramienta

A continuación se enlista la estructura de la investigación:

1. Para la recopilación de datos se realizaron varias observaciones en el funcionamiento de una matraca convencional, con el objetivo de identificar las diferentes deficiencias en su uso, permitiendo de esta forma proponer los objetivos de esta investigación anteriormente descritos.
2. Una vez que se determinaron los objetivos de la investigación se identificaron las fuentes de información que proporcionaran datos específicos de utilidad para éste estudio, como lo son:
 - Principios antropométricos para el diseño de herramientas manuales.
 - Diferentes autores.
 - Artículos sobre ergonomía.
 - Estudios antropométricos realizados con anterioridad.
 - Sitios de Internet.

3. Las diferentes dimensiones corporales se identificaron y se calcularon los percentiles adecuados para cumplir con los principios ergonómicos de diseño, en la Tabla No. 1 se muestran los percentiles utilizados para el rediseño de la herramienta:

Dimensiones Corporales	Media	Des. Std.	Percentiles Utilizados
35. Longitud de la palma	11.5 cm.	± 1	5th de hombre
32. Longitud del dedo mayor	7.5 cm.	± 1	5th de hombre
42. Anchura metacarpiana	8.7 cm.	± 1	95th de hombre
26. Diámetro del dedo mayor	1.8 cm.	± 1	95th de hombre
41. Diámetro interior agarre	4.9 cm.	± 1	5th de hombre
36. Largo total de la mano	19 cm.	± 1	5th de hombre

Tabla No. 1 Hand dimesions (cm.) for American male adults, Eastman kodak 1983

4. La aplicación de los principios ergonómicos para el diseño de herramientas manuales se realizo de la siguiente forma:
- Principio 1: este fue utilizado para que la herramienta pueda ser utiliza con cualquier mano y la aplicación de este fue únicamente para el rediseño del mango.
 - Principio 2: este se enfoca básicamente en el diseño integral de la herramienta, de tal forma que los músculos del antebrazo y la mano se utilicen conjuntamente para evitar o reducir la fatiga.
 - Principio 3: la aplicación de este principio interviene básicamente en evitar las malas posturas de la muñeca.
 - Principio 4: debido a que la herramienta es usada para aplicar fuerza, este principio se aplico para tener un mango que reuniera estas cualidades.
 - Principio 5: este principio fue fundamental ya que el rediseño del mango es un elemento muy importante en dar un enfoque ergonómico a la misma.

- Principio 6: este principio se utilizó para que la superficie del mango se diseñara de tal forma que no condujera calor, no se resbalara y a su vez lisa para prevenir el estrés mecánico.
5. Una vez que se realizaron los estudios previos se implementaron las mejoras en base a los resultados obtenidos y de los cuales se obtuvo un prototipo el cual se muestra en la Fig. No.8 del apartado número 6.

6. RESULTADOS

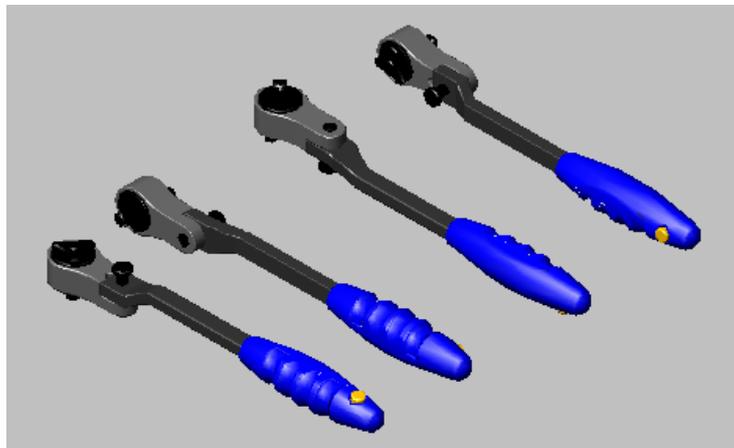
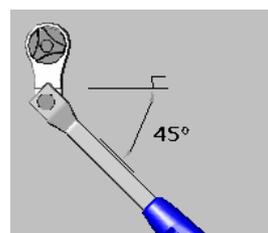


Fig. No.8 Diseño de matraca con mejoras aplicadas.

En esta parte del proyecto, se presentan los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación, los cuales se enlistan a continuación:

1. Esta herramienta hecha de acero inoxidable, consta de dos extremos: uno trabaja en el material, el otro en la mano.
2. El extremo en el que se colocan los dedos está compuesto de un dispositivo ubicado en la parte superior donde se insertan estos y nos sirve precisamente para asegurar que los dedos no se salgan, en la parte media tiene un seguro o candado circular que sirve para dar dirección y sentido de 45° y 90° a la operación de atornillar o destornillar. Dentro de las diferentes posturas que causaban incomodidad y lesiones al



trabajador, se pueden eliminar cambiando el posicionamiento de la herramienta, un ejemplo de esto se muestra en las Fig. No. 9 y 10.



Fig. No. 9 y 10 Comparación de posicionamiento.

3. Cuenta con un mango grueso hecho de un material compresible, no conductor y poco áspero para evitar que la herramienta se deslice de la mano mientras se realiza la operación; éste tiene un material acolchonado y adaptado a la forma de la mano que nos brinda más fuerza de sujeción, en la parte superior tiene una ranura asegurada por un pasador o candado que nos sirve para girar el mango dentro de los 360° y de esta manera poder utilizar la herramienta con cualquier mano.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados que se arrojaron de la investigación, se pudieron hacer las mejoras necesarias al diseño de la herramienta manual, esto basándose en los objetivos planteados previamente. El diseño del prototipo resultante cumple con las expectativas de la investigación debido a que se cumplen los principios ergonómicos, proporciona mayor comodidad al usuario ya que se eliminan las posturas estresantes y también nos brinda una mayor eficiencia ya que puede ser utilizada con ambas manos y de esta forma tener un mejor rendimiento y una mínima posibilidad de lesiones.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Konz, Stephan, Diseño de Instalaciones Industriales
- www.monografias.com/ergonomia/postura
- www.saludhoy.com
- www.umh.es
- www.suratep.com
- www.consumer.es/web/es/especiales/55103_print.jsp
- www.oftega.com/ergo1.htm