





**PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DEL ECUADOR  
SEDE AMBATO**  
SERÉIS MIS TESTIGOS

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DE UNA PRÓTESIS ACOPLABLE AL ANTEBRAZO  
QUE PERMITA EL USO DE HERRAMIENTAS BÁSICAS.**

Disertación de grado previo a la obtención del título de Ingeniero  
en Diseño Industrial

Autor:

Andrés Santiago Garcés Unda

Director:

Ing. Msc. Daniel Marcelo Acurio Maldonado

Ambato - Ecuador

Septiembre de 2010

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR**

**SEDE AMBATO**

**HOJA DE APROBACIÓN**

TEMA:

DISEÑO DE UNA PRÓTESIS ACOPLABLE AL ANTEBRAZO  
QUE PERMITA EL USO DE HERRAMIENTAS BÁSICAS.

Autor:

Andrés Santiago Garcés Unda

Daniel Acurio Maldonado, Ing. Msc DIRECTOR DE DISERTACIÓN	f.....
Angélica Tirado Lozada, Dis. CALIFICADOR	f.....
Mauricio Carrillo Rosero, Ing. CALIFICADOR	f.....
Daniel Acurio Maldonado, Ing. Msc. DIRECTOR UNIDAD ACADEMICA	f.....
Pablo Poveda Mora, Ab. SECRETARIO GENERAL PUCESA	f.....

Ambato – Ecuador

Septiembre del 2010

## DECLARACION DE AUTENTICIDAD

### Y RESPONSABILIDAD

Yo, Andrés Santiago Garcés Unda portador de la cedula de ciudadanía N° 180336464-3 declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo la obtención del título de Ingeniero en Diseño Industrial son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto de investigación y luego de la relación de este documento son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Andrés Santiago Garcés Unda

C.I. 180336464-3

## AGRADECIMIENTO;

Mi gratitud, a todos los participantes en este proyecto que han estado involucrados directa o indirectamente brindando su apoyo y soporte para la realización del mismo, desde los forjadores de mi vida profesional; mi familia, amigos y allegados que han soportado los altos y bajos de la vida a mi lado.

Especialmente:

A mis Padres

## DEDICATORIA;

El esfuerzo empleado en este proyecto, está dirigido a todas las personas que por causas adversas han tenido que sufrir y acoplarse a un estilo de vida diferente, lleno de retos, con optimismo y perseverancia, para muchas veces demostrarnos que aun ante las dificultades que la vida nos ha puesto en el camino son nada, ante el significado de “Querer hacer”.

## Resumen

El diseño para una prótesis en general se preocupa de mejorar el estilo de vida del amputado incrementando las funciones motrices, para lo cual se ha visto necesario la implementación de varios acoples o herramientas. Para el diseño de la misma, se ha requerido de varias fuentes de información, ya que el campo de estudio para la elaboración de una prótesis se ha logrado combinando algunas ramas tanto de la ingeniería como de la medicina, cabe recalcar que el director, como los médicos pertinentes, han sido de gran ayuda para la obtención de resultados óptimos y acertados, junto con un informe corroborado por el Sr. Segundo Aníbal Yaccha (paciente) quien nos entrega las conclusiones en cuanto a comodidad, funcionabilidad, ventajas y desventajas del producto final, por ser el beneficiario directo de dicho proyecto. Además la comparación pertinente, con sus similares en el mercado nos demuestra que muy pocos han tomado en cuenta el costo de la misma.

## Abstract

The design for a prosthesis in general deals with the improvement of style of life of the amputee by increasing the motor functions, for which the adding of several couplings or tools has been necessary. For this design, we have required of several sources of information, since the field of study for the prosthesis manufacture has been achieved by combining some parts of engineering as well as of medicine. We have to emphasize that the advisor, as the pertinent physicians, have been of great help for obtaining best and proper results. Along with a report confirmed by Mr. Segundo Anibal Yaccha (patient) who gives us the conclusions for comfort, functionality, advantages and disadvantages of the end product, because he is the direct beneficiary of this project. Apart of that, the relevant comparison, with its similar in the market demonstrates us that not many designers have taken into account the cost of the product.

## **Índice**

### **CAPITULO I**

#### **INTRODUCCION**

<b>1.1.- Tema.</b>	<b>2</b>
<b>1.2.- Antecedentes.</b>	<b>2</b>
<b>1.3.- Definición del Problema.</b>	<b>3</b>
<b>1.4.- Delimitación del problema.</b>	<b>3</b>
<b>1.5.- Justificación.</b>	<b>4</b>
<b>1.6.- Objetivos.</b>	<b>5</b>
<b>1.6.1.- Objetivo General.</b>	<b>5</b>
<b>1.6.2.- Objetivos Específicos.</b>	<b>5</b>

### **CAPITULO II**

#### **MARCO TEÓRICO.**

<b>2.1.- Diseño Industrial.</b>	<b>7</b>
<b>2.2.- Amputaciones del antebrazo (Por debajo del codo).</b>	<b>7</b>
<b>2.3.- Distribución de las personas con discapacidad por tipo de deficiencia.</b>	<b>8</b>
<b>2.4.- Antropometría.</b>	<b>11</b>

<b>2.4.1.- Niveles de Amputación.</b>	<b>12</b>
<b>2.5.- Prótesis.</b>	<b>13</b>
<b>2.5.1.- Prótesis para extremidad superior por debajo del codo.</b>	<b>14</b>
<b>2.6.- Anatomía del antebrazo.</b>	<b>15</b>
<b>2.6.1.- Sistema óseo del antebrazo.</b>	<b>16</b>
<b>2.6.1.1.- Estructura y tipo de hueso del antebrazo.</b>	<b>16</b>
<b>2.6.2.- Articulaciones.</b>	<b>18</b>
<b>2.6.3.- Cartílago.</b>	<b>19</b>
<b>2.6.4.- Cápsula.</b>	<b>20</b>
<b>2.6.5.- Ligamento.</b>	<b>20</b>
<b>2.6.6.- Sistema muscular del antebrazo.</b>	<b>21</b>
<b>2.6.6.1.- Estructura y tipos de músculos del antebrazo.</b>	<b>22</b>
<b>2.6.6.2.- Flexibilidad de los músculos del antebrazo.</b>	<b>22</b>
<b>2.6.6.3.- Fuerza muscular del antebrazo.</b>	<b>23</b>
<b>2.6.7.- Sistemas nervioso y sanguíneo del antebrazo.</b>	<b>25</b>
<b>2.7.- Biomecánica.</b>	<b>25</b>
<b>2.7.1.- Propiedades Biomecánicas del hueso.</b>	<b>27</b>
<b>2.7.2.- Comportamiento biomecánico del cartílago articular.</b>	<b>28</b>

<b>2.7.3.- Influencia de la actividad muscular sobre la distribución de la sollicitación en el hueso.</b>	<b>28</b>
<b>2.7.4.- Planos Espaciales de la biomecánica ocupacional.</b>	<b>30</b>
<b>2.7.5.- Movimientos del Antebrazo.</b>	<b>31</b>
<b>2.7.6.- La Pronosupinación.</b>	<b>32</b>
<b>2.7.6.1.- Condiciones para medir la Pronosupinación.</b>	<b>33</b>
<b>2.7.6.2.- El eje de pronosupinación.</b>	<b>33</b>
<b>2.7.7.- Utilidad de la pronosupinación.</b>	<b>36</b>
<b>2.7.8.- Compensaciones y posición funcional.</b>	<b>38</b>
<b>2.8.- Fuerzas aplicadas por la prótesis al Antebrazo.</b>	<b>40</b>
<b>2.9.- Materiales.</b>	<b>43</b>
<b>2.9.1.- Resina Poliéster.</b>	<b>44</b>
<b>2.9.2.- Caucho Silicona.</b>	<b>45</b>
<b>2.10.- Herramientas Básicas de mano.</b>	<b>48</b>
<b>2.10.1.- Consideraciones iniciales para herramientas útiles en extremidades superiores.</b>	<b>50</b>
<b>2.11.- Mecanismo usado.</b>	<b>52</b>
<b>2.11.1.- Destornillador de trinquete reversible.</b>	<b>53</b>
<b>2.12.- Medios de Sujeción.</b>	<b>53</b>

<b>2.13.- Concepto.</b>	<b>54</b>
-------------------------	-----------

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.**

<b>3.1.- Enfoque.</b>	<b>57</b>
-----------------------	-----------

<b>3.2.- Modalidad.</b>	<b>57</b>
-------------------------	-----------

<b>3.3.- Nivel y tipo de investigación.</b>	<b>57</b>
---	-----------

<b>3.4.- Fuentes de información.</b>	<b>57</b>
--------------------------------------	-----------

<b>3.4.1.- Población y muestreo.</b>	<b>57</b>
--------------------------------------	-----------

<b>3.4.2.- Métodos.</b>	<b>57</b>
-------------------------	-----------

<b>3.4.3.- Técnicas.</b>	<b>58</b>
--------------------------	-----------

<b>3.5.- Análisis de los datos obtenidos en las entrevistas.</b>	<b>58</b>
--	-----------

<b>3.5.1.- Datos de la entrevista obtenidos del</b>	
---	--

<b>Dr. Marco Muñoz (especialista en prótesis).</b>	<b>58</b>
--	-----------

<b>3.5.2.- Datos de la entrevista obtenidos del</b>	
---	--

<b>Dr. Ermely Espinoza (médico cirujano).</b>	<b>65</b>
---	-----------

<b>3.6.- Conclusiones del análisis constructivo del proyecto.</b>	
---	--

### **CAPITULO IV**

#### **DESARROLLO DE LA PROPUESTA.**

<b>4.1.- Tema.</b>	<b>72</b>
--------------------	-----------

<b>4.2.- Objetivos de la Propuesta.</b>	<b>72</b>
---	-----------

<b>4.3.- Introducción.</b>	<b>73</b>
<b>4.4.- Diseño de la prótesis</b>	<b>73</b>
<b>4.4.1.- Propuesta Funcional.</b>	<b>73</b>
<b>4.4.2.- Propuesta Morfológica.</b>	<b>79</b>
<b>4.4.2.1.- Marca.</b>	<b>80</b>
<b>4.4.3.- Propuesta Tecnológica.</b>	<b>81</b>
<b>4.5.- Propuesta de las tres herramientas básicas que se implementarán para mejorar el desempeño laboral del discapacitado.</b>	<b>88</b>
<b>4.5.1.- Herramienta útil para incrementar el área de escritura.</b>	<b>88</b>
<b>4.5.2.- Herramienta para el enclavamiento de objetos planos.</b>	<b>90</b>
<b>4.5.3.- Herramienta para el aumento de la superficie de contacto en tornillos y pernos.</b>	<b>91</b>
<b>4.6.- Detalle del incremento de la capacidad laboral del discapacitado.</b>	<b>91</b>
<b>4.6.1.- En la herramienta útil para incrementar el área de escritura.</b>	<b>91</b>
<b>4.6.2.- En la herramienta para el enclavamiento de</b>	

<b>objetos planos.</b>	<b>92</b>
<b>4.6.3.- En la Herramienta para el aumento de la superficie de contacto en tornillos y pernos.</b>	<b>93</b>
<b>4.7.- Conclusiones y recomendaciones.</b>	<b>93</b>
<b>Bibliografía.</b>	<b>96</b>
<b>Link-grafía.</b>	<b>97</b>
<b>Glosario.</b>	<b>99</b>
<b>Anexos.</b>	<b>103</b>

## **Índice de Figuras e Imágenes.**

### **Figuras**

<b>(Fig. 01) Niveles de Amputación.</b>	<b>12</b>
<b>(Fig. 02) Huesos del Antebrazo, Codo y Antebrazo.</b>	<b>16</b>
<b>(Fig. 03) Lámina: Estructura Ósea 3B - V2050U.</b>	<b>17</b>
<b>(Fig. 04) La Flexibilidad de los Huesos del Antebrazo ante solicitudes.</b>	<b>18</b>
<b>(Fig. 05) Biomecánica – Máquinas simples.</b>	<b>19</b>
<b>(Fig. 06) Huesos del Codo.</b>	<b>19</b>
<b>(Fig. 07) Músculos individualizados del antebrazo: rotadores del radio, Miembro superior.</b>	<b>21</b>
<b>(Fig. 08) Nervios cutáneos y venas superficiales del antebrazo, Inervación y Vasculatura.</b>	<b>25</b>
<b>(Fig. 09) Distribución de las solicitudes compresivas.</b>	<b>29</b>
<b>(Fig. 10) Clasificación Biomecánica de las Articulaciones.</b>	<b>30</b>
<b>(Fig. 11) Pronación y Supinación del antebrazo.</b>	<b>31</b>
<b>(Fig. 12) Ángulos de la pronación y supinación del antebrazo.</b>	<b>32</b>

<b>(Fig. 13) Eje de pronosupinación.</b>	<b>34</b>
<b>(Fig. 14) Eje de pronosupinación 2.</b>	<b>35</b>
<b>(Fig. 15) Acciones en la línea del eje prono supinador.</b>	<b>37</b>
<b>(Fig. 16) Acciones que se realizan con el antebrazo.</b>	<b>38</b>
<b>(Fig. 17) Representación esquemática de varios modos de carga.</b>	<b>40</b>
<b>(Fig. 18) Representación esquemática de un segmento pequeño de hueso cargado en torsión.</b>	<b>41</b>
<b>(Fig. 19) Fractura en torsión.</b>	<b>41</b>
<b>(Fig. 20) Herramientas Básicas de mano.</b>	<b>48</b>
<b>(Fig. 21) Mecanismo de trinquete.</b>	<b>52</b>
<b>(Fig. 22) Patente del destornillador de matraca.</b>	<b>53</b>
<b>(Fig. 23) Tornillo Prisionero.</b>	<b>53</b>
<b>(Fig. 24) Tatuaje Tribal.</b>	<b>55</b>
<b>(Fig. 25) Forma interna base de la propuesta.</b>	<b>74</b>
<b>(Fig. 26) Desplazamiento de seguridad y forma base externa del prototipo.</b>	<b>75</b>
<b>(Fig. 27) Desplazamiento de seguridad y</b>	

<b>forma base externa del prototipo.</b>	<b>76</b>
<b>(Fig. 28) Posición de la herramienta de acuerdo al marco teórico.</b>	<b>78</b>
<b>(Fig. 29) Formas tribal usadas para el estilo y funcionabilidad del prototipo.</b>	<b>79</b>
<b>(Fig. 30) Logotipo de la propuesta.</b>	<b>80</b>
<b>(Fig. 31) Isotipo de la propuesta.</b>	<b>80</b>
<b>Imágenes</b>	
<b>(Img. 01) Prótesis experimental desarrollada por nike.</b>	<b>7</b>
<b>(Img. 02) Momia con pulgar falso.</b>	<b>13</b>
<b>(Img. 03) Götz von Berlichingen.</b>	<b>14</b>
<b>(Img. 04) Götz von Berlichingen planos y esquemas de la prótesis.</b>	<b>14</b>
<b>(Img. 05) Götz von Berlichingen actividades de la prótesis.</b>	<b>15</b>
<b>(Img. 06) Götz von Berlichingen Objeto histórico.</b>	<b>15</b>
<b>(Img. 07) Herramientas de mano que incrementan la fuerza.</b>	<b>48</b>
<b>(Img. 08) Herramientas de mano que incrementan la precisión.</b>	<b>49</b>
<b>(Img. 09) Herramientas de mano que incrementan la superficie de contacto.</b>	<b>49</b>

<b>(Img. 10) Herramientas de mano que generan mayor potencia a la torsión.</b>	<b>49</b>
<b>(Img. 11) Herramientas de mano que generan mayor potencia al impacto.</b>	<b>50</b>
<b>(Img. 12) Herramientas de mano que generan mayor resistencia a la temperatura.</b>	<b>50</b>
<b>(Img. 13) Toma del molde inicial.</b>	<b>82</b>
<b>(Img. 14) Toma del molde de yeso útil para replicas.</b>	<b>82</b>
<b>(Img. 15) Verificación de medidas antropométricas.</b>	<b>83</b>
<b>(Img. 16) Aumento de 4mm de seguridad.</b>	<b>84</b>
<b>(Img. 17) Vista del molde de yeso terminada.</b>	<b>84</b>
<b>(Img. 18) Posición espacial del molde inicial en el contra molde de yeso terminado.</b>	<b>85</b>
<b>(Img. 19) Guante de caucho silicona terminado.</b>	<b>86</b>
<b>(Img. 20) Guante de caucho con revestimiento de resina poliéster.</b>	<b>86</b>
<b>(Img. 21) Herramienta útil para incrementar el área de escritura.</b>	<b>89</b>
<b>(Img. 22) Herramienta para el enclavamiento de objetos planos.</b>	<b>90</b>
<b>(Img. 23) Herramienta para el aumento de la</b>	

**superficie de contacto en tornillos y pernos. 91**

**Índice de Tablas y Gráficos.**

**(Tab. 01) Población con Discapacidad. 103**

**(Tab. 02) Personas registradas en el CONADIS. 103**

**(Tab. 03) Población con Discapacidad mayores de edad. 104**

**(Tab. 04) Causas que originó la discapacidad. 105**

**(Tab. 05) Población con Discapacidad que si trabaja. 106**

**(Tab. 06) Propiedades mecánicas de los biomateriales  
seleccionados. 43**

**(Graf. 01) Categoría Ocupacional. 9**

**(Graf. 02) Personas con discapacidad que generan ingresos. 10**

**(Graf. 03) Discapacitados que usan ayudas técnicas. 11**

**(Graf. 04) Curva de carga – deformación. 18**

**(Graf.05) La tensión muscular 23**

## **CAPITULO I**

### **INTRODUCCION**

## **1.1.- Tema.**

Diseño de una prótesis acoplable al antebrazo que permita el uso de herramientas básicas.

## **1.2.- Antecedentes.**

Un estudio a nivel mundial demuestra que 600 millones de personas tienen problemas de movilidad más conocida como personas con discapacidad.

El CONADIS (Consejo Nacional de Discapacidades) muestra que un 10 % de la población en el Ecuador tiene discapacidad ya sea adquirida o por nacimiento.

Las personas que han sufrido una discapacidad adquirida no tienen más que un 20 % una prótesis por su alto costo.

En el nuestro medio; existe una gran cantidad de personas, que han sufrido accidentes teniendo como consecuencia la amputación de uno o más miembros del cuerpo que les imposibilita realizar su trabajo habitual.

El proyecto de investigación a realizarse podrá acoplar varios tipos de herramientas básicas como destornilladores, lápices, y herramientas que no requieran un punto de apalancamiento para apertura como tijeras, pinzas, etc. Encontrando ventajas fácilmente manipulables con una mano, tales como el fácil cambio de accesorios de la prótesis, se realizó un estudio previo para poder personalizar el molde interno a las medidas dejadas por la amputación y todos los moldes externos serán producidos en serie de acuerdo a medidas antropométricas estándar.

En la actualidad se pueden encontrar fácilmente prótesis a altos costos y que tratan de ayudar en el mejoramiento del estilo de vida más no eficientemente en el campo laboral, el proyecto esta direccionado para satisfacer algunas de las actividades que el miembro perdido las realizaba a partir de los movimientos del antebrazo.

En base a una metodología deductiva y al estudio de campo de acción de la persona que se examinará el caso, y se deducirá los acoplamientos indispensables para el continuo desarrollo de su rutina laboral.

### **1.3.- Definición del Problema**

El fin general al que se quiere llegar es el del incremento de la capacidad laboral, a personas que han tenido como circunstancia la perdida de la mano para lo cual se ha visto como fines necesarios el de tener suficiente stock en el mercado, razón por la cual se ha determinado como un medio primordial la producción nacional de la misma con el fin de abaratar costos. Además de que el producto que se propone tenga mayores parámetros de movilidad, incorporando un sistema de anclaje multifuncional. Estos parámetros nos generarán un nivel de adquisición elevado a un bajo costo.

### **1.4.- Delimitación del problema**

Delimitación Espacial: El campo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Quito y Ambato.

Delimitación Temporal: El proceso de investigación comenzó en el mes de Febrero, hasta Septiembre del 2010.

Unidades de observación:           Experto en prótesis y Médico cirujano.

Lugar: La respectiva investigación médica y recolección de datos se llevará a cabo en la fundación Hermano Miguel en Quito. Además de contar con la accesoria y respaldo del Dr. Ermely Espinoza médico cirujano, en la ciudad de Ambato.

En cuanto a las diferentes variables como son materiales, mecanismos, medidas antropométricas, y morfología se la realizará en el campus de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.

### **1.5.- Justificación.**

Es evidente en la ciudad de Ambato la presencia de personas que han sufrido la amputación de miembro superior las cuales son producidas por accidentes.

Estas personas tienen dificultad para realizar actividades productivas.

La realidad de las prótesis en el Ecuador, es que los acoples de la misma son importadas teniendo como consecuencia su costo es elevado impidiendo su accesibilidad, y su stock es limitado por lo cual los tiempos de espera pueden ser prolongados ocasionando el retraso laboral.

Al elaborar las prótesis a nivel nacional tanto su costo como accesibilidad serán moderados ocasionando la rápida reincorporación laboral de la persona.

Con esta innovación en el diseño y construcción; lo que se logra, es el entregar comodidad y mayor desempeño al realizar diversas tareas.

## **1.6.- Objetivos.**

### **1.6.1.- Objetivo General**

Diseñar una prótesis acoplable al antebrazo que permita el uso de herramientas básicas.

### **1.6.2.- Objetivos Específicos.**

a).- Investigar cuales son los trabajos básicos que una persona puede realizar con el movimiento del antebrazo.

b).- Indagar cual es el tipo de prótesis común en el mercado.

c).- Consultar cuales son los materiales apropiados y utilizados para la elaboración de la prótesis.

d).- Proponer parámetros dimensionales para la prótesis de acuerdo a las recomendaciones médicas y datos antropométricos.

e).- Mejorar la capacidad laboral del amputado mediante la implementación de al menos 3 herramientas básicas.

f).- Elaboración de un prototipo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

## **2.- Marco Teórico.**

### **2.1.- Diseño Industrial.**

El **Diseño industrial** es una rama del diseño que busca crear-modificar objetos y/o ideas para hacerlos útiles , prácticos o simplemente bellos con la intención de cubrir necesidades del ser humano, adaptando los objetos e ideas no solo en su forma sino también las funciones de éste, su concepto, su contexto y su escala, buscando lograr un producto final innovador.<sup>1</sup>



**(Img. 01) Prótesis experimental desarrollada por nike.**

El diseño industrial en la historia, Córdoba: Ediciones TEC. ISBN 987-21597-0-X

### **2.2.- Amputaciones del antebrazo (Por debajo del codo).**

En las amputaciones a éste nivel es deseable conservar la mayor longitud de extremidad posible.

Cuando la articulación de la extremidad superior está muy afectada, es menos probable que curen bien las amputaciones a través del tercio distal, que las realizadas a un nivel más proximal, debido a que la piel más distal suele ser más delgada y tiene menos tejido subcutáneo; también los tejidos

1: Gay, Aquiles y Samar, Lidia (2004), El diseño industrial en la historia, Córdoba: Ediciones TEC. ISBN 987-21597-0-X. Página 137.

blandos a nivel más distal se componen básicamente de estructuras poco vascularizadas como fascia y tendones.

Por esta razón en estas circunstancias excepcionales es preferible la amputación en la unión de los tercios medio y distal del antebrazo.

En las amputaciones a través del tercio proximal del antebrazo es preferible dejar un muñón muy pequeño por debajo del codo de 3.8 a 5 cm de largo a una amputación a través del codo. Es muy importante conservar la articulación del codo.

### **2.3.- Distribución de las personas con discapacidad por tipo de deficiencia.**

Del total de la población del Ecuador, el 13,2 % son personas con algún tipo de discapacidad (1`600.000 personas).

### **Más de 500 mil personas presentas múltiples limitaciones graves.**

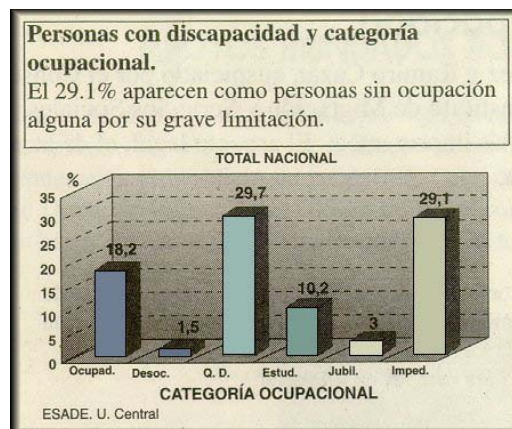
El 79% de las personas con limitación grave, tienen limitaciones para realizar actividades y restricción en la participación: para movilizarse, actividades educativas y de aprendizaje, integrarse a la vida comunitaria, suficiencia en su auto cuidado, integrarse a las actividades de la vida doméstica y trabajar en forma remunerada.

## Más de 450 mil personas con deficiencias estructurales.

En la población de 5 años y más 452.336 personas presentan deficiencias estructurales, que representa el 64% de todas las deficiencias.

## La discapacidad está ligada a la pobreza.

El cuadro siguiente indica los valores promedio de ingresos de los hogares por quintiles, que sirvió de base para los análisis por ingresos.



(Graf. 01) Categoría Ocupacional.

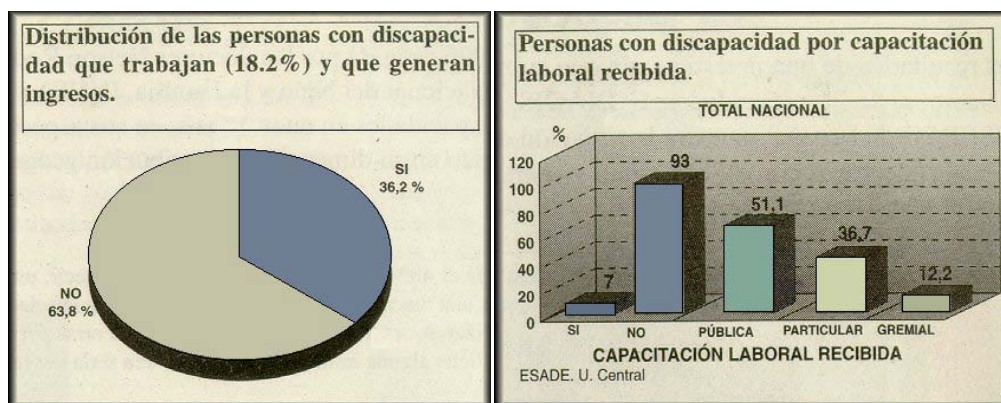
<http://www.conadis.gov.ec/>

## Promedio Mensual de Ingresos Per Cápita.

Quintil	USD
Quintil 1	9.93
Quintil 2	31.23
Quintil 3	58.69
Quintil 4	105.3

Quintil 5	2935.8
-----------	--------

El 50% de las personas con discapacidad están ubicados en los quintiles 1 y 2, es decir son 789.998 personas con los menores ingresos en el país, cuyo ingreso per cápita promedio oscila entre 0 a 30 dólares mensuales. Este porcentaje es 20% mayor a la población sin discapacidad ubicada en los mismos quintiles.

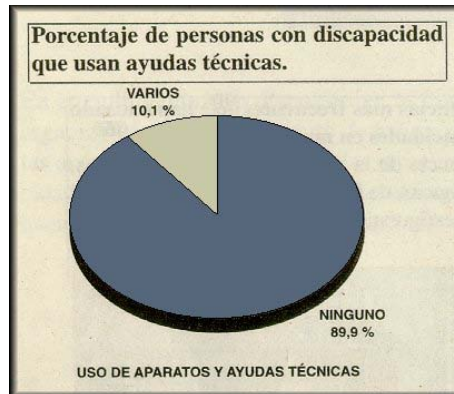


**(Graf. 02) Personas con discapacidad que generan ingresos.**

<http://www.conadis.gov.ec/>

**La gran mayoría de personas con limitación grave no utiliza ninguna ayuda técnica.**

El 26% de PCD con limitación grave utiliza al menos una ayuda técnica. La ayuda técnica más utilizada es la que compensa la limitación de la movilidad (11%), seguida de las ayudas técnicas para ver (9%).



**(Graf. 03) Discapacitados que usan ayudas técnicas.**

<http://www.conadis.gov.ec/>

**El entorno físico es adverso para las personas con discapacidad con limitación grave.**

El 5% de las personas con discapacidad con limitación grave han realizado adecuaciones en sus viviendas para facilitar su autonomía. Para el 77% de las personas gravemente limitadas la percepción es que los edificios y entorno urbano son adversos para su movilidad autónoma.<sup>1</sup>

## **2.4.- Antropometría.**

La antropometría consiste en una serie de mediciones técnicas sistematizadas que expresan, cuantitativamente, las dimensiones del cuerpo humano.

Los datos antropométricos que requerimos son tres:

### **Circunferencia del antebrazo:**

Para hombres son: 10,2" (5<sup>o</sup>) - 11,6" (50<sup>o</sup>) - 13,0" (95<sup>o</sup>) - 0,85" (Desviación Estándar).

1:<http://www.conadis.gov.ec> (Consejo Nacional de Discapacidades)

Para mujeres son: 8,9" (5 °) - 9,8" (50 °) - 10,8" (95 °) - 0.6" (Desviación Estándar).

### **Circunferencia de la muñeca:**

Para hombres son: 6,2" (5 °) - 6,7" (50 °) - 7,3" (95 °) - 0.34" (Desviación Estándar).

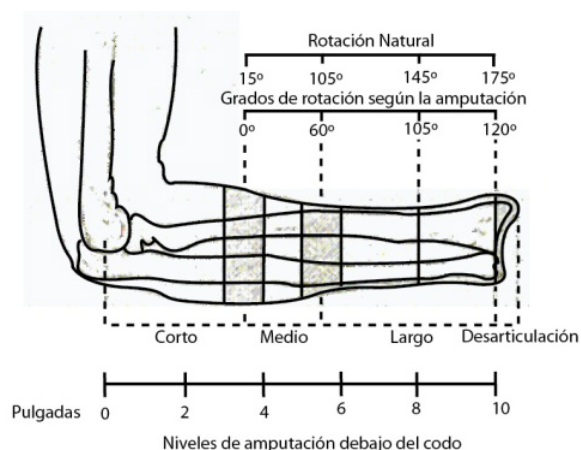
Para mujeres son: 5,4" (5 °) - 5,9" (50 °) - 6,4" (95 °) - 0,3" (Desviación Estándar).

### **Circunferencia del brazo:**

Para hombres son: 10,9" (5 °) - 12,7" (50 °) - 14.5" (95 °) - 1.08" (Desviación Estándar).

Para mujeres son: 9,1" (5 °) - 10,4" (50 °) - 12,1" (95 °) - 1,0" (Desviación Estándar).<sup>1</sup>

## **2.4.1.- Niveles de Amputación.**



**(Fig. 01) Niveles de Amputación.**

<http://www.ece.buap.mx/>

1: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Campus Morelos; Laboratorio de Producción; Antropometría

Segmento radial (Fig. 01)

R1 : Tercio superior del radio

R2 : Tercio medio del radio

R3 : Tercio inferior del radio

## 2.5.- Prótesis.

Del griego. *próthesis*, colocar delante, sustitución de un órgano o parte de él. Dispositivos mecánicos diseñados para reproducir la forma y/o la función de un miembro (o parte de él) ausente.



**(Img. 02) Momia con pulgar falso.**

<http://news.nationalgeographic.com>

Un “dedo gordo” de un pie (Img. 02), hecho de madera y cuero, encontrado en una momia fosilizada, podría ser la prótesis funcional más antigua del mundo según informaron científicos británicos.

El dedo postizo descubierto en Egipto que dataría entre los años 1000 y 600 A.C., perteneció a una mujer de unos 50 a 60 años, y aparentemente no era solo estético, sino también pudo haberla ayudado a caminar.<sup>1</sup>

1: Christine Dell'Amore, <http://news.nationalgeographic.com/news/2007/07/070727-egypt-toe.html>

## 2.5.1.- Prótesis para extremidad superior por debajo del codo.

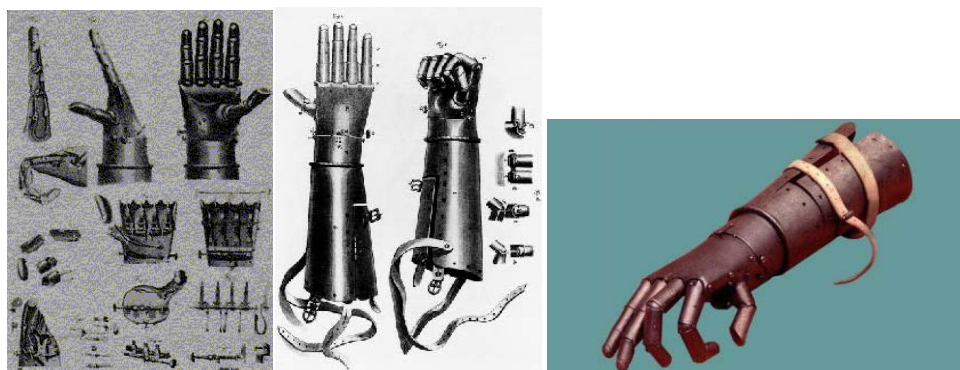
En nuestro caso ha analizar el dato más curioso encontrado sería el siguiente:

Götz von Berlichingen fue un caballero imperial que vivió a principios del siglo XVI y que se le conocía con el sobrenombre de “Mano de hierro”(Img.03).



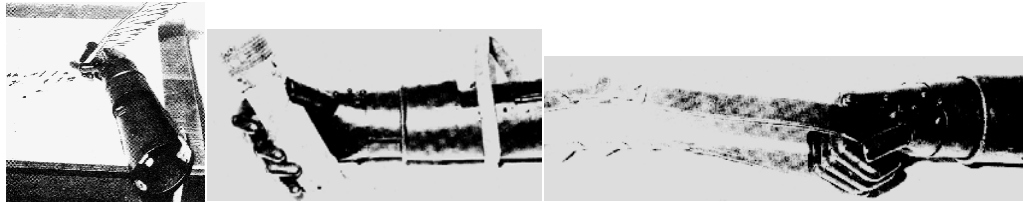
(Img. 03) Götz von Berlichingen.

<http://historiasconhistoria.es>, 25 Julio, 2008 Por Iñaki



(Img. 04) Götz von Berlichingen planos y esquemas de la prótesis.

<http://historiasconhistoria.es>, 25 Julio, 2008 Por Iñaki



**(Img. 05) Götz von Berlichingen actividades de la prótesis.**

<http://historiasconhistoria.es>, 25 Julio, 2008 Por Iñaki



**(Img. 06) Götz von Berlichingen objeto histórico.**

<http://historiasconhistoria.es>, 25 Julio, 2008 Por Iñaki

Lo curioso es que este apodo no se lo ganó porque fuera un caballero de implacables y rudos métodos (que también lo era), sino que era porque en su brazo derecho llevaba una prótesis (Img.04). Esta era una mano ortopédica de hierro completamente funcional (Img.05), con la que Berlinchingen podía empuñar su espada, librar batallas, manejar las riendas de su caballo e incluso escribir. <sup>1</sup>

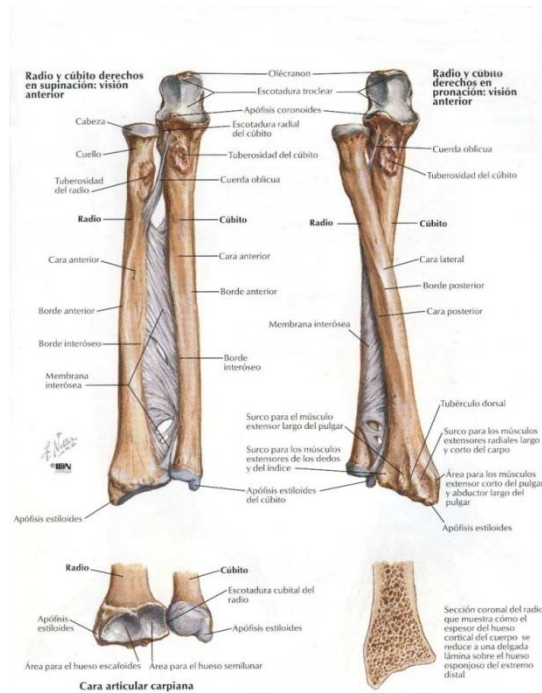
## **2.6.- Anatomía del antebrazo.**

En la anatomía del antebrazo comenzaremos tomando en cuenta el sistema óseo, para tener una noción del esfuerzo que este puede realizar sin tener complicaciones de fracturas o luxaciones. Consecutivamente tomaremos en cuenta el sistema muscular; quien nos guiará en la forma y las restricciones para evitar desgarres en los músculos implicados. Otro parámetro importante en este estudio será el sistema nervioso y circulatorio el mismo que nos

1: <http://historiasconhistoria.es>, 25 Julio, 2008 Por Iñaki

entrega los puntos críticos donde la presión que genera el antebrazo con la prótesis deberá reducirse al mínimo.

## 2.6.1.- Sistema óseo del antebrazo.



(Fig. 02) Huesos del Antebrazo, Codo y Antebrazo.

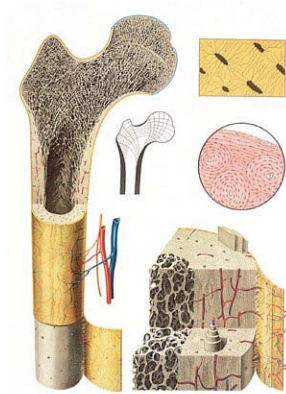
NETTER, Frank H. Atlas de Anatomía Humana, Lamina 409, 2<sup>da</sup> edición.

Teniendo en relación la anatomía de los huesos implicados (Fig.02), procederemos al análisis de su estructura, resistencia y movimientos que estos puede realizar.

### 2.6.1.1.- Estructura y tipo de hueso del antebrazo.

Los huesos largos (como el radio y el cubito), cuya longitud es la dimensión que domina. La dureza de los huesos es debida a los componentes minerales (alrededor de dos tercios). Así mismo, posee cierta elasticidad gracias a sus componentes orgánicos (un tercio).

Cuando se observa la arquitectura de un hueso largo, se ve claramente que está concebido para resistir estas exigencias (Fig. 03):

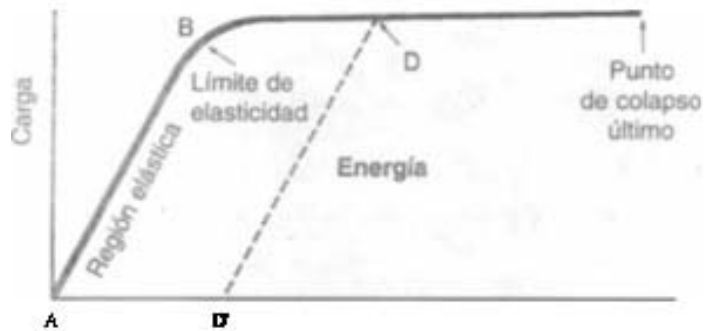
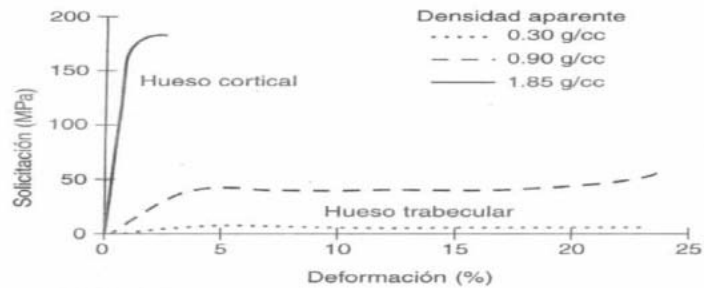


**(Fig. 03) Lámina: Estructura Osea 3B - V2050U.**

<http://www.tecnoedu.com/3b/img/V2050U.jpg>

- a).- La epífisis muestra una estructura ósea alveolada: el hueso esponjoso.
- b).- Las fibras están dispuestas en trabéculas, siguiendo las líneas de transmisión de la fuerza.
- c).- El tubo hueco está lleno de medula amarilla grasa.
- d).- El hueso está recubierto de una membrana que le hace de piel: el periostio.
- e).- A nivel de las articulaciones el hueso está recubierto de un cartílago articular.
- f).- La diáfisis es un tubo hueco (más resistente que un tubo macizo) hecho de hueso compacto.
- g).- El hueso compacto predomina en la parte central de la diáfisis, en donde las solicitaciones por flexión son más fuertes. (También predominan las concavidades en las partes curvas).

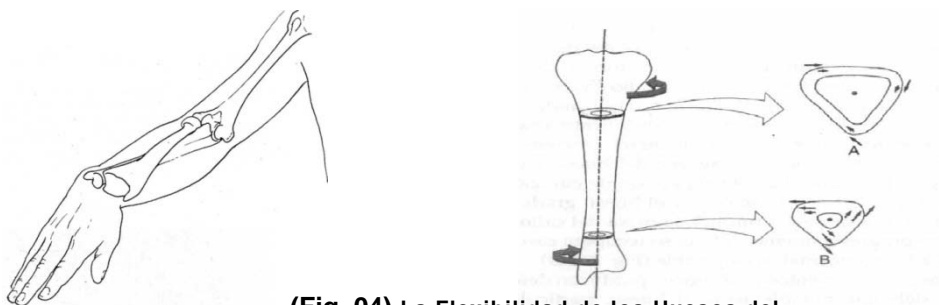
Al ser un hueso cortical obtendríamos los siguientes datos de deformación y fractura en porcentajes de aplicación de fuerza.



(Graf. 04) Curva de carga – deformación.

Margareta Nordin y Víctor H. Frankel, Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, , pag. 32

**Flexibilidad Ósea**, la coincidencia de dos masas óseas limita su cruce o lo que es lo mismo, la amplitud de la pronación (Fig. 04).<sup>1</sup>



(Fig. 04) La Flexibilidad de los Huesos del Antebrazo ante solicitaciones

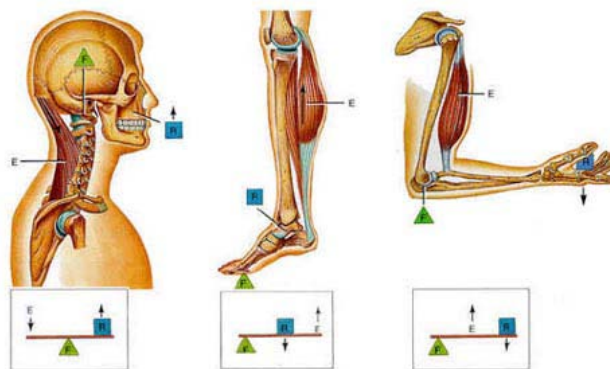
Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, páginas 20, TOMO II.

1: (Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, páginas 18-19, 7 reimpresión.).

## 2.6.2.- Articulaciones.

Los huesos se unen entre ellos por medio de unas zonas llamadas articulaciones.

Estas articulaciones permiten poco o ningún movimiento, las articulaciones más frecuentes en este tema en particular serán las discontinuas o diartrosis. En este caso el enlace entre dos huesos es todo un dispositivo que permite continuas movilizaciones, las principales pueden ser comparadas a sistemas mecánicos simples (Fig. 05).



(Fig. 05) Biomecánica – Maquinas simples.

<http://www.ergoeco.org/img/BIOMECANICA>

La articulación puede desencajarse, perdiéndose total o parcialmente el contacto normal entre las superficies: es la luxación.

## 2.6.3.- Cartílago.



(Fig. 06) Huesos del Codo, Codo y Antebrazo.

NETTER, Frank H. Atlas de Anatomía Humana, Lamina 407, 2<sup>da</sup> edición.

Su composición es parecida a la del hueso, aunque más hidratada y elástica. Su función es proteger al hueso que tiene debajo (Fig. 06). El cartílago se ve sometido a dos tipos de sollicitaciones:

-Sollicitaciones por presión.

-Sollicitaciones por fricción.

#### **2.6.4.- Cápsula.**

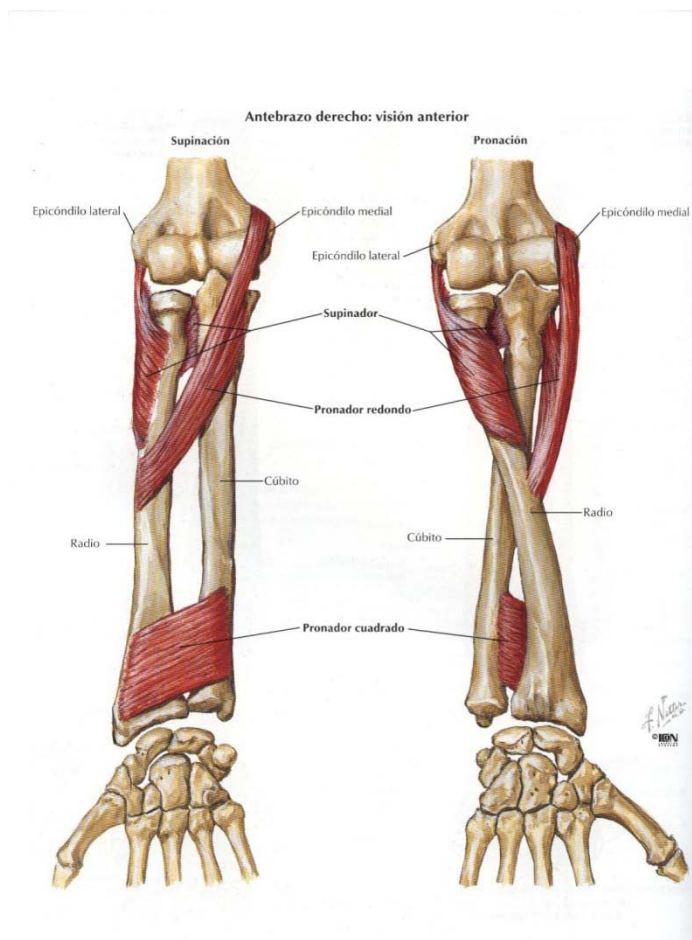
Es una especie de manguito fibroso mantiene juntas las superficies, que se fija en cada hueso alrededor de las superficies articulares. Esta reforzada allí donde los movimientos deben ser impedidos. La capsula esta tapizada en su interior por una membrana que hace como de "forro de abrigo", es la sinovial. Esta recubre toda la cara interna de la cápsula y hace un pliegue en las inserciones capsulares. Su principal función es la de segregar la sinovia (líquido que llena la cavidad articular), lubrica las superficies y mejora el desplazamiento al producirse el movimiento, a su vez nutre el cartílago.

#### **2.6.5.- Ligamento.**

Es una banda del tejido fibroso que une dos huesos vecinos. Normalmente es un espesamiento de la cápsula, pero también puede estar fuera o dentro de ésta. Al igual que la capsula, los ligamentos tienen un papel mecánico de sostén de la articulación. Los ligamentos son muy ricos en receptores nerviosos sensitivos, que perciben la velocidad, el movimiento, la posición de la articulación, y eventuales tirones y dolores.

A pesar del dispositivo de sensibilidad propioceptiva, puede que un movimiento excesivo de la articulación produzca un tirón de ligamentos que entrañe distensión o desgarro: es lo que se conoce como entorsis o esguince. <sup>1</sup>

## 2.6.6.- Sistema muscular del antebrazo



**(Fig. 07) Músculos individualizados del antebrazo: rotadores del radio, Miembro superior.**

NETTER, Frank H. Atlas de Anatomía Humana, Lamina 410, 2<sup>da</sup> edición.

Una vez obtenida la ubicación, nombres y la acción de los músculos pertinentes en el movimiento pronador y supinador del antebrazo (Fig. 07)

1: (Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, páginas 73, TOMO II,).

procederemos al análisis del tipo de musculo y cuales serían sus virtudes y deficiencias de los mismos.

### **2.6.6.1.- Estructura y tipos de músculos del antebrazo.**

Los movimientos del cuerpo son producidos por el juego de los músculos.

Los que aquí estudiaremos son los denominados estriados o “voluntarios”.

La fibra muscular está formada a su vez por células muy alargadas: las miofibrillas. Cada miofibrilla contiene, en su parte central, el elemento contráctil propiamente dicho: la sacromera.

Cuando se produce una contracción muscular, se unen, tiran unos de otros ello produce un aumento del diámetro y una disminución de la longitud. Esto permite al musculo tirar de los huesos a los que está unido.

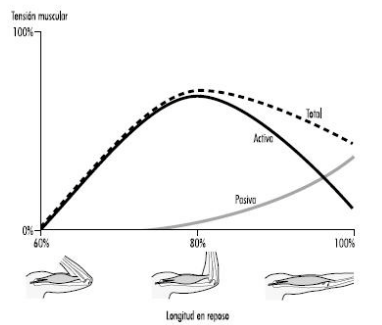
Para simplificar el estudio, siempre se considera fijo uno de los dos huesos: “punto fijo” y móvil el otro: “punto móvil”. Pero a menudo ocurre lo contrario.<sup>1</sup>

### **2.6.6.2.- Flexibilidad de los músculos del antebrazo.**

Aparte de su capacidad (activa) de contracción, el músculo tiene la posibilidad (pasiva) de ser elástico (Graf.05). Es decir, que se puede estirar un músculo, hasta cierto punto, alejando sus puntos de inserción, (haciendo el movimiento inverso al de su acción). De los músculos, son frecuentemente los músculos largos los que intervienen en la cinética. Producen desplazamientos importantes.<sup>2</sup>

1: (Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, páginas 138-149, 7 reimpresión,).

2: (Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, páginas 20, 7 reimpresión,).



(Graf.05) La tensión muscular

<http://4.bp.blogspot.com/>

**Flexibilidad Ligamentosa**, cabe señalar aquí el ligamento interóseo, situado a lo largo de todo el antebrazo entre los dos huesos, el cual está cubierto por varias capas de músculos. Una retracción o un dolor de dicho ligamento (lo notaremos en profundidad, a lo largo de todo el antebrazo), puede limitar por completo los movimientos de pronosupinación.

**Flexibilidad Muscular**, generalmente, no existe impedimento muscular en el movimiento de pronosupinación.

### 2.6.6.3.- Fuerza muscular del antebrazo.

Uno de los flexores más potentes del codo, el bíceps largo, es, antes que flexor, el supinador más importante. Su acción se completa por la del supinador largo, de dos capas, que es como un ligamento activo de la articulación radio-humeral.

La acción de supinación es completada por los músculos del antebrazo que provienen del epicóndilo.

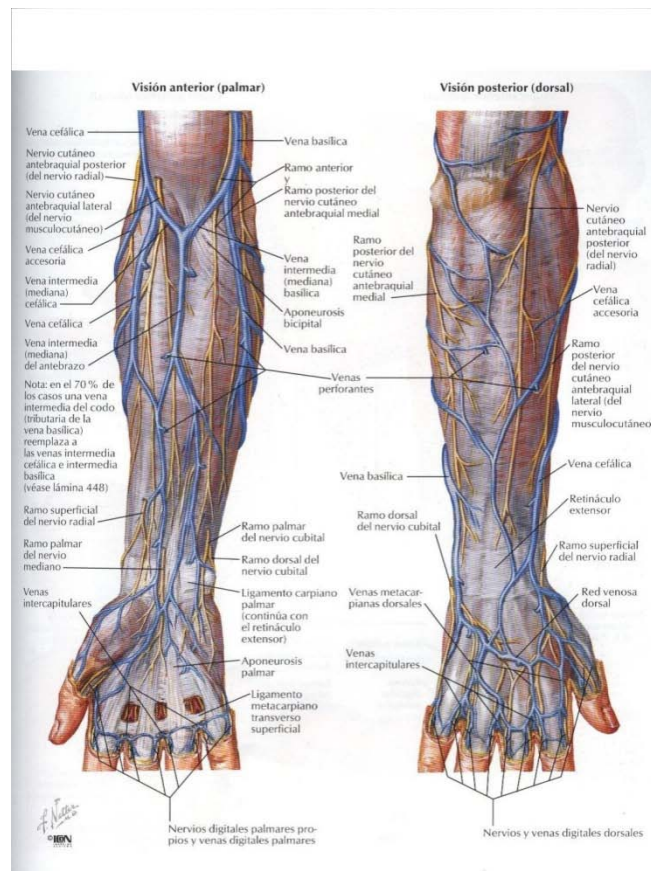
Los pronadores son el pronador redondo y el pronador cuadrado. Su acción es completada por la de los otros músculos provenientes de la epitroclea.

Observemos que existe un claro predominio de los supinadores en relación a los pronadores. Ello nos viene a confirmar lo que habíamos señalado acerca de la musculatura del codo: hay un predominio de la cadena de músculos flexores y supinadores.

Finalmente, si se tiene en cuenta que las fuerzas de rotación son importantes: la pareja de pronación es en el hombre de 70 kg/cm, la de supinación es de 85 kg/cm estas cifras son de 50% en el caso de la mujer, puede constatarse que la membrana interósea desempeña también un papel de prominencia blanda para limitar la pronación gracias a los músculos del compartimento anterior. A partir de la supinación, los músculos flexores que se insertan sobre ella se comprimen cada vez más lo que la tensa aumentando así la coaptación. La interposición de las masas musculares impide en un primer momento el contacto del radio sobre el cúbito, capaz de provocar una fractura. Es la posición anatómica, denominada posición cero, la posición en la que las fibras de la membrana están más tensas; por lo que es la posición preferente de inmovilización.<sup>1</sup>

1: (Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, páginas 73, TOMO II,).

## 2.6.7.- Sistemas nervioso y sanguíneo del antebrazo.



(Fig. 08) Nervios cutáneos y venas superficiales del antebrazo, Inervación y Vasculatura.

NETTER, Frank H. Atlas de Anatomía Humana, Lamina 449, 2<sup>da</sup> edición.

## 2.7.- Biomecánica.

La biomecánica se considera una rama de la bioingeniería y la ingeniería biomédica. La bioingeniería es un campo interdisciplinar en el que los principios y métodos de la ingeniería, las ciencias básicas, y la tecnología se aplican para diseñar, evaluar y manufacturar la equipación para su uso en medicina y comprender, definir y solventar problemas en la fisiología y la

biología. La bioingeniería es una de las distintas áreas de especialización que pertenecen al campo general de la ingeniería biomédica.<sup>1</sup>

Para la elaboración de una prótesis que se pueda acoplar al antebrazo debemos tener varios parámetros que considerar en cuanto a las restricciones anatómicas y la biomecánica ocupacional implicada, datos que nos ayudarán a respondernos todas las preguntas en cuanto a estructura, composición, resistencia, límites, movimientos y el comportamiento del antebrazo en un ambiente cerrado. Esto nos entregará pautas para la selección de materiales, acoplamiento del diseño, además nos entrega todos los puntos de cuidado en cuanto a la forma que debe tener la prótesis.

### **Conceptos básicos de la biomecánica**

La biomecánica del sistema musculoesquelético requiere un buen entendimiento de la mecánica básica. La terminología y los conceptos básicos de la mecánica y la física se utilizan para describir las fuerzas internas del cuerpo humano.

- La mayoría de los conceptos en mecánica son escalares o vectoriales. Una cantidad escalar es sólo una magnitud. Conceptos como masa, energía, potencia, trabajo mecánico y temperatura son cantidades escalares.

- La fuerza puede ser definida como una perturbación o carga mecánica. Cuando un objeto es empujado o tirado, se aplica una fuerza sobre el mismo.

1: ( fisiología articular, A. I. Kapandji, 6ta edición)

- El torque es la fuerza aplicada sobre un eje, el torque se asocia con la acción rotacional y de torsión de las fuerzas aplicadas, mientras que el momento se relaciona con la acción de flexión.<sup>1</sup>

### **2.7.1.- Propiedades Biomecánicas del hueso.**

El tejido óseo está compuesto de dos fases (bifásico), el mineral como una fase y el colágeno y la sustancia fundamental como la otra.

Estos materiales compuestos por un elemento fuerte y vidriado, incrustado en uno más débil, flexible, le da mucha fortaleza con relación a su peso.

Las propiedades mecánicas más importantes son Fuerza y Rigidez

La carga aplicada al hueso por la acción de una fuerza externa causa una deformación, por lo que se puede obtener una curva esfuerzo- deformación.

#### **Propiedades mecánicas**

El cortical es más rígido que el hueso esponjoso, soporta mayor sollicitación pero menos deformación.

El hueso cortical cede y se fractura cuando la deformación excede de 1,5% a 2,0%.

La diferencia física entre los dos tejidos óseos se cuantifica en términos de la densidad aparente del hueso.

### **2.7.2.- Comportamiento biomecánico del cartílago articular**

El comportamiento biomecánico del cartílago articular puede ser mejor entendido cuando se ve el tejido como un medio multifásico. En el contexto

1: (Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, Margareta Nordin y Victor H. Frankel, pag. 3 y 70 )

presente, el cartílago articular será tratado como un material bifásico que consiste en dos fases distintas intrínsecamente incompresibles e inmiscibles (Bachrach *et al.*, 1998; Mow *et ai*, 1980).

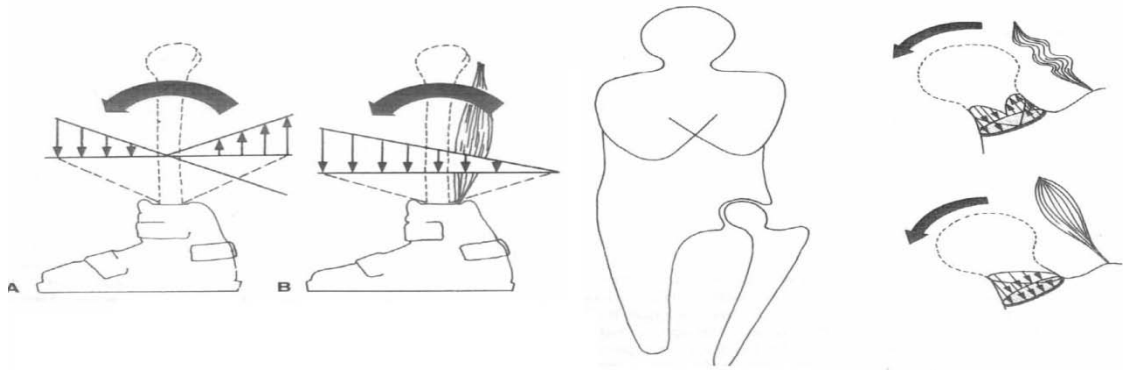
Durante la función articular, las fuerzas en la superficie articular pueden variar de casi cero a más de 10 veces el peso del cuerpo (Andriacchi *et ai*, 1997; Paul, 1976). Las áreas de contacto también varían de una manera compleja y típicamente están sólo en el orden de varios centímetros cuadrados (Ahmed y Burke, 1983; Ateshian *et ai*, 1994).

Así, el cartílago articular, bajo condiciones de carga fisiológica, es un material altamente solicitado. Para entender cómo el tejido responde bajo estas condiciones de carga fisiológica alta, sus propiedades mecánicas intrínsecas en compresión, en tensión, y en cizalla deben ser determinadas. Por estas propiedades, uno puede entender los mecanismos de soporte de carga dentro de la MEC.

### **2.7.3.- Influencia de la actividad muscular sobre la distribución de la sollicitación en el hueso.**

Cuando el hueso se carga *in vivo*, la contracción de los músculos insertados en el hueso altera la distribución de la sollicitación en el hueso. Esta contracción muscular disminuye o elimina la sollicitación tensil sobre el hueso produciendo sollicitación compresiva que la neutraliza parcial o totalmente.

El efecto de la contracción muscular puede ser ilustrado en una tibia sometida a la flexión de tres puntos.



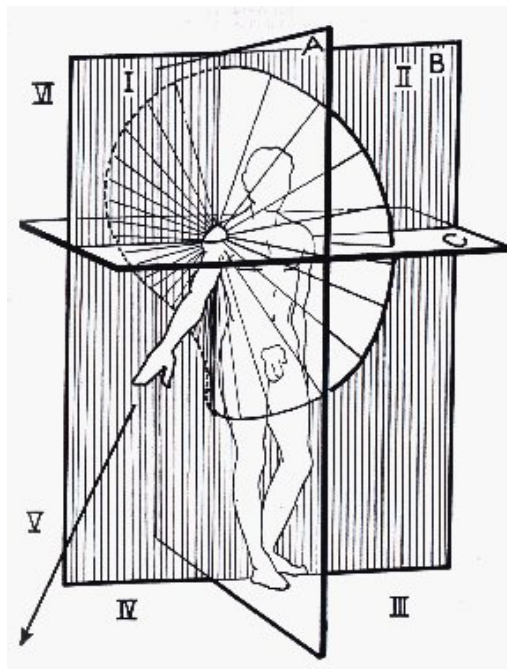
**(Fig. 09) Distribución de las solicitaciones compresivas.**

Margareta Nordin y Victor H. Frankel, Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, , pag. 45

La alta sollicitación tensil se produce sobre la cara posterior de la tibia, y las altas sollicitaciones compresivas actúan sobre la cara anterior. La contracción del músculo tríceps sural produce gran sollicitación compresiva sobre la cara posterior (Fig.09), neutralizando la gran sollicitación tensil y por lo tanto protegiendo a la tibia del colapso en tensión. Esta con tracción muscular puede dar lugar a sollicitaciones compresivas más altas sobre la superficie anterior de la tibia y así proteger al hueso del colapso. El hueso adulto puede soportar normalmente esta sollicitación, pero el hueso inmaduro, que es más débil, puede colapsarse en compresión.<sup>1</sup>

1: (Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, Margareta Nordin y Victor H. Frankel, pag. 3 y 70 )

## 2.7.4.- Planos Espaciales de la biomecánica ocupacional.



(Fig. 10) Clasificación Biomecánica de las Articulaciones.

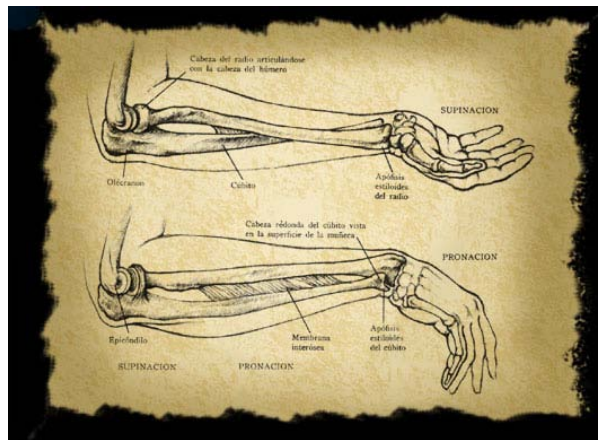
<http://2.bp.blogspot.com>.

El plano sagital (A)

El plano frontal (B)

El plano transversal (C)

## 2.7.5.- Movimientos del Antebrazo



**(Fig. 11) Pronación y Supinación del antebrazo.**

<http://dmcforum.mforos.com/888870/5168389-clases-de-dibujo/?pag=8>

La Pronación, los dos huesos cubito y radio pueden efectuar movimientos cruzándose, el uno en relación al otro. La palma de la mano es entonces llevada hacia atrás o "pulgar a dentro". Este movimiento lo efectúa a menudo el antebrazo en la vida corriente. La mano, en posición de pronación (Fig.11), apenas alcanza el plano horizontal; la amplitud del movimiento de pronación es de 85°.

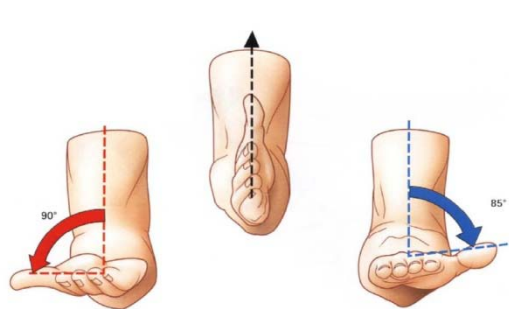
La Supinación, cuando dejan de cruzarse los dos huesos, quedan alineados uno al lado del otro, la palma es llevada hacia delante o el "pulgar hacia afuera". Al igual que los del codo, estos movimientos son muy importantes para la motricidad funcional corriente (gestos cotidianos). Su pérdida o limitación es más molesta, por ejemplo, que una limitación en la amplitud de los huesos de la muñeca (Fig. 11). La mano, en posición de supinación (Fig. 11), se sitúa en el plano horizontal; la amplitud del movimiento de supinación es entonces de 90°<sup>1</sup>

1: (Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, Margareta Nordin y Victor H. Frankel, pag. 70 )

Cuando se asocian los movimientos de rotación de la articulación del hombro, el codo estando totalmente extendido, esta amplitud total alcanza:

- 360° cuando el miembro superior está vertical, a lo largo del tronco;
- 270° cuando el miembro superior está en abducción de 90°,
- 270° en flexión de 90°;

Apenas sobrepasa los 180° cuando el miembro superior está vertical, en máxima abducción. Esto confirma que, en abducción de 180°, la rotación axial de la articulación del hombro es casi nula.



**(Fig. 12) Ángulos de la pronación y supinación del antebrazo.**

fisiología articular, A. I. Kapandji, 6ta edición, pag 108

### **2.7.6.- La Pronosupinación**

La pronosupinación es el movimiento de rotación del antebrazo en torno a su eje longitudinal.

Este movimiento necesita la intervención de dos articulaciones mecánicamente unidas:

- La articulación radio cubital proximal, que pertenece anatómicamente a la articulación del codo;

- La articulación radio cubital distal, que difiere anatómicamente de la articulación radio carpiana

### **2.7.6.1.- Condiciones para medir la Pronosupinación**

La pronosupinación sólo puede analizarse con el *codo* flexionado 90° y pegado al cuerpo.

De hecho, si el codo está extendido, el antebrazo se halla en la prolongación del brazo y a la rotación longitudinal del antebrazo se añade la rotación del brazo en torno a su eje longitudinal gracias a los movimientos de rotación externa-interna del hombro. <sup>1</sup>

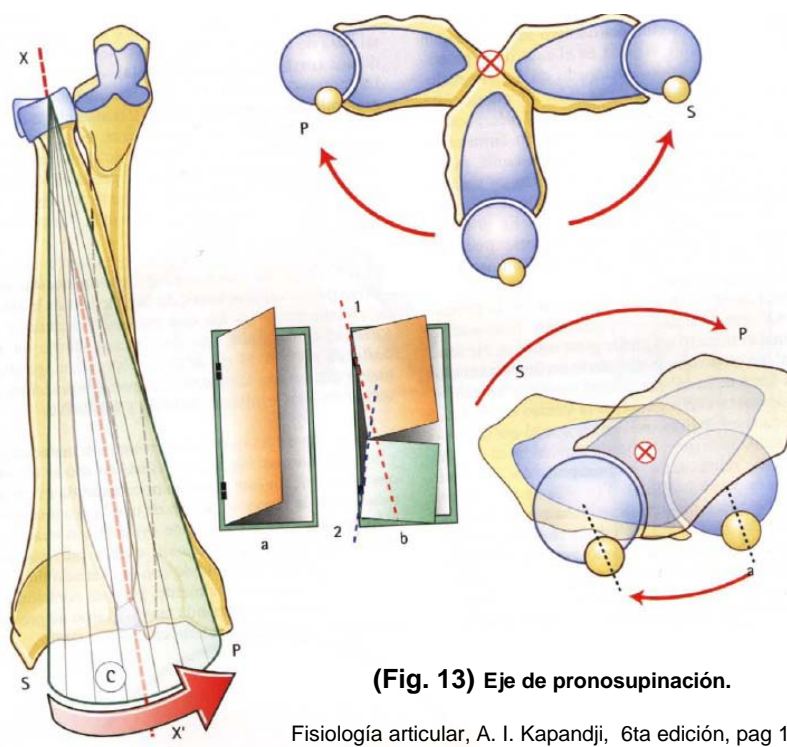
### **2.7.6.2.- El eje de pronosupinación**

Hasta el momento se ha tratado aisladamente la fisiología de la articulación radio cubital distal, pero es fácil entender que existe una pareja funcional entre la articulación radio cubital distal y la articulación radio cubital proximal, ya que ambas están mecánicamente unidas de modo que una no puede funcionar sin la otra. Esta pareja funcional se localiza en dos niveles: el de los ejes y el de la congruencia.

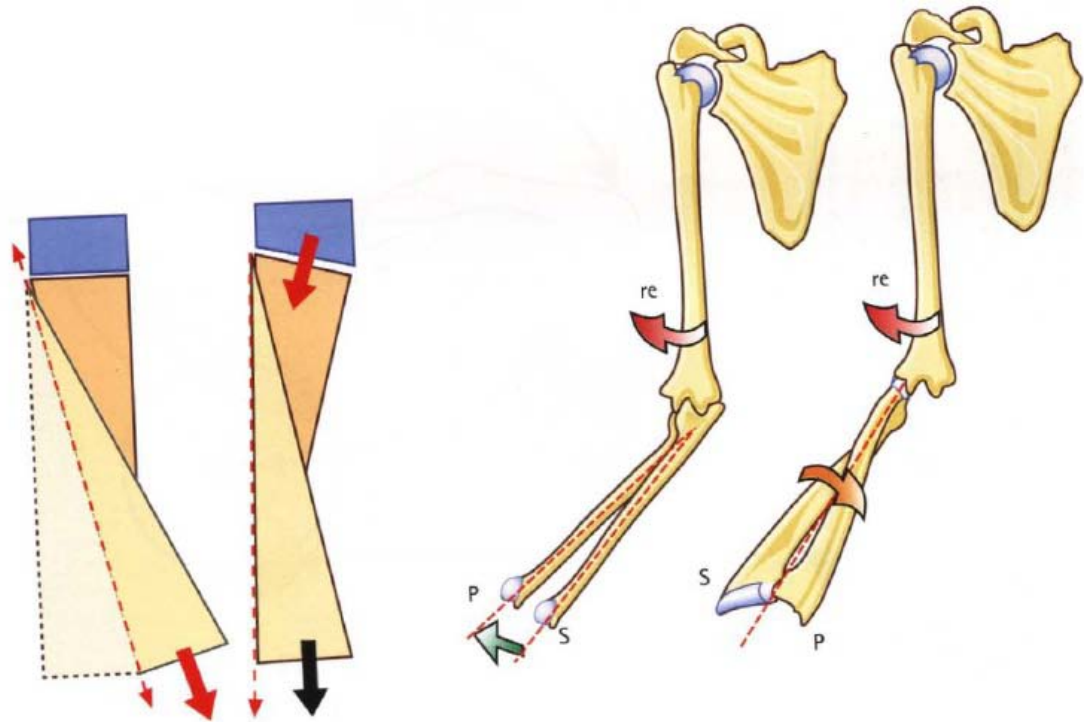
Las dos articulaciones radio cubitales son coaxiales: su funcionamiento normal necesita que el eje de una sea la prolongación del eje de la otra (Fig. 19) sobre una misma recta  $XX'$  que constituye la charnela de pronosupinación y pasa por el centro de las cabezas cubital y radial. Por poner un ejemplo imaginario (Fig.13), una puerta sólo puede abrirse con facilidad si los ejes de sus dos charnelas están perfectamente alineados, es

1: ( fisiología articular, A. I. Kapandji, 6ta edición)

decir en la prolongación uno del otro. Si, por algún motivo, estos ejes 1 y 2 no fuesen concordantes b, la puerta no podría abrirse, excepto si se partiese en dos partes independientes, que pudiesen abrirse entonces de forma separada. Lo mismo ocurre en el caso de las dos articulaciones analizadas: cuando tras una fractura mal reducida en uno o en los dos huesos del antebrazo los dos ejes ya no están alineados: la pérdida de coaxialidad compromete la pronosupinación.



**(Fig. 13) Eje de pronosupinación.**



(Fig. 14) Eje de pronosupinación.

Fisiología articular, A. I. Kapandji, 6ta edición, pag 129

Es necesario recalcar que el cambio de orientación del radio debería desencadenar (Fig. 14) una inclinación del eje de la mano hacia dentro (flecha roja). Sin embargo, debido al cúbito valgo fisiológico (Fig. 14), el eje articular del codo es ligeramente oblicuo hacia abajo y hacia dentro, de modo que la charnela de pronosupinación se convierte en longitudinal. La pronación del radio lleva entonces el eje de la mano exactamente en sentido longitudinal (flecha negra).

Si esta hipótesis se confirmase, la amplitud de la citada rotación externa del húmero sería del orden de  $5^{\circ}$  a  $20^{\circ}$  y sólo intervendría en el caso de la pronosupinación con el codo flexionado en ángulo recto.

¿Qué decir también sobre la limitación de la pronación a  $45^{\circ}$  con el codo completamente flexionado?

Parece que el húmero no puede girar sobre su eje longitudinal, de modo que es necesario un desplazamiento hacia fuera de la cabeza cubital mediante un movimiento de lateralidad externa en la tróclea del codo.

### **2.7.7.- Utilidad de la pronosupinación**

Entre los siete grados de libertad que comporta la cadena articular del miembro superior, del hombro a la mano, la pronosupinación es uno de los más importantes ya que es indispensable para el control de la actitud de la mano. De hecho, este control permite la colocación óptima de la mano para alcanzar un objeto en un sector esférico de espacio centrado en el hombro y *llevarlo* a la boca: la pronosupinación es por lo tanto indispensable para la función de alimentación.

También permite que la mano alcance cualquier punto del cuerpo con una finalidad de protección o de higiene: se trata de la función de aseo. Además, la pronosupinación desempeña un papel esencial en todas las acciones de la mano, y en particular durante el trabajo.

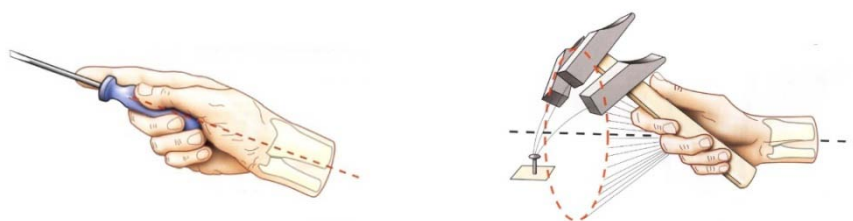
Gracias a la pronosupinación, la mano puede (Fig. 15) sujetar una bandeja o un objeto, en supinación (S), o bien comprimir un objeto hacia abajo o incluso apoyarse con pronación (P).

También permite realizar un movimiento de rotación en las presas centradas y rotativas, como cuando se utiliza un destornillador (Fig. 15) en el que el eje del utensilio coincide con el eje de pronosupinación.

Merced a la oblicuidad de la presa con toda la palma de la mano en contacto de los mangos (Fig. 15), la pronosupinación modifica la orientación de la

herramienta a través del mecanismo de la rotación cónica: a consecuencia de la asimetría de la mano, el mango puede situarse en el espacio sobre un segmento de cono centrado por el eje de pronosupinación, de modo que el martillo golpea el clavo bajo una incidencia regulable.

En este caso, puede constatarse uno de los aspectos del acoplamiento funcional entre la pronosupinación y la articulación de la radio carpiana, donde puede observarse otro ejemplo en la variación de la abducción-aducción de la muñeca en función de la pronosupinación: la actitud habitual de la mano en pronación o en posición intermedia es la inclinación cubital que "centra" la pinza tridigital sobre el eje de la pronosupinación, mientras que en supinación la mano se coloca más bien en inclinación radial favoreciendo así la presa de sostén, como cuando se transporta una bandeja.<sup>1</sup>

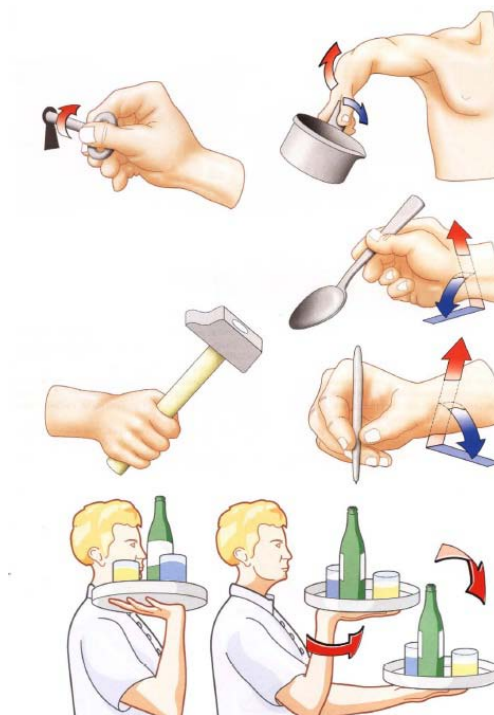


**(Fig. 15) Acciones en la línea del eje prono supinador.**

Fisiología articular, A. I. Kapandji, 6ta edición, pag 109

## 2.7.8.- Compensaciones y posición funcional

"Se supina con el antebrazo", como cuando se gira una llave en una cerradura (Fig. 16). De hecho, como la posición habitual del miembro superior es a lo largo del cuerpo con el codo flexionado, no existe otra posibilidad de realizar la supinación más que por rotación sobre el eje longitudinal del antebrazo, en las articulaciones radio cubital. Podría denominarse verdadera supinación, ya que el hombro no puede intervenir en el citado movimiento. El hecho de que el hombro no intervenga en la supinación explica lo difícil que es compensar una parálisis de la misma. Aunque esto se atenúa debido a que la parálisis completa de la supinación es rara, ya que el músculo bíceps braquial posee una inervación distinta (nervio musculocutáneo) de la del músculo supinador corto (nervio radial).



(Fig. 16) Acciones que se realizan con el antebrazo.

"Se pronada con el hombro" (Fig. 16). Sin embargo, en el caso de la pronación, la acción de los músculos pronadores puros puede amplificarse con relativa facilidad o bien puede compensarse con una abducción de hombro. Se trata del movimiento realizado cuando se vierte el contenido de una cacerola.

Con 90° de abducción de hombro, se consigue una pronación normal de 90° en la mano.

### **Posición funcional**

En, el caso de la pronosupinación, esta posición se sitúa entre:

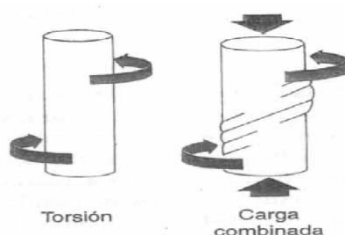
- La posición neutra (Fig. 16), adoptada, por ejemplo, cuando se sujeta un martillo;
- Y la posición de semipronación (Fig. 16) cuando se sujeta una cuchara, o al escribir (Fig. 16), que concuerda con 30° - 45° de pronación.

La posición funcional corresponde a un estado de equilibrio natural entre los grupos musculares antagonistas, y por lo tanto, con el mínimo gasto muscular posible.

El movimiento de pronosupinación es imprescindible para llevarse los alimentos a la boca. De hecho, cuando se recoge un alimento de un plano horizontal (de una mesa o incluso del suelo), la mano efectúa su aproximación en pronación, para coger el objeto por arriba, y el codo se extiende. Para llevarlo hasta la boca, es necesario flexionar el codo a la vez que "se presenta" el alimento realizando un movimiento de supinación. El músculo bíceps braquial es pues el músculo mejor adaptado para este

movimiento alimentario ya que es a la vez flexor y supinador. Además, puede constatarse que la supinación "economiza" la flexión de codo: si fuese necesario llevarse el mismo objeto a la boca conservando una actitud de pronación, este gesto precizaría de una mayor flexión de codo.<sup>1</sup>

## 2.8.- Fuerzas aplicadas por la prótesis al Antebrazo



**(Fig. 17) Representación esquemática de varios modos de carga.**

Margareta Nordin y Victor H. Frankel, Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, , pag. 37

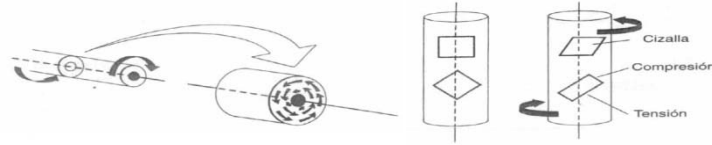
### Torsión

En la torsión se aplica una carga a una estructura de tal forma que le causa un giro sobre un eje, y se produce un torque (o momento) dentro de la estructura. Cuando una estructura se carga en torsión, las sollicitaciones en cizalla se distribuyen por toda la estructura. Como en flexión, la magnitud de estas sollicitaciones es proporcional a su distancia hasta el eje neutral. A sollicitaciones más alejadas del eje neutral, mayor es su magnitud.

Bajo una carga en torsión, las sollicitaciones en máxima cizalla actúan sobre planos paralelos y perpendiculares al eje neutral de la estructura. Además, sollicitaciones tensiles y compresivas máximas actúan sobre un plano

1: ( fisiología articular, A. I. Kapandji, 6ta edición)

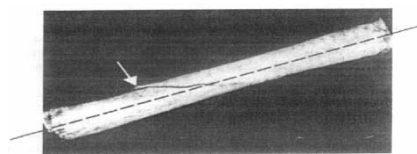
diagonal al eje neutro de la estructura. La (Fig. 18) ilustra estos planos en un segmento pequeño de hueso solicitado en torsión.



**(Fig. 18) Representación esquemática de un segmento pequeño de hueso cargado en torsión.**

Margareta Nordin y Victor H. Frankel, Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, , pag. 37

El patrón de fractura para un hueso cargado en torsión sugiere que el hueso se colapsa primero en cizalla, con la formación de una grieta inicial paralela al eje neutro del hueso. Una segunda grieta normalmente se forma a lo largo del plano de sollicitación máxima tensil. Tal patrón puede ser visto en la fractura en torsión producida experimentalmente en un fémur canino mostrado en la (Fig. 19).



**(Fig. 19) Fractura en torsión.**

Margareta Nordin y Victor H. Frankel, Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, , pag. 37

## **Carga combinada**

Aunque cada modo de carga se ha considerado separadamente, el hueso vivo es rara vez cargado de una única forma. La carga de un hueso *in vivo*

es compleja por dos razones principales: los huesos son constantemente sometidos a cargas múltiples indeterminadas y su estructura geométrica es irregular. La medición *in vivo* de las deformaciones sobre la superficie anteromedial de una tibia humana adulta durante la marcha y el trote demuestra la complejidad de los patrones de carga durante estas actividades fisiológicas comunes (Lanyon *et al*, 1975). Los valores de sollicitación calculados a partir de las mediciones de deformación de Cáster (1978) mostraron que durante la marcha normal, las sollicitaciones fueron compresivas durante el apoyo del talón, tensiles durante las fases portantes y de nuevo compresivas durante la fase de despegue. Los valores para la sollicitación en cizalla fueron relativamente altos en la última porción del ciclo de la marcha, denotando carga en torsión significativa. Esta carga en torsión se asoció con la rotación externa de la tibia durante la fase portante y la fase de despegue.

Durante el trote, el patrón de sollicitación era bastante diferente. La sollicitación compresiva predominante en el contacto del dedo se continuó por la sollicitación tensil alta durante el despegue. La sollicitación en cizalla era baja a lo largo de la zancada, denotando una mínima carga en torsión producida por la ligera rotación externa e interna de la tibia en un patrón alternativo. El incremento en la velocidad desde la marcha lenta al trote incrementó tanto la sollicitación como la deformación sobre la tibia (Lanyon *et al*, 1975). Este incremento en la deformación con la mayor velocidad se confirmó en estudios de locomoción en la oveja, que demostraron un

incremento de cinco veces en los valores de deformación desde la marcha lenta al trote rápido (Lanyon y Bourn, 1979).<sup>1</sup>

Propiedades mecánicas de los biomateriales

	Fuerza final (MPa)	Modulo (GPa)	Elongacion (%)
Biomateriales			
Metales			
Aleación Co-Cr			
Férula	600	220	8
Forja	950	220	15
Acero Inoxidable	850	210	10
Titanio	900	110	15
Polímeros			
Cementos Óseos	20	2.0	2-4
Cerámica			
Aluminio	300	350	<2
Biológicos			
Hueso Cortical	100-150	10-15	1-3
Hueso Trabecular	8-50		2-4
Tendón, Ligamento.	20-35	2.0-2.4	10-25

*Origen:* Adaptado de kummer, I. K. (1999). Implant biomaterials. en I. M. Spivak, P. E. DiCesare, D. S. Feldman, K. J. Koval, A. S. Rokito , y I. D. Zuckerman (Eds.). Orthopaedics: A Study Guide (pp. 45-48). New York: McGraw-Hill.

**(Tab. 06) Propiedades mecánicas de los biomateriales seleccionados.**

Margareta Nordin y Victor H. Frankel, Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, , pag. 35

## 2.9.- Materiales

Los materiales son elementos agrupados en un conjunto el cual es, o puede ser, usado con algún fin específico. Los elementos del conjunto pueden tener naturaleza real (ser cosas), naturaleza virtual o ser totalmente abstractos. Por ejemplo, el conjunto de cemento, acero, grava, arena, etc. se le puede llamar materiales de construcción. El material puede ser simple o complejo.

Y también homogéneo o heterogéneo.

1: (Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, Margareta Nordin y Victor H. Frankel, pag. 70 )

### **2.9.1.- Resina Poliéster.**

Las resinas poliéster son una variedad de líquidos de diferentes viscosidades compuestos por la mezcla de:

- un poliéster insaturado producto de la condensación lineal de un diácido (maleico, ftálico, adípico) con un dialcohol (propilenglicol, etilenglicol, neopentilglicol).
- un monómero insaturado (generalmente estireno). Estas resinas se conservan en estado líquido durante muchos meses, especialmente si son almacenadas en lugares frescos, propiedad que se mejora con el agregado de inhibidores de polimerización (usualmente hidroquinona).

El endurecimiento de la resina por polimerización consiste en la unión de las cadenas lineales obtenidas por condensación del diácido con el dialcohol a través de las moléculas de monómero insaturado, proceso llamado reticulación y que se produce en la polimerización final.

En la polimerización final, realizada por el usuario, no hay ningún desprendimiento de producto y el proceso es exotérmico (con generación de calor). Para provocar la reacción de polimerización es necesaria la adición de un catalizador, generalmente un peróxido orgánico. La temperatura a la cual procede la reacción depende del peróxido utilizado y del agente acelerante incorporado. La resina poliéster endurecida por polimerización es un sólido, generalmente transparente, de propiedades mecánicas y químicas muy diversas dependiendo de las materias primas utilizadas, pero cuya aplicación se ve muy limitada por su poca resistencia a la tracción y al

impacto. Para eliminar este inconveniente la resina poliéster se refuerza usualmente con fibra de vidrio y el conjunto presenta propiedades mecánicas excepcionales. Si tenemos en cuenta la baja densidad de un laminado con respecto a un metal resulta que las propiedades mecánicas del laminado plástico en muchos casos son superiores, cuando nos referimos a igualdad de peso. Las diferentes resinas pueden ser utilizadas para: producción manual, aspersión, inyección, coladas, filament winding, producción de chapas, carrocerías, masillas, matricería, etc. las propiedades físicas que posee la resina la llevan a ser un material cada día más utilizado. Las mismas proporcionan más dureza o más flexibilidad, mejor resistencia a la intemperie, al agua o diversos corrosivos. Todo esto posiciona a la resina en un material para infinitos desarrollos y múltiples usos. Con muy buenas propiedades, las resinas reemplazan muchos productos debido a sus cualidades y su extensa vida útil.<sup>1</sup>

### **2.9.2.- Caucho Silicona**

La silicona del grupo vmq (caucho, vinil-metil-siloxano) poseen una gran estabilidad a altas y bajas temperaturas (-50° a + 250° c). Estas condiciones se podrían ver reducidas en el caso de que pudieran influir otros agentes externos como presión, presencia de determinados fluidos, vapor de agua (H<sub>2</sub>O), etc...

Extraordinaria estabilidad frente a la intemperie (los vulcanizados de silicona son altamente resistentes al ozono, oxígeno, radiaciones uv y cósmica y a toda clase de agentes atmosféricos).

1: <http://www.resinasguadalajara.com/>

Propiedades fisiológicas inigualables por comparación a otros elastómeros.

Los productos transformados en siliconas homologadas para usos medico/farmacéutico/alimentario y son fisiológicamente inertes, inodoros e insípidos. Hay tipos de silicona, especiales de poli adición, denominadas comúnmente base platino, las cuales presentan la características de estar totalmente exentas de peróxidos orgánicos en su interior, estando por consiguiente especialmente indicadas para su utilización en el sector médico y farmacéutico, así como en el alimentario. Medibles por medio del test de biocompatibilidad así como certificado de homologación de fda bgvv y united states pharmacopea (uspvi).

Excelentes propiedades dieléctricas: las propiedades dieléctricas de los transformados de silicona se sitúan al nivel de los mejores materiales aislantes elásticos, siendo la gran ventaja de la silicona que estas propiedades se mantienen incluso a temperaturas de  $-40^{\circ}\text{c}$  a  $+180^{\circ}\text{c}$ .

Buen comportamiento frente a gran parte de agentes químicos medios (rogamos consulten en cada caso concreto), dependiendo su comportamiento de otros factores externos en contacto (temp, presión, etc...). Frente al vapor de  $\text{H}_2\text{O}$  a partir de  $130^{\circ}\text{c}$ , se deben utilizar tipos especiales de alta resistencia al vapor de  $\text{H}_2\text{O}$ . De la misma forma se dispone de mezclas especiales para mayor resistencia a los aceites, gasolina y agentes agresivos. Frente a agentes químicos agresivos debe ser utilizada la flúor-silicona compuesto que mejora notablemente la resistencia química frente a numerosos agentes químicos.

Mecánicamente los vulcanizados en silicona que tienen un mejor comportamiento se sitúan en una gama de dureza de 50° a 60° shore a. acusan una dependencia notablemente baja entre las propiedades mecánicas y la temperatura. Su elasticidad es particularmente alta y varía muy poco con la temperatura.

En el intervalo de dureza a 30° a 80° shore a, la deformación remanente a la compresión es extremadamente baja aunque depende en gran medida de las condiciones experimentales. La resistencia a la abrasión, resiliencia y en general sus propiedades mecánicas se sitúan, a temperaturas altas, por encima del nivel de resistencia propio de los elastómeros orgánicos. No obstante, disponemos de tipos de siliconas que mejoran muchos aspectos concretos de las condiciones citadas en función de las necesidades de su aplicación. Así, disponemos de tipos especiales de alta resistencia al desgarro, alta elasticidad, alta resistencia a la abrasión, etc...

Los productos transformados de silicona tienen la propiedad de no adherirse a las superficies pegajosas. La silicona es en principio antiadherente e hidrófuga. No obstante se encuentran en el mercado varios tipos de adhesivos especiales para unir sólidamente la silicona entre sí misma y sobre superficies metálicas plásticas u otras. <sup>1</sup>

1: <http://www.dicoinsa.com/html/caucho.htm>



La precisión,



**(Fig. 08) Herramientas de mano que incrementan la precisión.**

<http://www.lidl.es>  
<http://www.boatwide.es>

La superficie de contacto,



**(Fig. 09) Herramientas de mano que incrementan la superficie de contacto.**

<http://www.lidl.es>  
<http://www.boatwide.es>

Generando mayor potencia a la torsión



**(Fig. 10) Herramientas de mano que generan mayor potencia a la torsión.**

[http://www.dremel.mx/s/cc\\_images](http://www.dremel.mx/s/cc_images)

Al impacto,



**(Fig. 11) Herramientas de mano que generan mayor potencia al impacto.**

<http://www.nettbee.com>

Mayor resistencia a la temperatura, etc



**(Fig. 12) Herramientas de mano que generan mayor resistencia a la temperatura.**

[http:// www.solostocks.com.mx](http://www.solostocks.com.mx)  
<http://www.arsegsa.com>

En el diseño y/o selección de herramientas manuales debemos tener siempre presentes el máximo de parámetros a evaluar si queremos obtener un sistema productivo óptimo que respete las capacidades de actuación de las personas y los ritmos de producción programados.

### **2.10.1.- Consideraciones iniciales para herramientas útiles en extremidades superiores.**

Como primeras medidas profilácticas para evitar lesiones en las extremidades superiores, que son las más castigadas estadísticamente en el trabajo, debiéramos tratar de:

Favorecer el trabajo dinámico, o lo que es lo mismo: no restringir la circulación sanguínea, ya sea porque una herramienta está diseñada defectuosamente y obliga a mantener el dedo en el gatillo durante largos períodos de tiempo entumeciendo el dedo, o porque otro segmento corporal cualquiera está privado de la movilidad mínima requerida para la buena circulación sanguínea.

Controlar las desviaciones excesivas de la mano (radial, cubital o ulnar, hiperflexiones o hiperextensiones), sobre todo cuando van acompañadas además de movimiento rotativos del antebrazo (pronación -supinación).

Evitar restricciones en los movimientos del hombro provocados por las ropas de trabajo muy ajustadas. Un elemento de diseño tal como la manga ranglán puede ayudar a evitar la pérdida de holgura necesaria cuando el operario lleva ropas gruesas debajo de las de trabajo.

Bloquear las vibraciones para que no se transmitan de la herramienta al cuerpo; debemos romper la frecuencia de vibración en la máquina.

Eliminar esfuerzos excesivos sobre pequeñas superficies: coger en pinza puede ser una postura suprimible sobre todo si se debe realizar con alta cadencia, precisión y presiones de los dedos importantes.

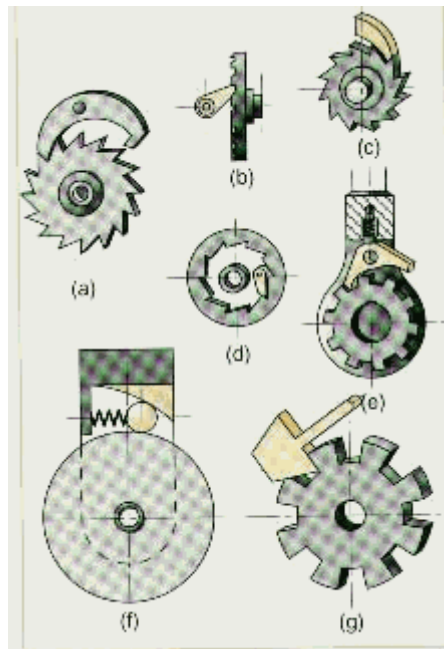
Considerar el tipo de herramienta y la temperatura de las superficies a soportar, ya que a veces la obligatoriedad de utilizar guantes u otro elemento de sostén invalida el diseño prístino.<sup>1</sup>

1: (Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo Pedro R. Mondelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau )

## 2.11.- Mecanismo usado.

### Trinquete

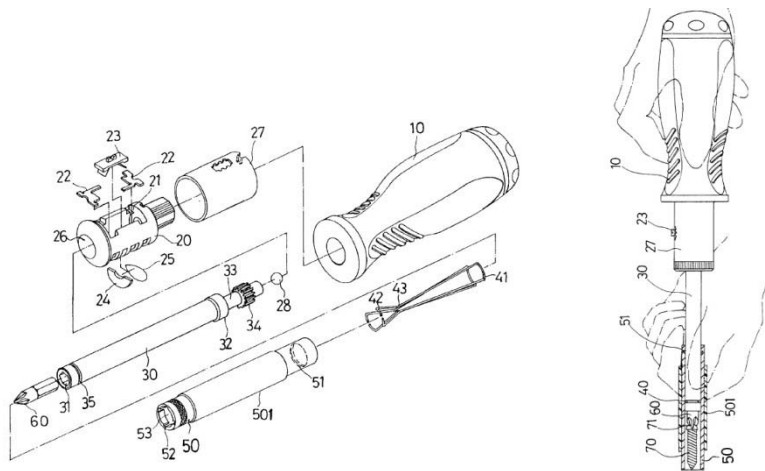
Denominamos trinquete al elemento que tiene por misión impedir el giro de un eje en un sentido permitiéndolo en el otro. Consta básicamente de una rueda dentada y una uñeta que entra entre los dientes de la rueda por efecto de un muelle o por su propio peso (Fig.21).<sup>1</sup>



(Fig. 21) Mecanismos de trinquete.

<http://www.maestrojuandeavila.es>

### 2.11.1.- Destornillador de trinquete reversible.



**(Fig. 22) Patente del destornillador de matraca.**

US Patent, Septiembre 15, 1998, 5,806,381

Es una herramienta que tiene como finalidad aprovechar al máximo el movimiento pronosupinador, al bloquear con un accionador el movimiento contrario al de la ejecución de la fuerza o a su vez bloquear ambos movimientos y mantenerlo neutral.

### 2.12.- Medios de Sujeción.

Tornillo prisionero

El tornillo prisionero es una varilla roscada por un extremo. No tiene cabeza sino una ranura. Su colocación se realiza entre la tuerca y el tornillo, taladrando previamente y luego, roscando (Fig. 23).



**(Fig. 23) Tornillo Prisionero.**

<http://www.solostocks.com.mx>

## 2.13.- Concepto.

### Tatuajes tribal.

Durante siglos, los tatuajes simbolizaron la adhesión en los grupos, familias, algunos creen que un tatuaje es la pintada para el alma. La historia de tatuajes tribales es un verdadero caleidoscopio; cada lugar de la tierra donde los tatuajes son populares tiene un detalle y muchas veces que asombran la historia, el significado, la tradición, y la técnica de realización. Los tatuajes han aparecido hace aproximadamente ciento años. El lugar donde el tatuaje de palabra comenzó, eran la perfección alcanzada por *tatuajes tribales* para millar de años es Tahití. Los belicosos Maoris antiguos comenzaron su tradición de tatuajes pintar sus caras con el carbón de madera antes de cada batalla. Entonces comenzaron a hacer el constante de concepción, lo llama "moko". La concepción viene del arte antiguo de Irlanda, Escocia e Inglaterra. Son tan viejas que la historia céltica.

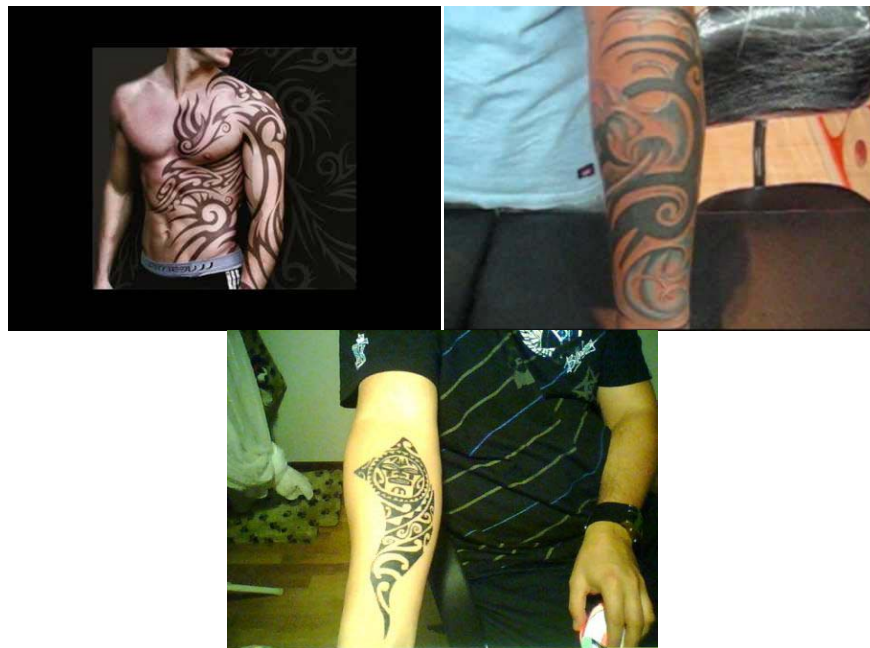
Algunos cuadros pintados el quinto por siglo representan belicosos que tiene tatuajes por todas partes su cuerpo; los tatuajes indican la fila o la casta.



(Fig. 24) *Maori Birth Rituals.*

## **Tipos de tatuajes tribales.**

Los tatuajes tribales gozan de una gran belleza estética, quedan hermosos en cualquier parte del cuerpo que se los use (Fig. 24), pero de todas formas existe un modelo que se adapta mejor a ciertas partes de nuestra anatomía. Dibujos Maori tribal en el brazo, tatuaje en la pierna estilo Maori, tribal Maorí, diseño circular Maori, tribal Maori en el brazo, rostro Maori femenino, Hei-tiki en el brazo, manga Maorí, Dios Manaia, Maori de líneas, Luna Maori, tiburón Maorí, tribal Maori florido, Manga Maori en brazo, lagarto y tortuga Maori, Guerrero Maorí, tatuajes de la Polinesia, tribal Maorí, diseño Maori en brazo, hombro y pecho. Algunos ejemplos:



**(Fig. 25) Tattoo Maori Designs.**

<http://www.mallky.com>

## **La forma responde a la ubicación.**

Existen áreas recomendadas para lucir los tatuajes tribales, entre ellas nos encontramos con los brazos, tobillos, muñecas y cuello; el tipo de tatuaje

que se coloca aquí es una línea o franja delgada con un motivo o diseño que se repite, esta clase de dibujos se utiliza en partes del cuerpo en las cuales se puede completar un giro en torno a ellas sin que el tatuaje ocupe un espacio considerable de nuestra anatomía. Esta clase de dibujos no discrimina sexo o edad, siempre y cuando se realicen en las áreas recomendadas. Los tatuajes tribales en antebrazos, piernas, glúteos y en los omóplatos se consideran universales, debido a que por su forma puede ser utilizado en cualquiera de las áreas previamente nombradas y siempre lucirán bien. Los tatuajes tribales en los omóplatos y antebrazos pueden ser utilizados también por ambos sexos. En la mayoría de los casos, este tatuaje es simétrico al eje vertical, por eso debe realizarse en línea con el eje vertical del cuerpo.<sup>1</sup>



**(Fig. 26) Tatuaje Tribal.**

<http://2.bp.blogspot.com/>

1: <http://2.bp.blogspot.com/>

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**

### **3.- Metodología de la investigación**

#### **3.1.- Enfoque**

Al trabajar con discapacitados que todavía pueden realizar un trabajo con esfuerzos físicos y el medio donde estos desarrollan sus actividades se determina que el enfoque metodológico es de carácter cualitativo, ya que permite enfocar y dirigir los parámetros de diseño que van a ser tomados en cuenta, para el uso satisfactorio del usuario.

#### **3.2.- Modalidad**

La investigación está direccionada en una modalidad de campo, puesto que las necesidades a tratar se encuentran donde desarrollan sus actividades, permitiendo obtener una visión real de los problemas y de sus soluciones.

#### **3.3.- Nivel y tipo de investigación**

El nivel analítico y asociativo me permitirá verificar la relación entre las variables y el diseño de la prótesis para el desempeño que deberá tener en el campo de acción.

#### **3.4.- Fuentes de información**

##### **3.4.1.- Población y muestreo**

Para este parámetro se ha establecido que lo más apropiado es el realizar una entrevista a un especialista en prótesis (ampliación de conocimientos), a un médico cirujano (ampliación de conocimientos) y a un usuario (Obtención de datos finales).

##### **3.4.2.- Métodos**

Método deductivo permitirá desarrollar un diseño basado en las

necesidades en base a una metodología técnica.

### **3.4.3.- Técnicas**

Las técnicas que se usaron fueron la entrevista e investigación bibliográfica, para obtener los datos reales que garanticen la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

### **3.5.- Análisis de los datos obtenidos en las entrevistas.**

#### **3.5.1.- Datos de la entrevista obtenidos del Dr. Marco Muñoz (especialista en prótesis).**



**Dr. Marco Muñoz.**

ESPECIALISTA EN PROTESIS  
Fundación Hermano Miguel  
(Centro de Atención Integral y Desarrollo)  
Laboratorio de Ortesis y Prótesis  
Calle Colimes N° 338 y Av. Granados

#### **3.5.1.1.- Pregunta:**

**¿Qué deficiencias encuentra usted en los materiales propuestos para la prótesis?**

**Respuesta:**

El caucho silicona es demasiado flexible y no va a transmitir torque sino va a tener como tendencia deformarse y girar. Para el proceso de moldeo del país no es apto para obtener resultados estéticamente hablando óptimos.

En cuanto a la resina poliéster ha sido una buena elección por ser el material ya utilizado por la cruz roja internacionalmente en la elaboración de prótesis.

6:20 Grabación 7

14:50 Grabación 7

**Análisis constructivo para el proyecto:** El caucho silicona tiene propiedades útiles para el fin que se desea lograr y como diseñador mi objetivo es el de evitar esa deformación mencionada en la entrevista, de lo contrario se deberá cambiar la propuesta del material.

**3.5.1.2.- Pregunta:**

**¿Cuál es el costo de una prótesis y por qué?**

**Respuesta:**

El costo de una prótesis similar a la planteada en su proyecto es de 1300 dólares.

Los moldes internos no son elaborados aquí son traídos del exterior, al igual materia prima y los pigmentos.

Ciertas partes son de acero y aluminio en cuanto a mecanismos y sujeción de herramientas.

Los acoples para la prótesis oscilan entre 150 dólares y 600 dólares.

Las prótesis no se fabrican de una forma seriada en ningún momento, se las realiza con las medidas específicas del usuario.

5:00 Grabación 7

3:20 Grabación 8

0:15 Grabación 9

16:15 Grabación 9

32:20 Grabación 9

**Análisis constructivo para el proyecto:** Elaborar nacionalmente los mecanismos de acople para satisfacer las necesidades de los usuarios, usando materiales similares como los usados en la elaboración de la prótesis y por medio de moldes hacer la producción de los mimos de manera seriada con el propósito de abaratar costos.

### **3.5.1.3.- Pregunta:**

**¿Cuál sería la mejor forma de evaluar la prótesis?**

### **Respuesta:**

Viendo los resultados del desenvolvimiento de la prótesis en el uso de un paciente.

5:40 Grabación 7

**Análisis constructivo para el proyecto:** Para dicho proyecto se ha visto útil la participación de un discapacitado que use el prototipo para que nos rebelen los pros y contras de la prótesis.

#### **3.5.1.4.- Pregunta:**

**¿En el diseño propuesto que debería evitar para un mejor desempeño prótesis-usuario?**

#### **Respuesta:**

El antebrazo no debe quedar atrapado dentro de la prótesis por la forma particular del antebrazo amputado para lo cual igualamos la cavidad formada por los huesos a los radios más grandes, para la fabricación del molde rígido.

Una prótesis siempre se la realiza con un molde de yeso y desde las partes internas hacia las partes externas.

Dar refuerzos apropiados en la sección del anclaje con la herramienta (unidad de muñeca) aproximadamente de 1cm a un 1,05cm.

Evitar el entorpecimiento del movimiento de flexión y extensión del antebrazo.

Siempre en un diseño de prótesis unilateral va tener ayuda del otro miembro, lo que regularmente se trata de hacer es de entregar independencia.

Las rectificaciones siempre se las ejecutan en el molde de yeso.

La combinación estético funcional es importante para el paciente.

Tener muy en cuenta los movimientos básicos y agarres (como subirse el cierre del pantalón o ajustar una correa), y para la alimentación aumentar de 3° a 5° hacia el interior del cuerpo en el área de la muñeca.

11:50 Grabación 7

15:30 Grabación 7

0:50 Grabación 8

12:35 Grabación 9

13:15 Grabación 9

29:15 Grabación 9

31:20 Grabación 9

42:20 Grabación 9

44:40 Grabación 9

**Análisis constructivo para el proyecto:** Al igual que en todo proyecto debemos tener la mente abierta a cualquier sugerencia que nos permita tener una mejora de nuestro diseño o adaptar ciertas restricciones.

**3.5.1.5.- Pregunta:**

**¿Qué procesos usan en la fundación para la elaboración de prótesis?**

**Respuesta:**

Moldeado al vacío.

1:45 Grabación 9

**Análisis constructivo para el proyecto:** Dicha fundación permitió la elaboración de ciertas partes que se necesitan de una cámara de vacío y permitiendo el uso de sus instalaciones.

**3.5.1.6.- Pregunta:**

**¿Cómo se puede extender la vida útil de la prótesis?**

**Respuesta:**

Dejando un espacio entre el comienzo de la amputación y el miembro, porque el sudor al ser salino deteriora el material.

2:50 Grabación 9

**Análisis constructivo para el proyecto:** Con esta información sabemos que tenemos que aumentar los sistemas de ventilación y que sea de fácil remoción toda parte que entre en contacto con la piel para fácil limpieza.

**3.5.1.7.- Pregunta:**

**¿Cómo funciona el sistema de gancho de una prótesis?**

**Respuesta:**

Posee resistencias graduables a la fuerza de la persona y se acciona con el hombro contrario al de la amputación.

2:50 Grabación 9

17:25 Grabación 9

**Análisis constructivo para el proyecto:** Al ser una parte fundamental en la elaboración de prótesis hasta el día de hoy es conveniente considerar en la elaboración de acoples un sistema que pueda hacer las funciones del gancho.

**3.5.1.8.- Pregunta:**

**¿Cómo es el tipo de sujeción de las prótesis actuales?**

**Respuesta:**

La sujeción actual se la hace en la sección de los cóndilos del antebrazo.

10:35 Grabación 9

**Análisis constructivo para el proyecto:** En el caso de ser necesario sabemos que lugares de fijación pueden ser usados con el fin de entregar mejor comodidad al usuario.

**3.5.1.9.- Pregunta:**

**¿Cuál es el costo y que propiedades tiene la prótesis más completa?**

**Respuesta:**

Su costo esta en los 2100 dólares, y puede:

Gira 360°.

Es intercambiable los acoples por medio de un sistema de presión y no hay que enroscar los como en la más barata, es con el apretar un botón.

18:45 Grabación 9

**Análisis constructivo para el proyecto:** Ahora sabemos cuáles son las prestaciones más alta con la que competimos en el mercado en este tipo de prótesis.

**3.5.2.- Datos de la entrevista obtenidos del Dr. Ermely Espinoza (médico cirujano)**



**Dr. Lauro Ermely Espinosa.**

MEDICO CIRUJANO  
Mera N° 04 44 entre Sucre y Bolívar 2<sup>do</sup> piso

**3.5.2.1.- Pregunta:**

**¿Movimientos del antebrazo?**

**Respuesta:**

Supinador el que mueve el pulgar hacia afuera

Pronador el que mueve el pulgar hacia dentro

Contracción isométrica, el que no mueve el antebrazo pero contrae los músculos del antebrazo

0:05 Grabación 3

10:35 Grabación 3

**Análisis constructivo para el proyecto:** Por medio de los dos primeros movimientos entiendo que si se puede ver afectado el desempeño de la prótesis por el tipo de amputación y el tercer movimiento me indica que el ajuste de la prótesis con el antebrazo va a incrementarse por la dilatación de los músculos.

#### **3.5.2.2.- Pregunta:**

**¿Cuál es la parte óptima de la amputación para generar fuerza?**

#### **Respuesta:**

En las zonas rígidas del hueso evitando las micro lesiones repetitivas en los tendones Por que estas causan inflamación.

1:50 Grabación 3

**Análisis constructivo para el proyecto:** Tener conocimiento de los lugares donde pueden crearse las micro lesiones para reforzar el acolchonamiento y rigidizar la prótesis como para evitar el movimiento indeseado entre la prótesis y el antebrazo.

#### **3.5.2.3.- Pregunta:**

**¿Cuán importante es la estética en el desenvolvimiento del discapacitado en el mundo laboral?**

#### **Respuesta:**

Tiene que verse bien y ser funcional por que la parte psicológica está relacionada con lo estético.

3:00 Grabación 3

**Análisis constructivo para el proyecto:** En esta pregunta deduzco la importancia de un acople que cubra la parte estética, y que este sea algo funcional.

**3.5.2.4.- Pregunta:**

**¿Qué influencia hay en un mecanismo externo de sujeción?**

**Respuesta:**

Para un discapacitado la relación de transmisión de fuerza suele ser de la mitad de una persona normal (20 libras de presión)

7:40 Grabación 3

**Análisis constructivo para el proyecto:** Los acoples o aditamentos tienen que ser diseñados de tal manera que permitan continuar con el trabajo como una pieza de apoyo, además debe tener un manual de restricciones por seguridad del usuario.

**3.5.2.5.- Pregunta:**

**¿Qué organizaciones pudieran estar interesadas en dar auge e impulsar el desarrollo de este proyecto?**

**Respuesta:**

CONADIS, Fundación Hermano Miguel y la vicepresidencia de la república.

9:45 Grabación 3

18:10 Grabación 5

**Análisis constructivo para el proyecto:** Esto nos indica y nos da pautas para saber quién podría estar interesado en nuestro proyecto y de ser requerido donde podemos encontrar financiamiento.

**3.5.2.6.- Pregunta:**

**¿Cuál es el costo de una prótesis ya sea esta biónica o mecánica?**

**Respuesta:**

Biónica: Sobre los 25000 dólares

Mecánica: Desde 2000 dólares

11:40 Grabación 3

**Análisis constructivo para el proyecto:** Con esta pregunta logramos saber con una relación de costos, si estamos o no mejorando en los objetivos específicos.

**3.5.2.7.- Pregunta:**

**¿Cuáles son los materiales comúnmente usados en la fabricación de prótesis?**

**Respuesta:**

Hule, neopreno, fibra de carbono, pero al innovar en materiales de última tecnología aumenta el costo

14:15 Grabación 3

**Análisis constructivo para el proyecto:** Esta información pone en comparación los materiales seleccionados para la prótesis con los que están en el mercado además podemos compararlos y saber si estamos escogiendo materiales con forme a la necesidad o los estamos desperdiciando.

**3.5.2.8.- Pregunta:**

**¿En el diseño propuesto que debería evitar para un mejor desempeño prótesis-usuario?**

**Respuesta:**

Evitar el contacto de zonas rígidas de la prótesis con la piel en las que pueda remorderse.

Evitar la pérdida de transmisión de fuerza al hacer del molde flexible algo grande.

Evitar el peso para no causar fatiga al usuario.

Mejoras de los sistemas de entravamiento entre el molde de silicona y el molde rígido.

Tener cuidado con la deformación de la piel en cuanto a la pérdida de fuerza.

Trabajar con el aprisionamiento rectangular de los huesos.

0:20 Grabación 4

4:15 Grabación 4

10:30 Grabación 5

12:50 Grabación 5

15:10 Grabación 5

**Análisis constructivo para el proyecto:** Al igual que en todo proyecto debemos tener la mente abierta a cualquier sugerencia que nos guíe a la mejora de nuestro diseño o adaptar ciertas restricciones.

#### **3.5.2.9.- Pregunta:**

**¿Qué distancias de acolchonamiento son seguras entre el antebrazo y el molde rígido?**

#### **Respuesta:**

Tiene que haber entre 0,4 a 1 cm

0:55 Grabación 5

**Análisis constructivo para el proyecto:** Es una de las respuestas que nos dice la variación de los moldes seriados exteriores, porque si se diseña una matriz de medición tendríamos las limitantes de contacto las cuales variarían conforme a las medidas de las persona.

#### **3.6.- Conclusiones del análisis constructivo del proyecto.**

- Para el desarrollo de una prótesis hay que considerar la biomecánica implicada para evitar lesiones futuras al paciente.
- Hay que tener en cuenta las propiedades de los materiales a usarse.

- Se debe tener una constante revisión médica en las pruebas que se realicen al usuario.
- En cuanto a costos se debe tener en cuenta la relación costo función.
- La seriación abaratará costos y mejorará el stock.
- Los acoples propuestos tienen que estar acordes a las necesidades laborales del usuario.
- En cuanto a prótesis laborales se da prioridad a la parte funcional sin descuidar la estética.

## **CAPITULO IV**

### **PROPUESTA**

## **4.- Desarrollo de la propuesta.**

### **4.1.- Tema.**

Diseño de una prótesis acoplable al antebrazo que permita el uso de herramientas básicas.

### **4.2.- Objetivos de la Propuesta.**

Observar los puntos críticos que restringen la forma.

Determinar las formas funcionales que guíen el prototipo.

Situar los diferentes tipos de materiales a implementarse en el prototipo.

Realizar un plano para el prototipo.

Manufactura de un prototipo.

Entrevista al usuario después de 10 días de prueba.

### **4.3.- Introducción.**

Al dar comienzo con este proyecto tenemos que tener siempre en la mente el que estamos tratando con un ser humano vivo que siente y tiene necesidades las mismas que crean las pautas de la inventiva.

Mientras desarrollamos este proyecto tomaremos en cuenta que la parte morfológica está limitada a la parte funcional por lo cual se analizarán simultáneamente.

Para este caso de prótesis se tomara en cuenta a los discapacitados de miembro superior, que estén entre las edades de 18 a 45 años por su capacidad de generar ingresos representativos para la familia, el tipo de amputación en el que basaremos este estudio será el la dislocación del muñón y mantiene su movimiento pronosupinador intacto, tomando como consideración que la prótesis va a interactuar con el usuario recibiendo su fuerza así como sus limitaciones.

Entregaremos tres propuestas para acoples que ayudarán al discapacitado a desempeñar de una manera óptima las diversas formas de generar ingresos y veremos la validez de la propuesta reflejada en la satisfacción del usuario.

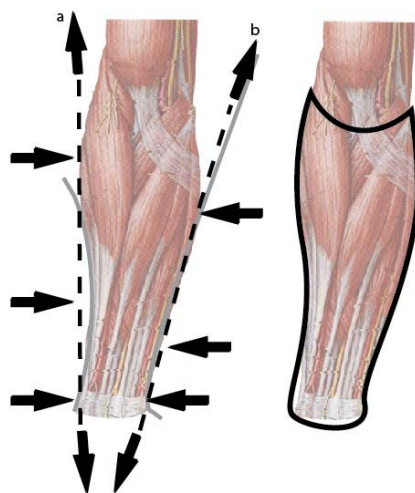
### **4.4.- Diseño de la prótesis.**

#### **4.4.1.- Propuesta Funcional.**

## Definición de áreas para el diseño.

La pauta principal de la forma usada para la elaboración de nuestro prototipo va a ser siempre guiada la forma base del antebrazo y el tipo de amputación dejada por el accidente, esto nos entrega el primer molde usado para la elaboración del prototipo ya que el molde interno será personalizado para mejorar las condiciones de ajuste y agarre del prototipo para incrementar la fricción y transmitir las fuerzas generadas por el movimiento pronosupinador del antebrazo a la prótesis.

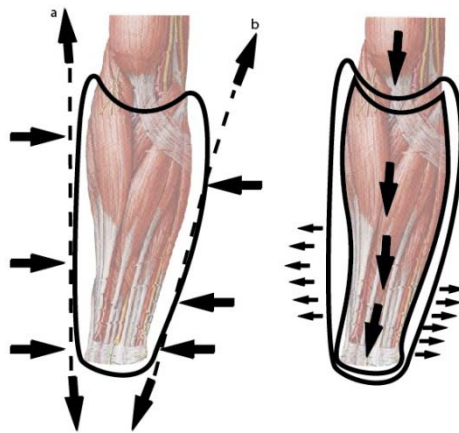
Como primer parámetro analizaremos la forma básica del antebrazo para tener en cuenta las ventajas y desventajas que nos entregan estas formas fijas e invariables por el prototipo y ubicaremos los puntos en donde la fuerza del torque y la carga combinada serán transmitidas del antebrazo a la prótesis.



(Fig. 25) Forma interna base de la propuesta.

En la Figura nos muestra que las líneas a y b tienen un crecimiento con forme se alejan de la muñeca (sección distal) y vuelven con un ligero declive

al aproximarse al codo (sección proximal), esto nos indica que hay una variación en los radios. También presentan concavidades en la sección 2/3 distal lo cual sería de utilidad para nuestro diseño siempre y cuando no entrabáramos la muñeca por la diferencia de radios existentes lo cual nos proporciona nuestra primera figura base, la misma que está restringida por el irrigamiento nervioso y circulatorio en la parte de la articulación con el codo en el sector interno del antebrazo y evitar el entorpecimiento de dicha articulación. Nuestro siguiente propósito será el de no entrabar la muñeca para lo cual desplazaremos las líneas rectas para dar el contorno externo de nuestro primer molde y así poder eliminar las concavidades en la sección 2/3 distal.

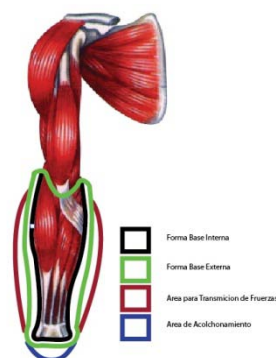


(Fig. 26) Desplazamiento de seguridad y forma base externa del prototipo.

Con esta acción lo que logramos es que el discapacitado al intrudicir el antebrazo en el molde sin peligro de entrabamiento por la expansión hacia el exterior del molde permitiendo la extracción del antebrazo y usando esta forma interna mejoraremos el agarre de la prótesis al antebrazo.

Como ya se menciono en la entrevista dejaremos las medidas de la forma interior con la forma exterior en un rango de 0,4 a 1 cm para evitar las microlesiones que los movimientos repetitivos puedan causar al usuario (Fig.26).

A continuación veremos las formas exteriores que nos permitan la transmisión de fuerzas de torque y carga combinada.



**(Fig. 27) Desplazamiento de seguridad y forma base externa del prototipo.**

Tenemos que las áreas para transmitir el torque óptimas son las que están paralelas a las concavidades existentes en los 2/3 distal por prolongar el área de acolchonamiento y permitir tener un área de contacto mayor con el molde rígido, para la transmisión de carga combinada se decidió aumentar el área de acolchonamiento en la parte de contacto con la herramienta.

### **Parámetros dimensionales de acuerdo a las medidas antropométricas.**

Para este segmento procederemos a dar el aumento de 0,4 mm para la seguridad del usuario, tomando en cuenta que al ser un diámetro la medida que interviene en este diseño tenemos que duplicar esta medida ya que es

el radio el dato que tenemos, ósea de 0,8 mm que en pulgadas sería de 0,5 inch.

Como resultado obtenemos que :

**Circunferencia del antebrazo:**

Para hombres son: 10,7" (5 °) - 12,1" (50 °) - 13.5" (95 °) - 0.9" (Desviación Estándar).

Para mujeres son: 9,4" (5 °) - 10,3" (50 °) - 11,3" (95 °) - 1.1" (Desviación Estándar).

**Circunferencia de la muñeca:**

Para hombres son: 6,7" (5 °) - 7,2" (50 °) - 7,8" (95 °) - 0.84" (Desviación Estándar).

Para mujeres son: 5,9" (5 °) - 6,4" (50 °) - 6,9" (95 °) - 0,8" (Desviación Estándar).

**Circunferencia del brazo:**

Para hombres son: 11,4" (5 °) - 13,2" (50 °) - 15.0" (95 °) - 1.58" (Desviación Estándar).

Para mujeres son: 9,6" (5 °) - 10,9" (50 °) - 12,6" (95 °) - 1,5" (Desviación Estándar).

Estas medidas nos son útiles para el molde interno de caucho silicona, para dar la medida del molde rígido de resina poliéster abra que realizar otro aumento de 0,5" para tener el diámetro exterior de la prótesis.

### **Circunferencia del antebrazo:**

Para hombres son: 11,2" (5 °) - 12,6" (50 °) - 14,0" (95 °) - 1,4" (Desviación Estándar).

Para mujeres son: 9,9" (5 °) - 10,8" (50 °) - 11,8" (95 °) - 1,6" (Desviación Estándar).

### **Circunferencia de la muñeca:**

Para hombres son: 7,2" (5 °) - 7,7" (50 °) - 8,2" (95 °) - 1,34" (Desviación Estándar).

Para mujeres son: 6,4" (5 °) - 6,9" (50 °) - 7,4" (95 °) - 1,3" (Desviación Estándar).

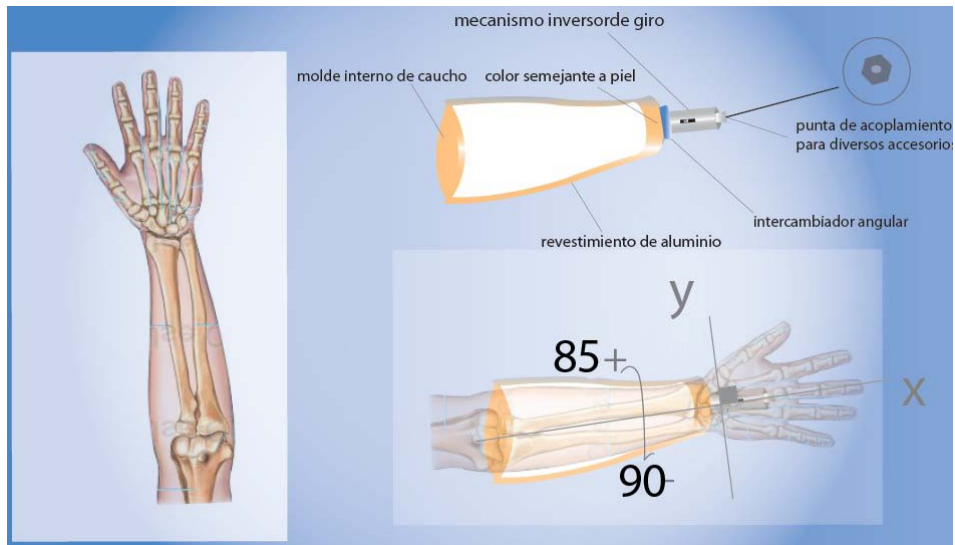
### **Circunferencia del brazo:**

Para hombres son: 11,9" (5 °) - 13,7" (50 °) - 15,5" (95 °) - 2,08" (Desviación Estándar).

Para mujeres son: 10,1" (5 °) - 11,4" (50 °) - 13,1" (95 °) - 2,0" (Desviación Estándar). Ver anexo (6)

### **Posicionamiento del destornillador de matraca en la prótesis.**

Por último veremos la posición de la herramienta que estaría guiada por el eje pronosupinador.



(Fig. 28) Posición de la herramienta de acuerdo al marco teórico.

#### 4.4.2.- Propuesta Morfológica.

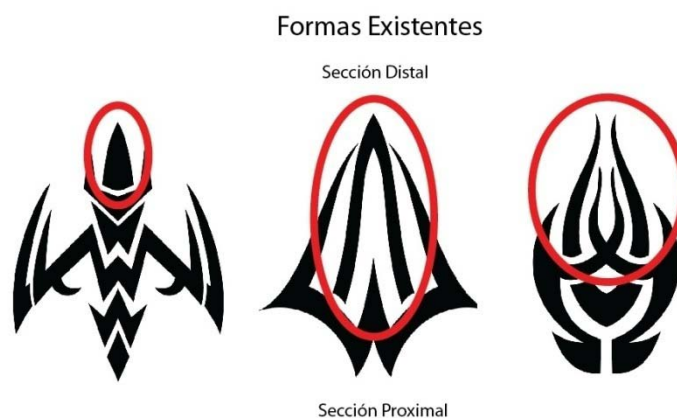
En este segmento nos queda ver cuáles serían las formas tribales adecuadas para la prótesis y su ubicación para proporcionar estilo y obtener la mejor transmisión de fuerzas y circulación de aire hacia el interior además de no entorpecer el criterio analizado anteriormente.

Para guardar simetría en los costados del prototipo se usarán tribales iguales entre sí, pero diferentes a los usados en las secciones superior e inferior, ya que estos deben proporcionar el área de desplazamiento para evitar el entramamiento del muñón y teniendo en cuenta la anatomía del antebrazo las terminaciones en punta irán dirigidas a la sección distal y las partes anchas a la sección proximal teniendo como parámetro la noción de que el molde flexible debe tener ciertos grados de libertad en la sección de 2/3 distal analizado desde la vista superior del antebrazo.

Y para la parte superior e inferior se considerara formas anchas y alargadas que nos ayuden con la ventilación, usando las formas tribales no solo para la parte estética sino que también nos ayudarán con sus formas curvas a transmitir la fuerza generada por el antebrazo mediante el molde de caucho hacia la parte rígida de la prótesis que será de resina poliéster.

### **Figura primaria.**

Para tener un punto de partida veremos las formas tribales usadas en miembros largos y seccionaremos las formas que se adaptan más al prototipo.

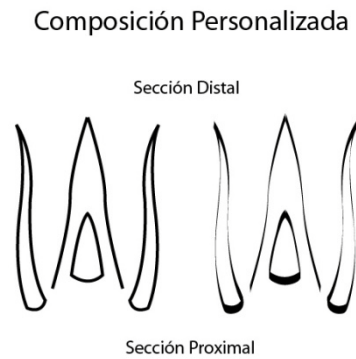


**(Fig. 28) Figuras tribales tomadas aleatoriamente usadas en miembros largos.**

### **Estilización.**

En la estilización tomaremos en cuenta los parámetros de diseño que caracterizan a los tribales, como el grosor variable de las líneas de inspiración para demostrar volumen, a su vez tomaremos las formas

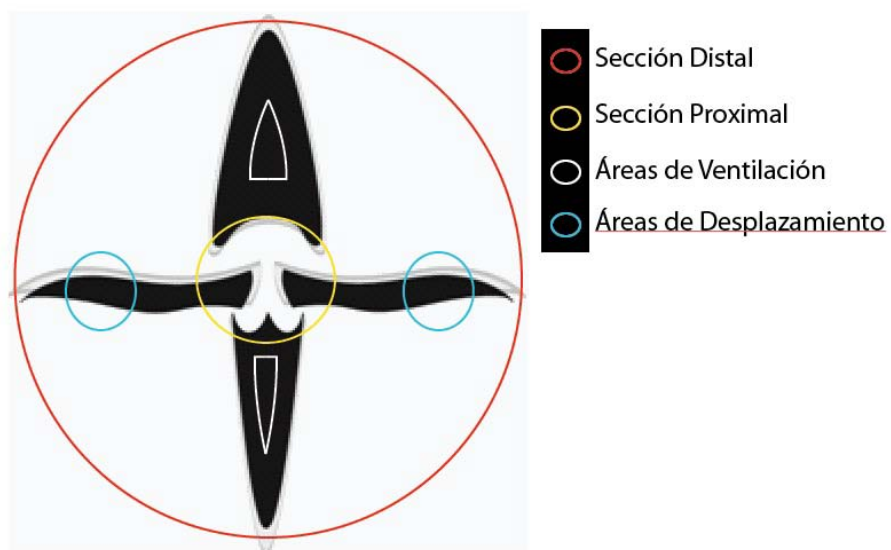
seleccionadas para realizar una composición conforme al diseño funcional de la propuesta.



**(Fig. 28) Figuras tribales estilizadas a la necesidad del prototipo.**

### Forma gestora funcional.

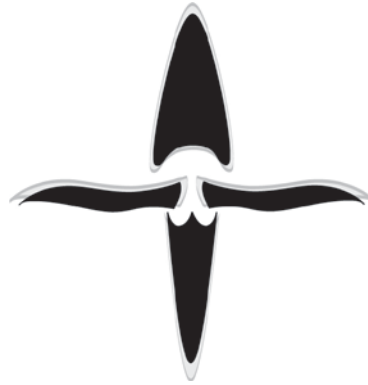
Debemos seccionar el diseño para que cumpla ciertas condiciones de funcionabilidad sin olvidar la parte estética, crucial en el bienestar psicológico del usuario.



**(Fig. 28) Áreas Gestoras Funcionales del Diseño.**

### **Forma final.**

Para culminar, de la forma se ha suavizado algunas de las puntas en la parte superior por motivos de estética y se han incrementado curvas en la parte inferior con la finalidad de aumentar el área de contacto.



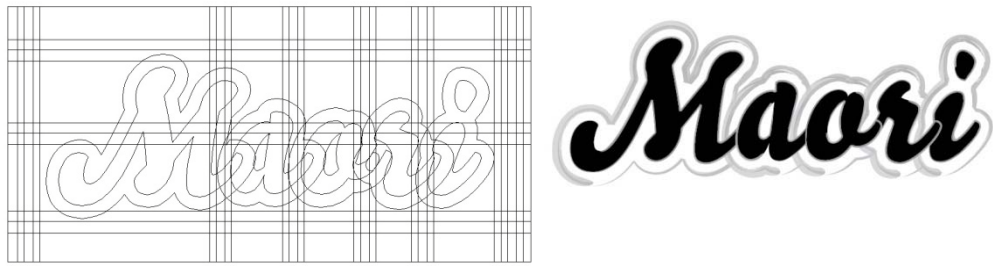
**(Fig. 29) Formas tribal final recomendada para el estilo y funcionalidad del prototipo.**

### **4.4.2.1.- Marca.**

Una marca considerada para la comercialización de este producto se ve fundamentada en sus orígenes de inspiración, tomando el nombre de la cultura Maoris, ya que los tribales en el prototipo pueden ser cambiados a figuras que correspondan al gusto del usuario.

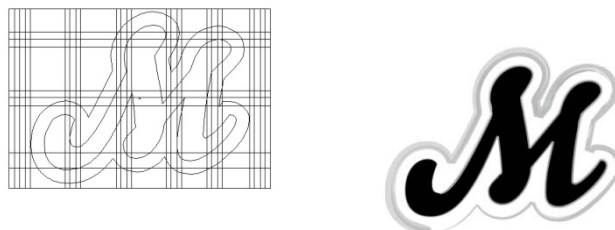
#### **Tipografía: bello script**

La tipografía seleccionada está guiada al mercado en general por la misma razón que los tribales en el diseño se pueden variar, se ha tomado en cuenta una tipografía con formas curvas y contemporáneas que no se tengan que variar, así cambie el estilo de la prótesis.






(Fig. 30) Logotipo de la propuesta.

Con un logotipo perteneciente a la forma de la marca se asocia el producto con la marca.



(Fig. 31) Isotipo de la propuesta.

Con la especificación técnica que restringe la cromática de:

	C: 0 M: 0 Y: 0 K: 100
	C: 0 M: 0 Y: 0 K: 0
	C: 0 M: 0 Y: 0 K: 37

#### 4.4.3.- Propuesta Tecnológica.

Esta sección del desarrollo del proyecto analizaremos las propiedades de los materiales que se usarán en el prototipo.

Para empezar veremos por qué el yeso es el material apropiado para la creación de los moldes a tratar, al ser fácilmente moldeable ya sea por adición de material o por sustracción del mismo.

Para obtener el molde base que es la réplica del antebrazo a tratar, se procederá a colocar unas aletas divisorias estas se colocarán a lo largo del antebrazo de tal manera que haya una línea de desmontaje tratando de que las formas curvas sean segmentadas por la mitad para facilitar el desmolde, junto con una capa de vaselina la cual permitirá que el material no se adhiera a la piel del paciente.



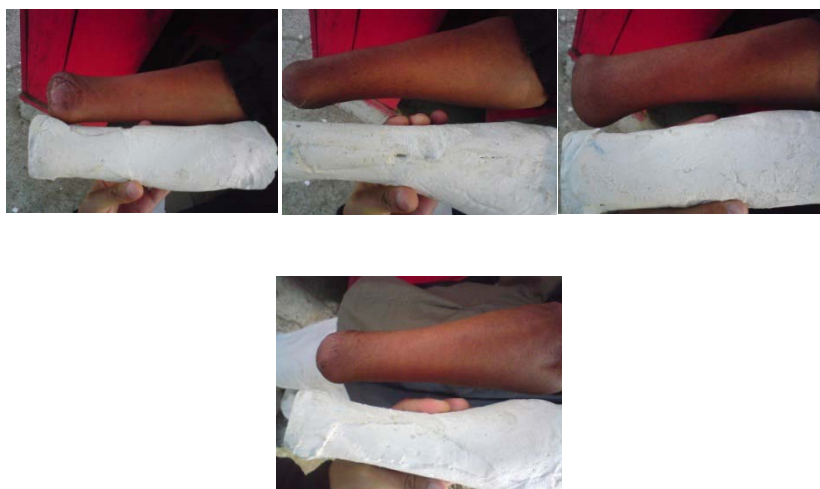
**(Img. 13) Toma del molde inicial.**

Luego se procederá a realizar el vaciado del yeso contenido en un contra molde siempre y cuando las paredes sean manejables y gruesas, con eso evitaremos la ruptura del material.



**(Img. 14) Toma del molde de yeso útil para replicas.**

Como el yeso permite tener una forma precisa aunque sin detalles de la parte que trataremos, posteriormente se procederá a verificar y a comparar las medidas antropométricas de las replicas.



**(Img. 15) Verificación de medidas antropométricas.**

Esta verificación de medidas se las realizará en las secciones fundamentales que se verán afectadas por los medios de sujeción a utilizarse, para la elaboración de la prótesis es necesario sacar al menos dos de estas replicas de las cuales, una es por seguridad, la segunda se verá afectada por el incremento de medidas y detalles que se le harán para obtener el molde externo del guante acolchonado. Para lo cual crearemos pines de 0,4 cm de espesor dados por las restricciones médicas mencionadas en la entrevista al médico cirujano, que nos anuncia la posible presencia de microtraumatismos. Para la parte frontal que estará sometida a fuerzas

combinadas incrementaremos a 1,00 cm para mejorar la capacidad de ejercer presión.



**(Img. 16) Aumento de 4mm de seguridad.**

Luego se procederá a dar un revestimiento de yeso el cual podemos lijar para dar un acabado mejor y añadiremos los símbolos tribales los cuales cumplen no solo un valor estético sino poseen un valor funcional en la transmisión de fuerzas de torque, misma razón por la cual no se puede exagerar en las dimensiones. A mayor área de los tribales menor área de superficie rígida y mayor posibilidad de fatiga del material trasmisor de fuerzas al mecanismo. Y a menor área de los tribales se reduce la superficie de contacto entre el molde flexible y el molde rígido, ocasionando la pérdida del movimiento.



**(Img. 17) Vista del molde de yeso terminada.**

El segundo material a utilizarse será la resina poliéster que actúa al combinarse un acelerante (cobalto) y un catalizador, el primero se mezcla uniformemente con la resina en una proporción de 5% del peso total de la resina y luego se aplica el catalizador en una proporción del 1% del peso total de la mezcla de la resina y el acelerante, comúnmente usada con fibra de vidrio para aumentar la flexibilidad del material, pero para este caso se usará con gasas haciendo el papel de la fibra de vidrio con el fin de disminuir el grado de toxicidad de la misma y manteniendo las propiedades del material, este material nos permite dar un mejor acabado, el siguiente paso es el de sacar el molde externo y añadirle con plastilina los tramos de ventilación y los surcos de tracción que estarán en contacto con el molde rígido además de agregar elevadores en las partes rígidas para suspender espacialmente el molde interno del molde externo y no perder las dimensiones mencionadas.



**(Img. 18) Posición espacial del molde inicial en el contra molde de yeso terminado.**

Después hablaremos más de las propiedades de este material usadas en el revestimiento rígido, pero ahora toparemos nuestro tercer material usado que es el caucho silicona.

Es la combinación de dos químicos el primero de estos químicos es la silicona y un catalizador que se mezcla en un 5% en relación al peso de la silicona que se vaya a ocupar, mezclados nos dan como resultado un caucho flexible pero a su vez resistente al desgaste por fricción este material no es tóxico e irá en contacto con la piel del usuario, es propicio para transmitir fuerzas ayudado por las formas de la prótesis transmitirá el torque generado por la capacidad de prono supinación del paciente.



**(Img. 19) Guante de caucho silicona terminado.**

Para la ventilación se utilizara masilla para moldear (plastilina) ya que el caucho no se adhiere a la misma.

Este material se deja pulir para tener acabados lisos y reduzcan la fricción con la piel por medio de una piedra abrasiva que gire a altas velocidades.

Esto mejora el agarre que esta pueda tener por el efecto de ventosa que con el diseño que se genera.

Con los respectivos aumentos el caucho silicona tendrá un grosor de 0,4mm en las áreas donde no interfieren los tribales y un incremento de 0,4mm adicionales en las áreas de los tribales lo cual nos da como espesor del molde rígido de 0,4mm.



**(Img. 20) Guante de caucho con revestimiento de resina poliester.**

Posteriormente damos el recubrimiento de resina las mismas que proporcionan más dureza o más flexibilidad, mejor resistencia a la intemperie, al agua o diversos corrosivos, aplicando los refuerzos de malla metálica donde las solicitaciones de torque y la carga combinada lo requieran para aumentar la resistencia de la misma. Las mismas proporcionan más dureza o más flexibilidad, mejor resistencia a la intemperie, al agua o diversos corrosivos.

El tornillo prisionero mencionado en el marco teórico se colocara en la cara frontal al ocupante en posición de 0° para la fácil remoción de la herramienta en caso de falla. La cromática fue elegida considerando que, más que una prótesis es una herramienta de trabajo, por lo tanto se uso colores contrastantes a los de la piel para evitar confusiones y por lo tanto lesiones innecesarias.

### **Costo del Proyecto**

Insumos	Kg	Valor	Costo total
Malla Metálica		<b>5.30\$</b>	<b>5.30\$</b>
Resina	<b>3</b>	<b>7.80\$</b>	<b>23.40\$</b>
Caucho	<b>1</b>	<b>40.50\$</b>	<b>40.50\$</b>
Impresiones		<b>1\$</b>	<b>1.00\$</b>
Tornillo	<b>20 unidades</b>	<b>0.02\$</b>	<b>0.40\$</b>
Gasas	<b>2 unidades</b>	<b>1.50\$</b>	<b>3.00\$</b>
Pintura	<b>1 unidad</b>	<b>2.50\$</b>	<b>2.50\$</b>
Kit herramientas	<b>1 unidad</b>	<b>22.50\$</b>	<b>22.50\$</b>
Diseño	<b>p.u.v.</b>	<b>20.0\$</b>	<b>60.0\$</b>
Mano de Obra	<b>c/u</b>	<b>12.0\$</b>	<b>12.0\$</b>
Logística		<b>40.0\$</b>	<b>40.0\$</b>
<b>GASTOS</b>			<b>210.60\$</b>

### **4.5.- Implementación de herramientas.**

El campo de trabajo del discapacitado que nos ayudará a evaluar la prótesis, al ser su principal fuente de ingresos el sellado de buses para verificación de las horas de llegada para lo cual el usuario dispone de un kiosco donde, como actividad secundaria realiza el expendio de bebidas gaseosas de vidrio las cuales poseen tillo, para mejorar el desempeño laboral del discapacitado se requerirá de una herramienta que aumente la superficie de contacto en la escritura, otra que ayude al enclavamiento de objetos planos como llaves y

que sea rígida como para hacerla útil el momento de destapar gaseosas además servirá para enclavar cubiertos, a su vez realiza trabajos básicos de ensamblaje de modulares que solicitan los vecinos del lugar en los cuales encontramos numerosos elementos de sujeción como pernos y tornillos. Para aumentar la vida útil de la herramienta diseñar un implemento de seguridad en caso de que la fuerza de torque sea violenta este se destruya manteniendo la integridad del usuario y la prótesis a salvo. Este dispositivo será de resina poliéster u otro plástico que cumpla la característica de ser menos resistente que el acero pero que pueda transmitir la fuerza sin necesidad de romperse, este dispositivo deberá aumentar la superficie de contacto entre la sujeción de la herramienta enclavada en la prótesis y el accesorio a usarse.

#### **4.5.1.- Herramienta para el incremento del área de escritura.**





**(Img. 21) Herramienta para incremento del área de escritura.**

El acople que aumenta el área de escritura que está provisto de un espacio útil con las medidas aptas para albergar un formato A5 y un espacio de sujeción de 4,00cm x 3,00cm en una placa de acrílico, tomando en cuenta que las tarjetas que usan para el control de llegada de los buses miden 12,00 cm x 8,00 cm la superficie de contacto lleva una holgura considerable para el desempeño de otras actividades. Con un soporte de resina poliéster manufacturado a semejanza a la forma media del destornillador reversible con un saliente en la parte de enclavamiento de 1,00 cm para propiciar el ajuste en la herramienta, dicho soporte tiene un declive de 30° en dirección al usuario para rectificar la posición del antebrazo.

#### **4.5.2.- Herramienta para el enclavamiento de objetos planos.**





**(Img. 22) Herramienta para el enclavamiento de objetos planos.**

El acople de enclavamiento es tomado de una de las herramientas que incrementan la superficie de contacto en pernos y tornillos por la resistencia que estas poseen y por el hecho de que pasan por rigurosos parámetros de calidad, con un largo de 4 cm posee dos aberturas la primera más profunda con una profundidad de 1,00 cm y con 0,25 cm en la apertura superior y en su parte más alejada de 0,1 cm esto permite jugar con la elasticidad del material con el fin de enclavar objetos planos y que estos se mantengan fijos para el desempeño de varias actividades y una profundidad de 0,3 cm a 90° de la anterior para permitir el paso de la argolla del llavero u otros acoples que mantengan esta fisonomía.

#### **4.5.3.- Herramienta para el aumento de la superficie de contacto en tornillos y pernos.**



**(Img. 23) Herramienta para el aumento de la superficie de contacto en tornillos y pernos.**

Estos acoples son comunes en el mercado, las características dependen de la marca así como su valor adquisitivo, son duraderos y la variedad dependen del campo de acción donde sean usados, todos los destornilladores con matraca vienen provistos de un juego de estos accesorios y su uso no se ve limitado por diferencias entre marcas.

#### **4.6.- Detalle del incremento de la capacidad laboral del discapacitado.**

Para este punto nos ayudaremos de la observación de cómo el discapacitado realiza ciertas actividades laborales de una forma habitual y otra con la prótesis tomando los tiempos requeridos para cada una.

##### **4.6.1.- En la herramienta para el incremento del área de escritura.**

El área de escritura es incrementada y se observo que el discapacitado si tiene cerca las herramientas adecuadas puede desempeñar más de una tarea a la vez, tales como de sujeción mientras con la mano expende bebidas gaseosas. Con un rápido cambio de acoples mientras se dirige a su otra actividad demuestra ser eficiente en el desempeño de sus funciones, en nuestro caso apreciamos que el discapacitado estuvo haciendo trabajos de carpintería cuando repentinamente llegaba un bus a su parada, desplazando el acople útil en la carpintería y cambiando en cuestión de dos segundos por el acople útil para el apoyo de hojas en la escritura. Y con un sistema de

sujeción para la tarjeta útil para buscar el sellador mientras la tarjeta sigue firme en el acople para escritura, vemos que no tiene que estar haciendo equilibrio para ubicarla en posición para que con su mano pueda coger el sellador y posteriormente ejercer presión para sellar la tarjeta, mientras el usuario realiza otras actividades como de búsqueda, agarre o simplemente el de estar en posición de descanso. En este caso no mediremos el tiempo por el tipo de adaptación que la necesidad del discapacitado le obligo a manufacturarse un mecanismo rustico.



**(Img. 23) Herramienta para el incremento del área de escritura.**

#### **4.6.2.- En la herramienta para el enclavamiento de objetos planos.**

Al discapacitado se le ha provisto de un medio de agarre para objetos con una forma plana que puedan enclavarse y aumentar la posición funcional el momento de alimentarse, ayudó a mejorar la apertura de candados al tener un medio de sujeción de llaves con una diferencia de 10 segundos con la prótesis puesta y mientras que la mano útil ubicaba y sujetaba el candado en una posición óptima para que con la prótesis pudiera realizar la entrada de la llave y posteriormente su apertura del candado con un movimiento de giro prono supinador, la actividad destapar botellas de gaseosa se mejoró al

ofrecer libertad en la mano útil para sostener y hacer un apalancamiento mientras la prótesis sujetaba el destapador en una posición fija.



**(Img. 23) En la herramienta para el enclavamiento de objetos planos.**

#### **4.6.3.- En la herramienta para el aumento de la superficie de contacto en tornillos y pernos.**

Mejora la actividad de carpintería y el de ejercer trabajos de mantenimiento de máquinas pequeñas al ofrecer una herramienta que permite colocar o retirar medios de sujeción como son pernos y tornillos, al estar sujeta al antebrazo funciona con el movimiento prono supinador y dejar la otra mano libre, al igual que entrega protección al usuario por su molde rígido de resina poliéster y su interior acolchonado de caucho silicona, de la misma manera puede intercambiar diversos tipos de acoples que le permitan realizar diversos tipos de ajuste o desajuste ante la variedad de medios de sujeción que los fabricantes usan para muebles modulares y máquinas pequeñas.

Esta actividad sin la prótesis fué de 10 min mientras con la prótesis lo pudo hacer en 4 min.

Entregando al discapacitado una forma de incrementar sus ingresos haciendo una variedad más amplia de trabajos que antes presentaban mayor dificultad y retos.



(Img. 23) Herramienta para el aumento de la superficie de contacto en tornillos y pernos.

## **4.7.- Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

Las funciones motrices del discapacitado se ven claramente aumentadas por el tipo de agarre que el prototipo le brinda, pudiendo así ejercer otras actividades con la mano.

Además se ve que el discapacitado puede ejercer acciones que requieren de fuerza de apalancamiento tales como se ve en el video al sostener la cuchara y facilitar sus acciones cotidianas.

Se puede apreciar que el usuario se siente cómodo al adaptar herramientas básicas usadas en la alimentación y nuevamente incorporar a su vivir

cotidiano un movimiento inutilizado por la falta de agarre de su miembro perdido.

Se concluye que el discapacitado tiene una herramienta de trabajo no solo útil para el desempeño de su trabajo sino que también sirve para ciertas actividades elementales en las acciones de la vida cotidiana.

La prótesis es una herramienta apta para el mantenimiento de máquinas, carpintería, etc. Además puede estar en contacto con electricidad sin que esta afecte al usuario.

El acople para escritura tiene dificultades de adaptación por la costumbre del usuario a un método anterior al propuesto.

NOTA: toda persona discapacitada que requiere de ayudas técnicas (prótesis) necesita de un tiempo de adaptación a la misma que varía de acuerdo a la voluntad del usuario.

### **Recomendaciones**

Aumentar el tipo de acoples útiles para solventar varios inconvenientes de trabajo en los diversos tipos de actividades que significan una remuneración para el usuario, ya sea en el campo de la carpintería, alfarería, electrónica, o en el sin número que trabajos en el que requiera el agarre de herramientas de mano.

También se puede aumentar la resistencia y alargar la vida útil de la prótesis si se extiende la malla metálica usada para el refuerzo frontal por toda la

prótesis especialmente enfatizando las áreas que rodean a los tribales de caucho silicona. En caso de ser necesario tomando en cuenta el peso.

Se debe considerar un ángulo de  $15^{\circ}$  hacia arriba; de desviación del destornillador de trinquete, en el momento que se encuentra en la posición de  $45^{\circ}$  y  $90^{\circ}$  para facilitar las actividades de alimentación.

Para el uso de la prótesis por tiempos prolongados se debe aumentar los surcos de ventilación teniendo en cuenta como parámetro principal la protección que esta debe brindar al usuario.

El molde exterior que se usa para el fraguado del caucho silicona podrá seriarse para diversos niveles de amputaciones y medidas antropométricas, abaratando los costos y disminuyendo el tiempo de espera para la adquisición de la prótesis.

## **Bibliografía**

Gay, Aquiles y Samar, Lidia (2004), El diseño industrial en la historia, Córdoba: Ediciones TEC. ISBN 987-21597-0-X.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Campus Morelos; Laboratorio de Producción; Antropometría

Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, 7 reimpresión,

Blandine Calais-Germain, Anatomía para el movimiento, TOMO II,

Fisiología articular, A. I. Kapandji, 6ta edición

Biomecánica Básica del Sistema Musculoesquelético, 3ra Edición, Margareta Nordin y Victor H. Frankel,

Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo Pedro R. Mondelo - Enrique Gregori Joan Blasco - Pedro Barrau

El diseño industrial en la historia, Córdoba: Ediciones TEC. ISBN 987-21597-0-X

NETTER, Frank H. Atlas de Anatomía Humana, 2<sup>da</sup> edición.

US Patent, Septiembre 15, 1998, 5,806,381

## **Link-grafía**

<http://www.conadis.gov.ec>

<http://www.ece.buap.mx/>.

Christine

Dell'Amore,

<http://news.nationalgeographic.com/news/2007/07/070727-egypt-toe.html>

<http://historiasconhistoria.es>, 25 Julio, 2008 Por Iñaki

<http://www.resinasguadalajara.com/>

<http://www.dicoinsa.com/html/caucho.htm>

<http://www.maestrojuandeavila.es>

<http://2.bp.blogspot.com/>

<http://www.ece.buap.mx/>

<http://news.nationalgeographic.com>

<http://www.tecnoedu.com/3b/img/V2050U.jpg>

<http://www.ergoeco.org/img/BIOMECANICA>

<http://4.bp.blogspot.com/>

[http://2.bp.blogspot.com.](http://2.bp.blogspot.com)

<http://dmcforum.mforos.com/888870/5168389-clases-de-dibujo/?pag=8>

<http://bligoo.com/media/users/3/189948/images>

<http://www.lidl.es>

<http://www.boatwide.es>

[http://www.dremel.mx/s/cc\\_images](http://www.dremel.mx/s/cc_images)

<http://www.nettbee.com>

[http:// www.solostocks.com.mx](http://www.solostocks.com.mx)

<http://www.arsegsa.com>

<http://www.maestrojuandeavila.es>

<http://www.solostocks.com.mx>

<http://2.bp.blogspot.com/>

## Glosario

**Ácido ftálico** ( $C_6H_4(CO_2H)_2$ ) : es una sustancia incolora, soluble en agua y en alcohol. Tiene un sistema fenílico con dos grupos carboxi en posición 1 y 2. Su nombre deriva del naftaleno del cual se generaba antiguamente por oxidación. Hoy en día la síntesis se basa en la oxidación del oxileno.

**Anatomía humana:** ciencia de carácter práctico y morfológico principalmente dedicada al estudio de las estructuras macroscópicas del cuerpo humano.

**Fascia:** es la envoltura de tejido conjuntivo que realiza un número importante de funciones, incluyendo la envoltura y el aislamiento de uno o más músculos. Por extensión, se aplica a cualquier envoltura estructural y que proporciona ayuda y protección estructural.

**Músculo:** es un órgano contráctil que forma parte del cuerpo humano y de otros animales. Está conformado por tejido muscular. Los músculos se relacionan con el esqueleto o bien forman parte de la estructura de diversos órganos y aparatos.

**Antebrazo:** es una de las cuatro porciones en que se divide el miembro superior o torácico, siendo de ellas la tercera. El antebrazo se halla limitado por su cara superior con el brazo mediante el codo y por su cara inferior con la mano mediante la articulación de la muñeca.

**Amputación:** Separación espontánea, traumática o quirúrgica de un miembro del cuerpo o de parte de él.

**Discapacidad:** se refiere al funcionamiento individual, incluyendo la discapacidad física, la discapacidad sensorial, la discapacidad cognitiva, la discapacidad intelectual, enfermedad mental, y varios tipos de enfermedad crónica.

**Prótesis:** Una prótesis es una parte del cuerpo que es artificial.

**Ergonomía:** es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre humanos y otros elementos de un sistema.

**Antropometría:** es la subrama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del hombre. Se refiere al estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y las diferencias entre sus razas y sub-razas.

**Biomecánica:** es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano. Esta área de conocimiento se apoya en diversas ciencias biomédicas, utilizando los conocimientos de la mecánica, la ingeniería, la anatomía, la fisiología y otras disciplinas, para estudiar el comportamiento del cuerpo humano y resolver los problemas derivados de las diversas condiciones a las que puede verse sometido.

**Diseño:** se define como el proceso previo de configuración mental "pre-figuración" en la búsqueda de una solución en cualquier campo.

Etimológicamente derivado del término italiano disegno dibujo, designio, signare, signado "lo por venir", el porvenir visión representada gráficamente del futuro, lo hecho es la obra, lo por hacer es el proyecto.

**Diseñar:** podría llamarse creatividad como acto de creación o innovación si el objeto no existe, o es una modificación de lo existente inspiración abstracción, síntesis, ordenación y transformación.

**Diseño de Objetos:** La semiótica de la experiencia tecnológica. El diseño como cálculo racional de la significación. Del dominio productivo al dominio de los signos. Oposición artificial entre lo útil y lo estético. La resolución del desdoblamiento por parte del diseño. Análisis sintáctico y retórico del entorno. La operatoria de los objetos.

**Diseño industrial:** es la disciplina orientada a la creación y desarrollo de los productos industriales. El diseñador industrial trabaja en un proceso de adaptación de los productos, a las necesidades físicas y psíquicas de los usuarios y grupos de usuarios.

El diseño industrial sintetiza conocimientos, métodos, técnicas, creatividad y tiene como meta la concepción de objetos de producción industrial, atendiendo a sus funciones, sus cualidades estructurales, formales y estético-simbólicas, así como todos los valores y aspectos que hacen a su producción, comercialización y utilización, teniendo al ser humano como usuario

**Mecanismo:** es un conjunto de elementos rígidos, móviles unos respecto de otros, unidos entre sí mediante diferentes tipos de uniones, llamadas pares cinemáticos (pernos, uniones de contacto, pasadores, etc.), cuyo propósito es la transmisión de movimientos y fuerzas. Son, por tanto, las abstracciones teóricas del funcionamiento de las máquinas, y de su estudio se ocupa la Teoría de mecanismos.

**Diseño de mecanismos:** es un sub-campo de la teoría de juegos. Es el arte de diseñar las reglas de un juego para llegar a un resultado específico. Se realiza estableciendo una estructura en la que cada jugador tiene un incentivo si se comporta como el diseñador pretende. En este caso se dice que el juego se ha diseñado para el resultado deseado. La fuerza del resultado depende en el concepto de solución usado en el juego.

**Engranaje o ruedas dentadas:** se denomina así al mecanismo utilizado para transmitir potencia de un componente a otro dentro de una máquina. Los engranajes están formados por dos ruedas dentadas, de las cuales la mayor se denomina corona y el menor piñón. Un engranaje sirve para transmitir movimiento circular mediante contacto de ruedas dentadas. Una de las aplicaciones más importantes de los engranajes es la transmisión del movimiento desde el eje de una fuente de energía.

**Transmisión mecánica:** se llama así a un mecanismo encargado de transmitir potencia entre dos o más elementos dentro de una máquina. Son parte fundamental de los elementos u órganos de una máquina, muchas veces clasificados como uno de los dos subgrupos fundamentales de estos elementos de transmisión y elementos de sujeción.

## Anexos

POBLACION CON DISCAPACIDAD A NIVEL NACIONAL				
	POBLACION TOTAL ECUATORIANA		POBLACION TOTAL DE PCD ECUATORIANA	
	Nro	%	Nro	%
<b>TOTAL</b>	<b>13.243.984</b>	<b>100,00%</b>	<b>1.608.334</b>	<b>12,14%</b>
HOMBRES	6.579.386	49,68%	778.594	5,89%
MUJERES	6.664.598	50,32%	829.739	6,26%
Sierra	5.924.053	45%	794.578	6%
Costa	6.698.745	51%	743.548	6%
Amazonía	621.185	5%	70.209	1%
Urbana	8.829.994	67%	1.020.590	8%
Rural	4.413.990	33%	587.744	4%
0 a 4	1.309.998	10%	17.838	0%
5 a 10	1.814.637	14%	102.599	1%
11 a 19	2.555.725	19%	145.388	1%
20 a 40	3.949.570	30%	311.268	2%
41 a 64	2.658.113	20%	503.834	4%
65 y mas	955.941	7%	527.405	4%
Azuay	671796	5,1%	97799	0,7%
Bolívar	177617	1,3%	27606	0,2%
Cañar	219902	1,7%	32589	0,3%
Carchí	162041	1,2%	26052	0,2%
Cotopaxi	380708	2,9%	50378	0,4%
Chimborazo	430208	3,3%	55287	0,4%
El Oro	579165	4,4%	73421	0,6%
Esmeraldas	419938	3,2%	54302	0,4%
Guayas	3627775	27,4%	351733	2,7%
Imbabura	376513	2,8%	49865	0,4%
Loja	426086	3,2%	77698	0,6%
Los Ríos	709786	5,4%	71948	0,6%
Manabí	1274827	9,6%	181508	1,4%
Morona Santiago	145224	1,1%	19620	0,2%
Napo	82065	0,6%	9908	0,1%
Pastaza	71489	0,5%	7189	0,1%
Pichincha	2600711	19,6%	314557	2,4%
Tungurahua	478470	3,6%	62748	0,5%
Zamora Chinchipe	105851	0,8%	8487	0,1%
Sucumbíos	136109	1,0%	19120	0,2%
Orellana	80449	0,6%	5883	0,0%
Áreas No Delimitadas	87255	0,7%	10637	0,1%

(Tab. 01) Población con Discapacidad.

<http://www.conadis.gov.ec/>

Personas con discapacidad registradas (1996 - 2009)

**PERSONAS REGISTRADAS EN EL CONADIS**

PROVINCIA	AUDITIVA	FISICA	INTELLECTUAL	LENGUAJE	PSICOLOGICO	VISUAL	TOTAL
AZUAY	951	5355	2990	153	199	948	<b>10596</b>
BOLIVAR	402	1258	704	48	62	330	<b>2804</b>
CAÑAR	281	1202	711	55	102	254	<b>2605</b>
CARCHI	342	975	527	38	106	212	<b>2200</b>
CHIMBORAZO	857	2247	1769	26	65	545	<b>5509</b>
COTOPAXI	478	1964	1225	125	82	525	<b>4399</b>
EL ORO	881	4558	3214	111	436	895	<b>10095</b>
ESMERALDAS	616	3303	2009	204	144	758	<b>7034</b>
GALAPAGOS	21	75	70	3	4	18	<b>191</b>
GUAYAS	4612	20464	11546	696	1144	4044	<b>42506</b>
IMBABURA	1083	2318	1051	88	170	494	<b>5204</b>
LOJA	1048	3225	2952	79	313	908	<b>8525</b>
LOS RIOS	608	4707	1931	129	185	672	<b>8232</b>
MANABI	1910	10684	2824	154	3158	1994	<b>20724</b>
MORONA SANTIAGO	182	1162	528	58	97	379	<b>2406</b>
NAPO	170	763	487	75	28	248	<b>1771</b>
ORELLANA	177	693	396	38	53	195	<b>1552</b>
PASTAZA	127	546	350	29	64	139	<b>1255</b>
PICHINCHA	4681	15610	8359	386	922	3124	<b>33082</b>
SUCUMBIOS	250	1177	576	34	134	337	<b>2508</b>
TUNGURAHUA	751	2155	1258	121	92	424	<b>4801</b>
ZAMORA CHINCHIPE	207	751	508	38	60	153	<b>1717</b>
<b>TOTAL</b>	<b>20635</b>	<b>85192</b>	<b>45985</b>	<b>2688</b>	<b>7620</b>	<b>17596</b>	<b>179716</b>

PROVINCIA	AUDITIVA		FISICA		INTELLECTUAL		LENGUAJE		PSICOLOGICO		VISUAL		TOTAL	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
<b>TUNGURAHUA</b>	38	36	121	93	656	602	63	58	62	30	24	18	263	216
<b>A</b>	9	2	9	6							3	1	2	9

<b>TOTAL</b>	<b>389</b>	<b>362</b>	<b>1219</b>	<b>936</b>	<b>656</b>	<b>602</b>	<b>63</b>	<b>58</b>	<b>62</b>	<b>30</b>	<b>243</b>	<b>181</b>	<b>2632</b>	<b>2169</b>
--------------	------------	------------	-------------	------------	------------	------------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	-------------	-------------

**(Tab. 02) Personas registradas en el  
NUMERO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD CARNETIZADAS  
DISTRIBUIDAS POR PERSONAS MAYORES DE EDAD**  
<http://www.conadis.gov.ec/>

PROVINCIA	AUDITIVA	FISICA	INTELLECTUAL	LENGUAJE	PSICOLOGICO	VISUAL	TOTAL
<b>AZUAY</b>	771	4766	1870	98	168	867	<b>8540</b>
<b>BOLIVAR</b>	341	1080	513	29	48	303	<b>2314</b>
<b>CAÑAR</b>	220	1032	460	46	87	233	<b>2078</b>
<b>CARCHI</b>	307	876	383	35	95	188	<b>1884</b>
<b>CHIMBORAZO</b>	738	2017	1326	18	60	498	<b>4657</b>
<b>COTOPAXI</b>	395	1779	859	97	75	480	<b>3685</b>
<b>EL ORO</b>	616	4033	2019	75	373	809	<b>7925</b>
<b>ESMERALDAS</b>	413	2793	1167	73	112	692	<b>5250</b>
<b>GALAPAGOS</b>	18	57	41	3	4	15	<b>138</b>
<b>GUAYAS</b>	3293	17773	7366	405	1011	3655	<b>33503</b>
<b>IMBABURA</b>	978	2003	781	64	138	453	<b>4417</b>
<b>LOJA</b>	810	2757	2009	37	278	806	<b>6697</b>
<b>LOS RIOS</b>	437	3964	1180	82	143	603	<b>6409</b>
<b>MANABI</b>	1386	8905	2133	103	2184	1787	<b>16498</b>
<b>MORONA SANTIAGO</b>	125	966	294	26	62	322	<b>1795</b>
<b>NAPO</b>	127	622	252	26	18	207	<b>1252</b>
<b>ORELLANA</b>	121	522	187	15	40	160	<b>1045</b>
<b>PASTAZA</b>	101	457	207	9	45	114	<b>933</b>
<b>PICHINCHA</b>	3811	13755	5096	295	805	2861	<b>26623</b>
<b>SUCUMBIOS</b>	174	906	326	20	95	284	<b>1805</b>
<b>TUNGURAHUA</b>	646	1881	930	79	82	382	<b>4000</b>
<b>ZAMORA CHINCHIPE</b>	161	592	299	23	51	131	<b>1257</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15989</b>	<b>73536</b>	<b>29698</b>	<b>1658</b>	<b>5974</b>	<b>15850</b>	<b>142705</b>

**(Tab. 03) Población con Discapacidad  
mayores de edad.**

<http://www.conadis.gov.ec/>

**NUMERO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD CARNETIZADAS  
DISTRIBUIDAS POR CAUSA QUE ORIGINÓ LA DISCAPACIDAD**

PROVINCIA	ENFERMEDAD ADQUIRIDA	ACCIDENTE DE TRÁNSITO	ACCIDENTE DE TRABAJO	ACCIDENTE DOMESTICO	ACCIDENTE DEPORTIVO	VIOLENCIA	DESASTRES NATURALES / GUERRA	CONGÉNITO / GENÉTICO	PROBLEMAS DE PARTO	TRASTORNOS NUTRICIONALES	OTROS	TOTAL
<b>AZUAY</b>	4742	390	277	322	20	30	8	3589	991	10	378	<b>10757</b>
<b>BOLIVAR</b>	1011	104	102	175	6	22	4	1129	231	13	79	<b>2876</b>
<b>CAÑAR</b>	931	117	91	156	8	29	5	1092	160	1	69	<b>2659</b>
<b>CARCHI</b>	877	109	73	106	10	16	0	875	96	0	61	<b>2223</b>
<b>CHIMBORAZO</b>	2225	257	166	260	9	29	5	2616	229	2	93	<b>5891</b>
<b>COTOPAXI</b>	1473	229	202	311	4	40	1	1968	130	1	128	<b>4487</b>
<b>EL ORO</b>	3673	468	340	427	21	170	4	2416	1784	17	959	<b>10279</b>
<b>ESMERALDAS</b>	2578	378	306	428	25	216	9	2614	415	19	193	<b>7181</b>
<b>GALAPAGOS</b>	66	6	8	15	1	1	0	64	30	0	10	<b>201</b>
<b>GUAYAS</b>	18355	1949	1366	1759	94	653	35	14179	2807	25	1786	<b>43008</b>
<b>IMBABURA</b>	1818	218	172	242	14	20	3	2159	242	3	351	<b>5242</b>
<b>LOJA</b>	2903	281	303	264	42	49	3	3841	239	10	731	<b>8666</b>
<b>LOS RIOS</b>	3330	520	325	386	24	129	6	3244	230	7	158	<b>8359</b>
<b>MANABI</b>	8171	1035	598	1076	31	303	10	8198	1188	11	349	<b>20970</b>
<b>MORONA</b>	1034	71	130	154	4	12	2	751	125	3	163	<b>2449</b>

<b>SANTIA GO</b>													
<b>NAPO</b>	609	48	116	148	8	14	2	707	127	1	17	<b>179 7</b>	
<b>ORELL ANA</b>	501	82	68	174	9	26	1	590	129	1	30	<b>161 1</b>	
<b>PASTAZ A</b>	445	49	95	75	9	4	2	515	74	2	35	<b>130 5</b>	
<b>PICHIN CHA</b>	12512	1878	1176	1697	65	415	17	1100 8	2702	28	21 22	<b>336 20</b>	
<b>SUCUM BIOS</b>	990	160	166	196	11	49	1	955	192	3	34	<b>275 7</b>	
<b>TUNGU RAHUA</b>	1702	224	149	188	9	28	5	2212	249	2	81	<b>484 9</b>	
<b>ZAMOR A CHINC HIPE</b>	585	57	87	110	10	23	1	713	108	20	56	<b>177 0</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>70531</b>	<b>8630</b>	<b>6316</b>	<b>8669</b>	<b>434</b>	<b>2278</b>	<b>124</b>	<b>6543 5</b>	<b>1247 8</b>	<b>179</b>	<b>78 83</b>	<b>182 957</b>	

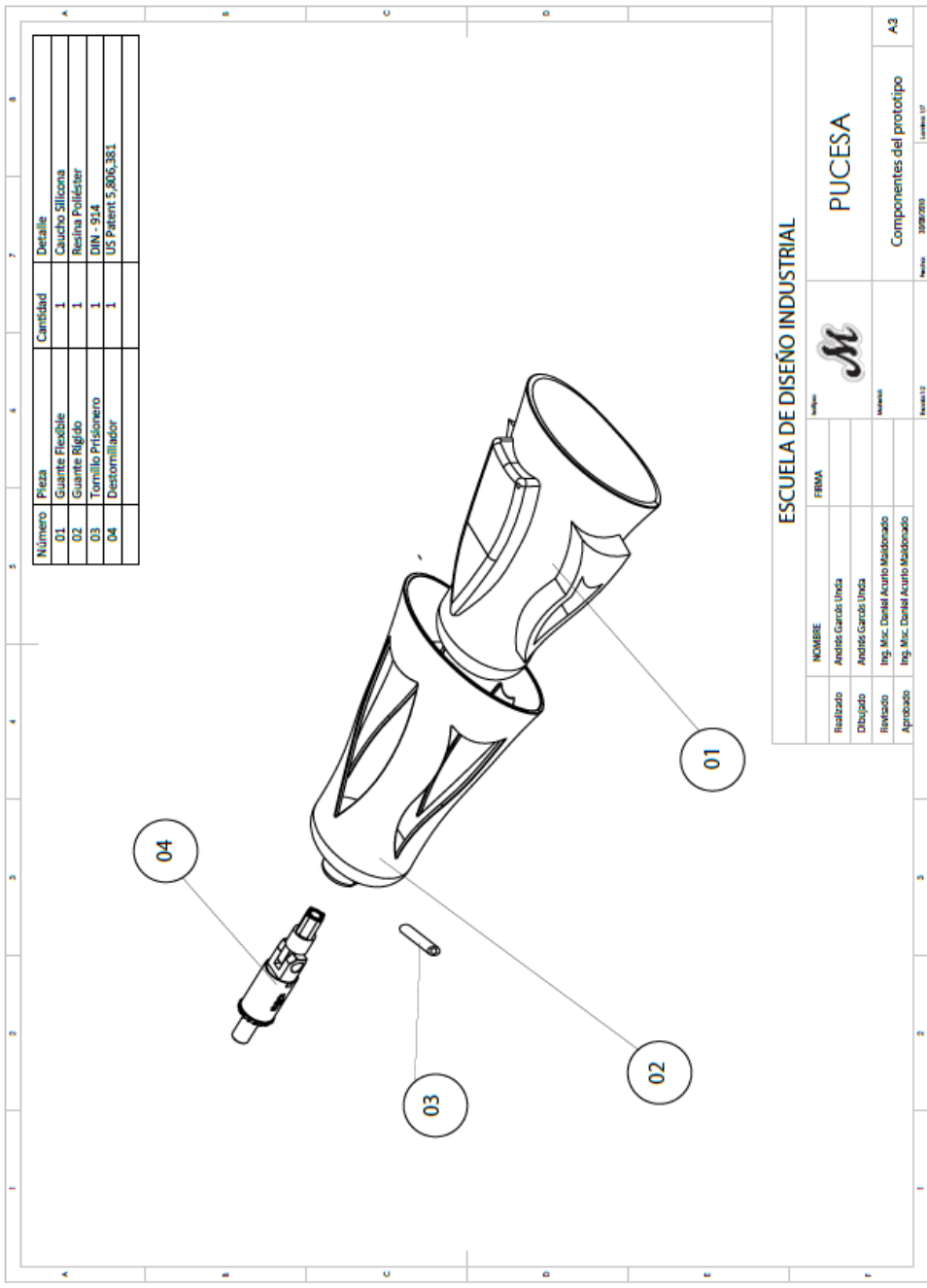
(Tab. 04) Causas que originó la discapacidad.

<http://www.conadis.gov.ec/>

**NUMERO DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD CARNETIZADAS  
DISTRIBUIDAS POR PERSONAS QUE SI TRABAJAN**

<b>PROVINCIA</b>	<b>POR CUENTA PROPIA</b>	<b>SECTOR PRIVADO</b>	<b>SECTOR PUBLICO</b>	<b>QQ.DD</b>	<b>OTROS</b>	<b>TOTAL</b>
<b>AZUAY</b>	1293	695	397	751	11	<b>3147</b>
<b>BOLIVAR</b>	435	31	74	47	2	<b>589</b>
<b>CAÑAR</b>	327	83	78	93	2	<b>583</b>
<b>CARCHI</b>	280	59	42	15	7	<b>403</b>
<b>CHIMBORAZO</b>	295	100	129	86	5	<b>615</b>
<b>COTOPAXI</b>	1129	227	87	229	7	<b>1679</b>
<b>EL ORO</b>	617	244	134	141	3	<b>1139</b>
<b>ESMERALDAS</b>	922	167	206	250	14	<b>1559</b>
<b>GALAPAGOS</b>	17	5	8	2	0	<b>32</b>
<b>GUAYAS</b>	3293	2363	601	276	22	<b>6555</b>
<b>IMBABURA</b>	587	243	113	81	3	<b>1027</b>
<b>LOJA</b>	1020	162	226	602	15	<b>2025</b>
<b>LOS RIOS</b>	541	427	157	284	10	<b>1419</b>
<b>MANABI</b>	2153	683	458	1216	15	<b>4525</b>
<b>MORONA SANTIAGO</b>	485	35	108	234	7	<b>869</b>
<b>NAPO</b>	261	25	41	33	2	<b>362</b>
<b>ORELLANA</b>	299	36	39	45	7	<b>426</b>
<b>PASTAZA</b>	213	48	47	72	0	<b>380</b>
<b>PICHINCHA</b>	3211	2383	1150	233	6	<b>6983</b>
<b>SUCUMBIOS</b>	517	74	40	20	0	<b>651</b>
<b>TUNGURAHUA</b>	656	210	124	234	7	<b>1231</b>
<b>ZAMORA CHINCHIPE</b>	146	19	62	21	21	<b>269</b>
<b>TOTAL</b>	<b>18697</b>	<b>8319</b>	<b>4321</b>	<b>4965</b>	<b>166</b>	<b>36468</b>

(Tab. 05) Población con Discapacidad que si trabaja.

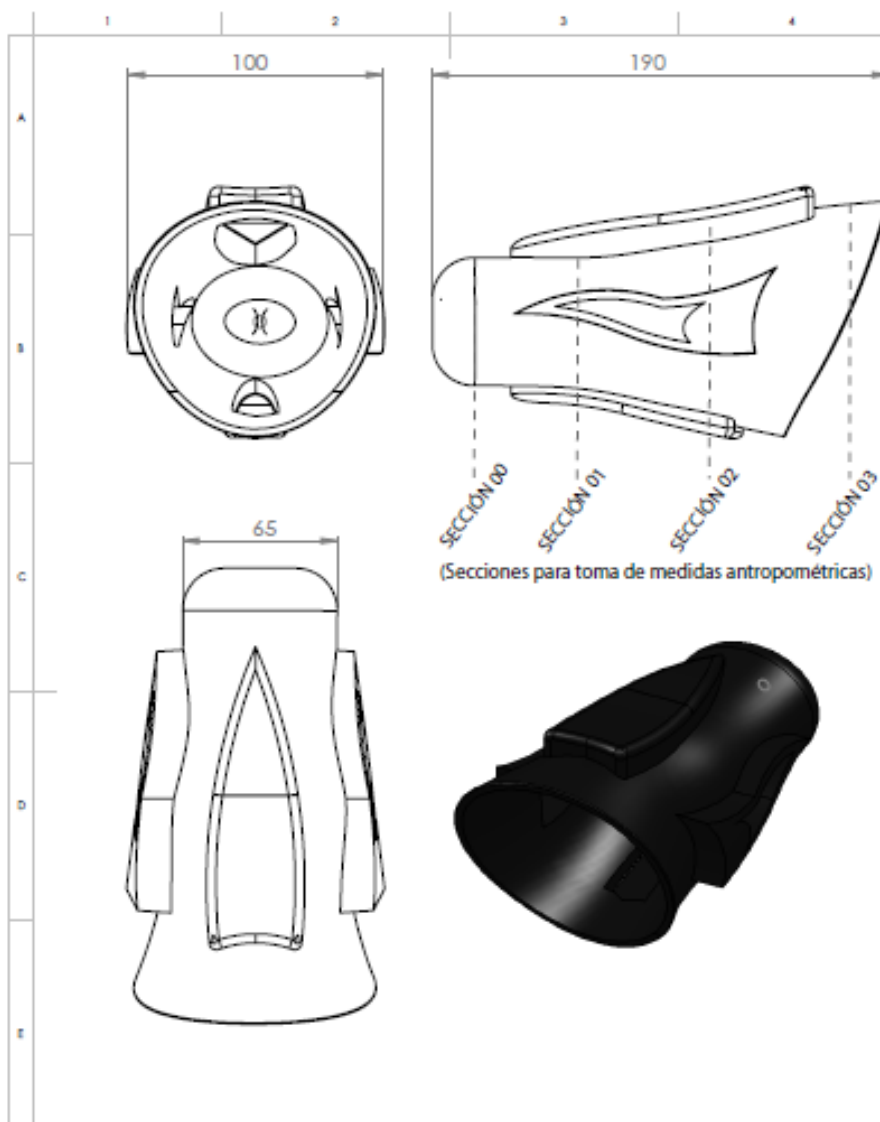


Número	Pieza	Cantidad	Detalle
01	Guante Flexible	1	Caucho Silicona
02	Guante Rígido	1	Resina Poliéster
03	Tomillo Píscornero	1	DNV - 514
04	Destornillador	1	US Patent 5,606,361

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL		Logo	Nombre
Realizado	Andrés Garcés Lindo	M	PUCESA
Diseñado	Andrés Garcés Lindo		
Revisado	Ing. Mac. Daniel Acuña Maldonado	Material	Componentes del prototipo
Aprobado	Ing. Mac. Daniel Acuña Maldonado	Fecha	30/07/2010

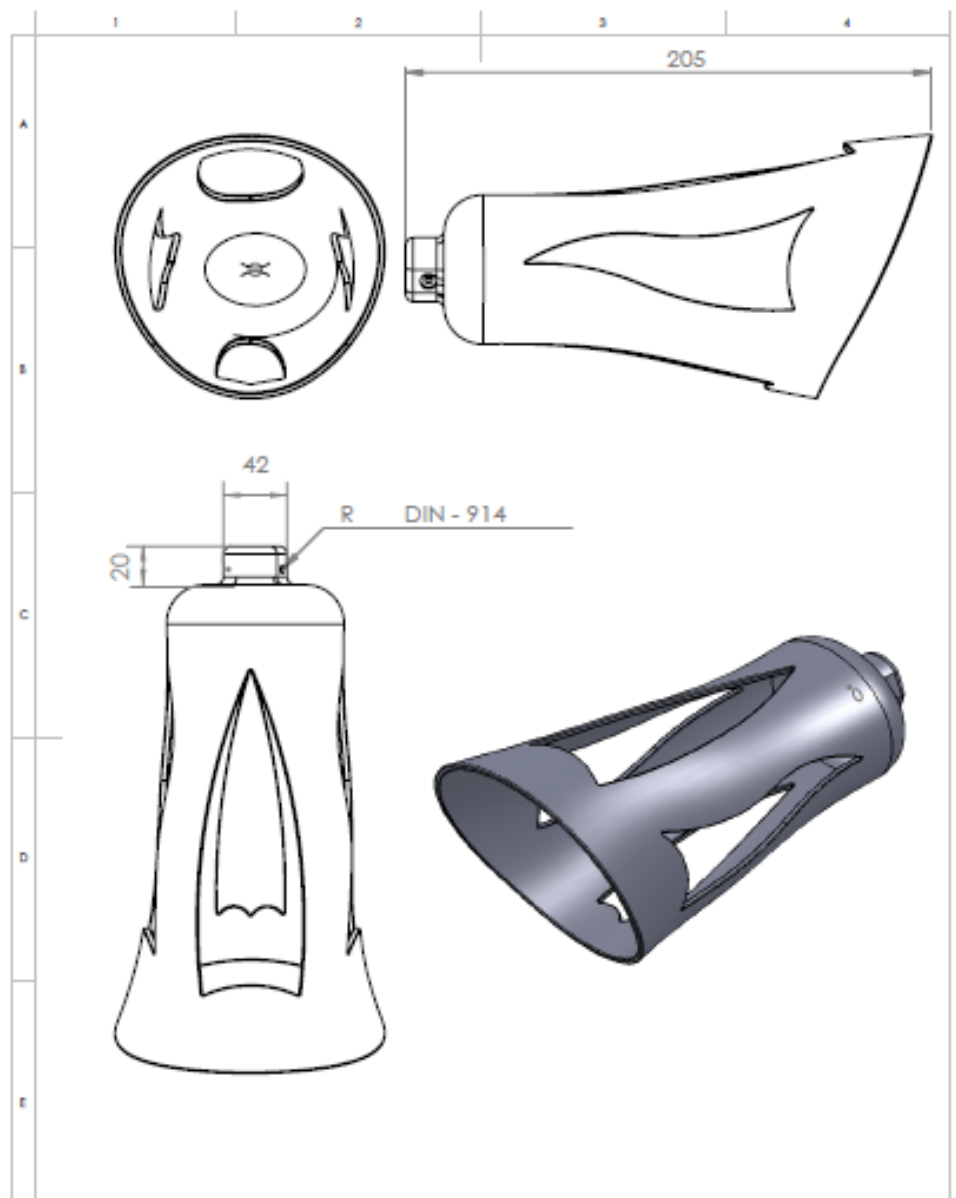
A3

Lámina 17



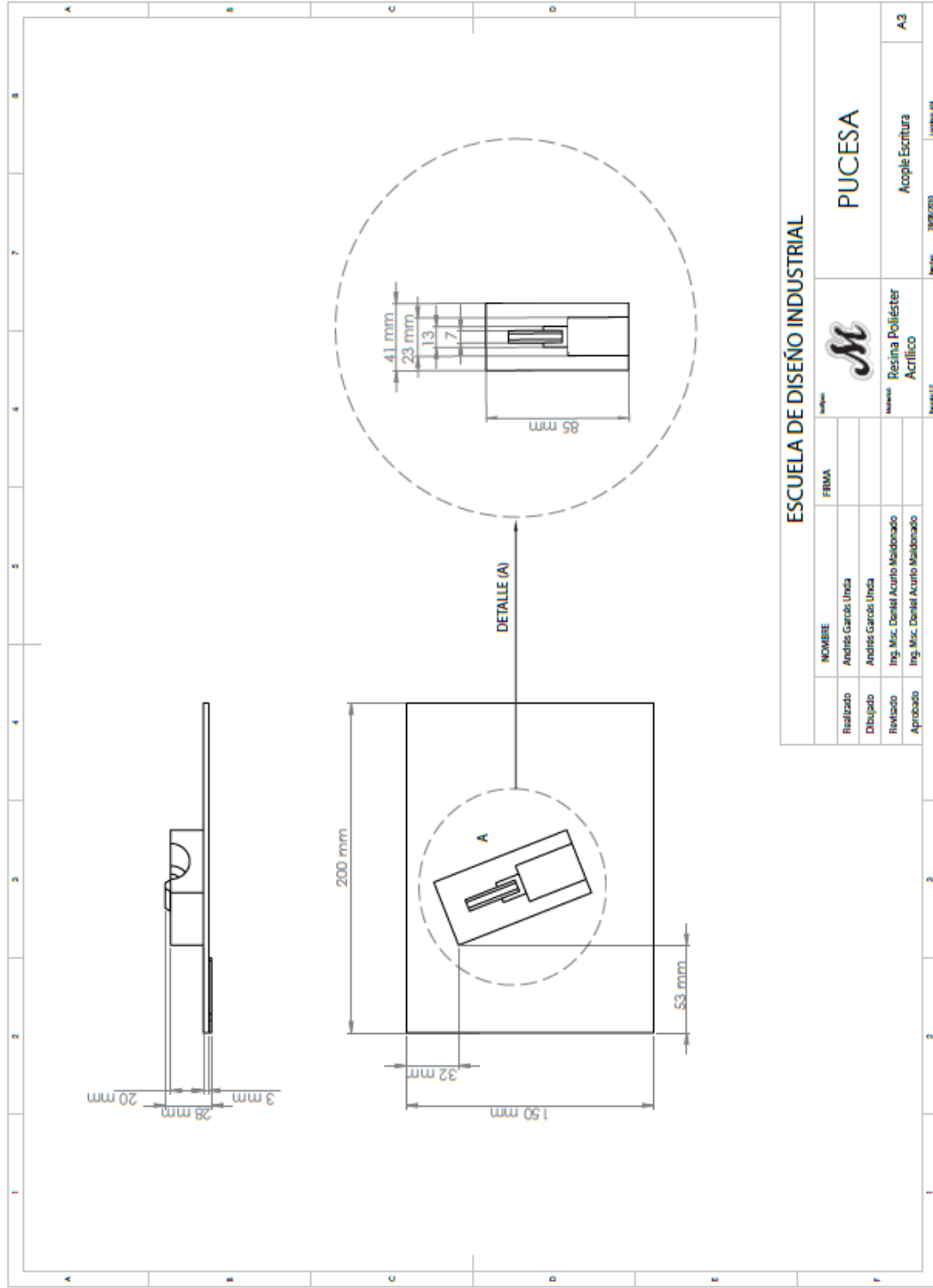
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

	NOMBRE	FIRMA	AUTOR		
Realizado	Andrés Garcés Uribe			PUCESA	
Dibujado	Andrés Garcés Uribe				
Revisado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado		NOMBRE	Caucho Silicona	Guante Flexible
Aprobado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado				A4
			FECHA	20/06/2020	LÁMINA 01



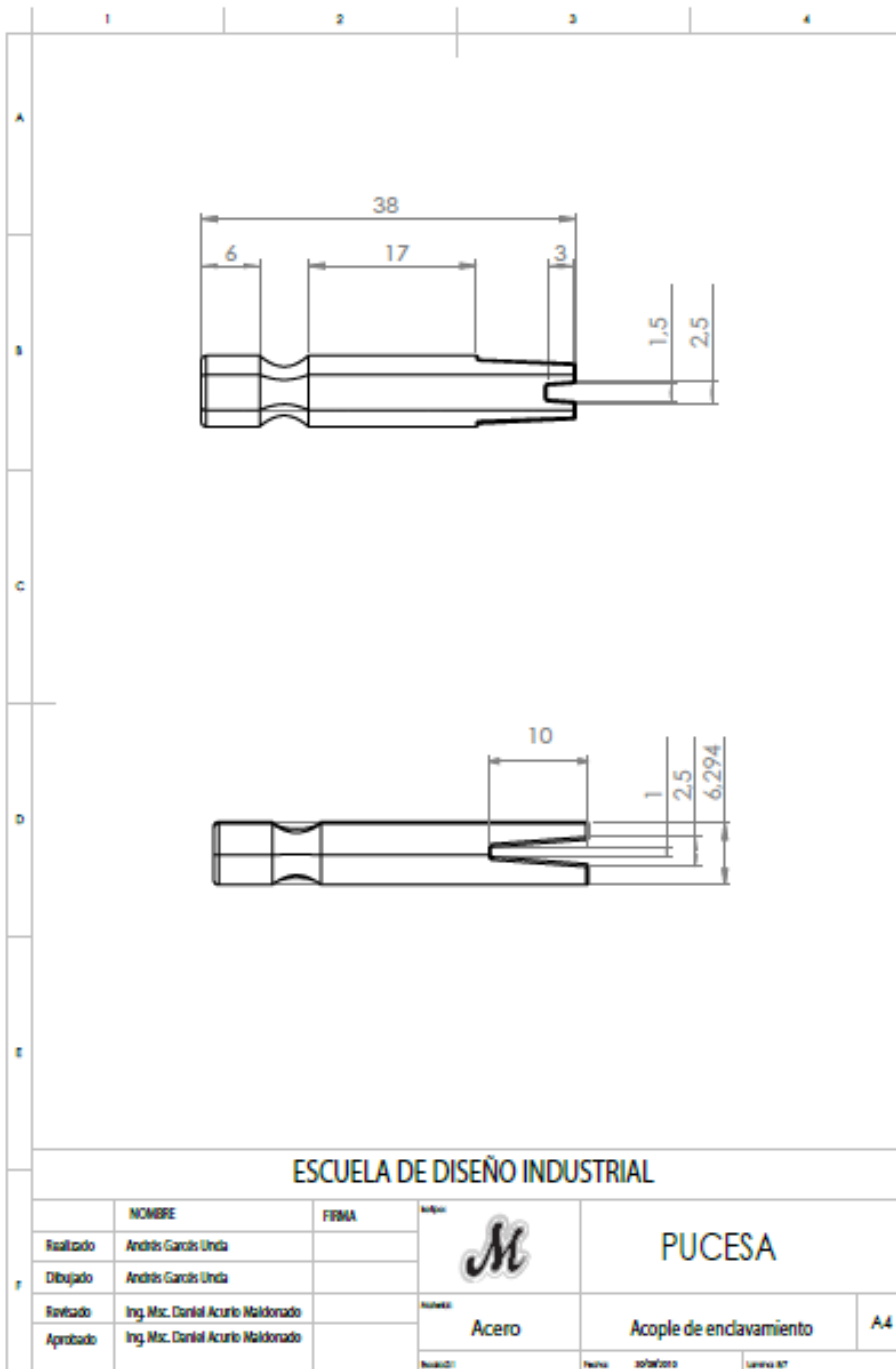
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

	NOMBRE	FIRMA	MATERIA	
r	Realizado	Andrés Garcés Unda		PUCESA
	Dibujado	Andrés Garcés Unda		
	Revisado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado	Resina Poliéster	Guante Rígido
	Aprobado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado		
			Fecha	20/06/2020



ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

NOMBRE		FIRMA		Logo	
Realizado	Andrés García Unda				
Dibujado	Andrés García Unda				
Revisado	Ing. Msc. Dental Acuña Maldonado				
Aprobado	Ing. Msc. Dental Acuña Maldonado				
				Materia	PUCESA
				Materia	Plexina Poliéster Acrílico
				Fecha	20/02/2013
				Escuela	Escuela de Ingeniería
					A-3



ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

	NOMBRE	FIRMA	Fecha	
Realizado	Andrés Garzón Urdá			PUCESA
Dibujado	Andrés Garzón Urdá			
Revisado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado		Acero	Acople de enclavamiento
Aprobado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado			
			Fecha: 20/04/2020	Lamina: 07

A4

Estándares dimensionales para el guante flexible en varones de 18 a 45 años de edad.

(Anexo - 6)

Circunferencia De:	5 <sup>º</sup>	50 <sup>º</sup>	95 <sup>º</sup>	Desviación Estándar
Muñeca	6,7"	7,2"	7,8"	0,84"
Antebrazo	10,7"	12,1"	13,3"	0,9"
Brazo	11,4"	13,2"	15,0"	1,38"

Estándares dimensionales para el guante rígido en varones de 18 a 45 años de edad.

Circunferencia De:	5 <sup>º</sup>	50 <sup>º</sup>	95 <sup>º</sup>	Desviación Estándar
Muñeca	7,2"	7,7"	8,2"	1,34"
Antebrazo	11,2"	12,6"	14,0"	1,4"
Brazo	11,9"	13,7"	15,3"	2,08"

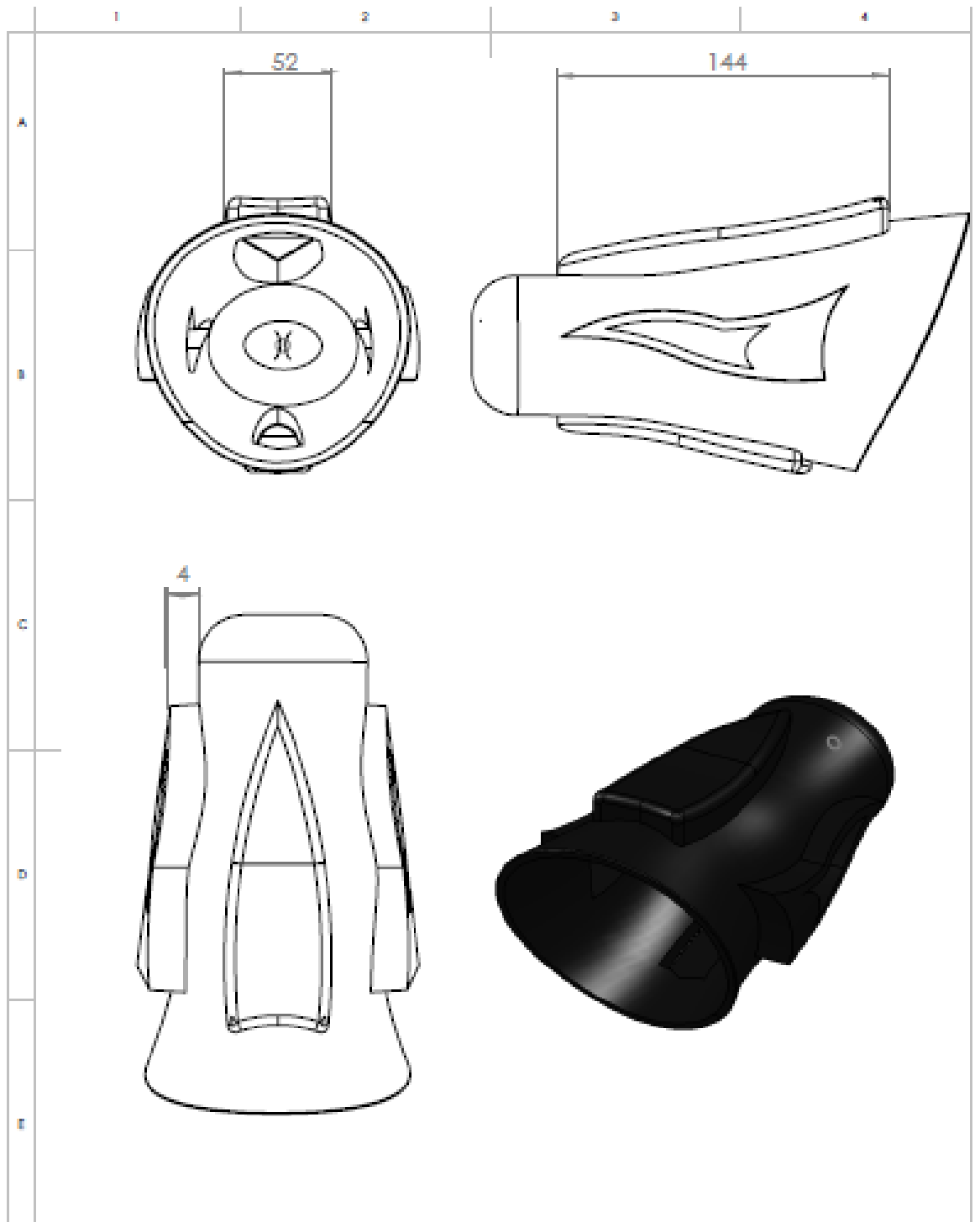


Estándares dimensionales para el guante flexible en mujeres de 18 a 45 años de edad.

Circunferencia De:	5 <sup>º</sup>	50 <sup>º</sup>	95 <sup>º</sup>	Desviación Estándar
Muñeca	5,9"	6,4"	6,9"	0,8"
Antebrazo	9,4"	10,3"	11,3"	1,1"
Brazo	9,6"	10,9"	12,6"	1,5"

Estándares dimensionales para el guante rígido en mujeres de 18 a 45 años de edad.

Circunferencia De:	5 <sup>º</sup>	50 <sup>º</sup>	95 <sup>º</sup>	Desviación Estándar
Muñeca	6,4"	6,9"	7,4"	1,3"
Antebrazo	9,9"	10,8"	11,8"	1,6"
Brazo	10,1"	11,4"	13,1"	2,0"



ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

	NOMBRE	FIRMA		PUCESA	
Realizado	Andrés García Urdía				
Dibujado	Andrés García Urdía				
Revisado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado		Material	Componentes tribales	A4
Aprobado	Ing. Msc. Daniel Acuña Maldonado		Caucho Silicona		
			Fecha: 20/06/2020		

