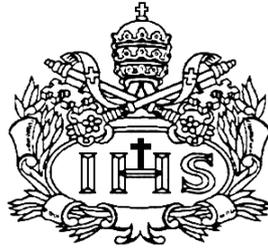


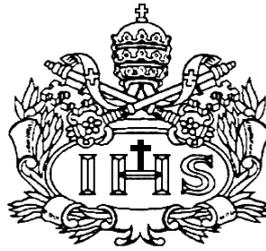
**Diseño de órtesis como tratamiento conservador para el síndrome del túnel cubital.**



**Daniela Vergara Bustamante**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
Bogotá D.C.  
2012**

**Diseño de órtesis como tratamiento conservador para el síndrome del túnel cubital.**



**Daniela Vergara Bustamante**

**Diseñador industrial**

**Jorge Enrique Camacho Mariño**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO  
CARRERA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
Bogotá D.C.**

Nota de Advertencia: **Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946.**

“La Universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velará por qué no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y por que las tesis no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas el anhelo de buscar la verdad y la justicia”.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero darle las gracias a todas las personas que lograron que fuera posible concluir con éxito mi trabajo de grado A mi familia y amigos por su apoyo, a Iván Ramírez Burbano por su tiempo y conocimiento y Jorge Camacho por su guía y compromiso.

## ÍNDICE

ÍNDICE	1
1. FICHA DEL PROYECTO	13
1.1 Nombre	13
1.2 Título	13
1.3 Tema	13
1.4 Subtema	13
1.5 Descripción general	13
1.6 Palabras claves	14
2. INTRODUCCIÓN	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	17
3.1 Formulación del problema	17
3.2 Análisis de la problemática	20
3.3 Oportunidad de diseño	23
3.4 Grupo objetivo	23
3.4.1 Contextura física aproximada al público objetivo	23
3.4.2 Definición de tallas	25
4. JUSTIFICACIÓN	26
5. OBJETIVOS DEL PROYECTO	27
5.1 General	27
5.2 Específicos	27
6. LÍMITES Y ALCANCES	28
6.1 Límites	28
6.2 Alcances	28
7. PLANTEAMIENTO CONCEPTUAL	30
8. DETERMINANTES Y REQUERIMIENTOS	32
9. ALTERNATIVAS	42
9.1 Tabla Comparativa de propuestas	44
9.2 Evolución de las propuestas	45

10. PROTOTIPOS Y COMPROBACIONES	47
10.1 Prototipos y comprobaciones	47
10.1.1 Prototipo Propuesta 4	47
10.1.2 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Evolución 3)	49
10.1.3 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Evolución 8)	51
10.1.4 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Evolución 8 prototipo aluminio)	53
1.4 Tabla comparativa	56
10.1.5 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Modelo funcional)	56
1.4 Tabla comparativa	58
11. PROPUESTA PROYECTUAL	59
11.1 Propuesta Final	59
11.1.1 Modelado 3D (Propuesta final)	59
11.2 Piezas y componentes	60
11.2.1 Modelado 3D (piezas y sistema de restricción)	61
11.8 Músculos, Huesos y nervio cubital	62
11.9 Ángulos de Flexión Diurno y Nocturno	62
11.10 Actividades	63
11.12 Comprobación Prototipo real	64
11.12.1 Prueba de restricción de la flexión	64
11.12 Comprobación Prototipo real	68
11.12.1 Prueba de restricción de la flexión	68
11.12.1.1 Prueba Participante número 1	72
11.12.1.2 Prueba Participante número 2	75
11.12.1.3 Prueba Participante número 3	78
11.12.1.4 Prueba Participante número 4	79
11.12.1.5 Prueba Participante número 5	81
11.13 Encuesta: percepción de producto	84
11.13.1 Encuesta	84
11.13.2 Análisis de resultados	86
11.13.3 Conclusiones:	89
12. DESARROLLO DE PRODUCTO	93
12.1 Definición de Materiales y procesos productivos	93
12.1.1 Espuma de polietileno	93
12.1.2 Poliamida Nylon (PA6)	96
12.1.3 Polipropileno	98
13. MARCA	101

13.1 Propuestas de logotipo	101
13.2 Logotipo final	101
13.3.1 Logic Link	101
13.3 Empaque	102
13.4 Manual de uso	103
13.5 Plan de negocios	103
13.4.1 Segmento de clientes:	104
13.5.2 Canales	105
13.5.3 Relación con los clientes	106
13.5.4 Propuesta de valor	106
13.5.5 Actividades Claves	107
13.5.6 Recursos Claves	108
13.5.7 Estructura de costos	108
15. MARCO TEÓRICO	109
15.1 El miembro superior	109
15.1.1 Movimientos del miembro superior:	110
15.1.2 Estructura ósea	111
15.1.3 Estructura Muscular	112
15.1.4 Estructura nerviosa	113
15.1.5 Articulaciones	114
15.2 El codo	115
15.2.1 Biomecánica del codo	117
15.3 Neuropatías compresivas	119
15.3.1 Síndrome de compresión del nervio cubital	120
15.3.2 Causas	121
15.3.3 Sintomatología	122
15.3.4 Tratamiento	122
15.4 Tipologías y productos existentes para el tratamiento	124
16. FUENTES DE INFORMACIÓN	129
Trabajos citados	131

## **1. Ficha del proyecto**

### *1.1 Nombre*

Cocoon

### *1.2 Título*

Diseño de órtesis como tratamiento conservador para el síndrome del túnel cubital.

### *1.3 Tema*

Producto

### *1.4 Subtema*

Desarrollo de producto ortopédico-órtesis.

### *1.5 Descripción general*

La falta de educación postural y la ejecución repetitiva de algunas actividades, son unas de las mayores causas del desarrollo de neuropatías compresivas como el síndrome del túnel cubital. En la actualidad el diseño industrial nos ha permitido dar nuevas soluciones para el desarrollo de productos ortopédicos

que permitan no sólo tratar de manera adecuada este tipo de síndromes, sino también volverlos asequibles a personas con un nivel medio-bajo de ingresos.

### *1.6 Palabras claves*

Órtesis

Síndrome del túnel cubital

Neuropatía compresiva

Tratamiento conservador

Ortopédico

## 2. Introducción

Según Blackmore, S. (2002), el síndrome de compresión del nervio cubital es la segunda neuropatía compresiva más frecuente del miembro superior después del síndrome del túnel del Carpo. Este síndrome, como su nombre lo indica, es ocasionado por el atrapamiento del nervio cubital en el área del codo debido a la flexión repetitiva o sostenida del brazo, ocasionando debilidad en el agarre, dolor, sensación de hormigueo (parestesias) y alteraciones en la percepción de la sensibilidad (disestesias).

Sus causas son muy variadas y van desde una fractura, una anomalía muscular, hasta alteraciones hormonales e inflamatorias. La falta de educación postural y la ejecución repetitiva o sostenida de ciertas actividades, son también algunas de las grandes causas para su desarrollo.

Es más frecuente evidenciar los síntomas en oficinistas, conductores de vehículos (camiones, taxis, buses), almacenistas, mecánicos o fisicoculturistas, pero hay que aclarar que quizás el principal origen de compresión del nervio se genera por la mala postura durante las horas de sueño y aquellas actividades que se realizan con el codo en flexión aguda.

En algunos casos el síndrome puede ser tratado en forma conservadora. Ésta debe ser en casos incipientes, la primera opción de tratamiento. El uso de férulas o

coderas es una alternativa para controlar la postura del paciente y reducir los síntomas, pero es importante precisar que muchas de éstas tienen costos elevados o son demasiado incómodas para ser usadas durante el desarrollo de actividades cotidianas o durante las horas de sueño. Lo que lleva a que el paciente no concluya el tratamiento y se deba proceder a solucionar el problema por medio de una intervención quirúrgica.

El diseño industrial ha ido tomando fuerza con el paso del tiempo en el sector de la salud, brindando nuevas y mejores posibilidades a la hora de desarrollar productos y servicios más amables con las personas. Es por eso que este proyecto tiene el interés de fusionar estos conocimientos para ofrecer un producto ortopédico que ayude a controlar y prevenir el desarrollo de los síntomas del síndrome y así, proporcionar una opción que no interfiera de manera radical con las actividades cotidianas y que sea económicamente asequible para las personas con niveles de ingresos medio-bajo.

### **3. Planteamiento del proyecto**

#### *3.1 Formulación del problema*

Actualmente en Colombia muchos de los pacientes que padecen del síndrome de compresión del nervio cubital presentan inconvenientes con el tratamiento conservador sugerido por el médico ortopedista, causando en muchos casos una deserción o una mejoría temporal de los síntomas. La falta de adherencia al tratamiento, la complejidad o incomodidad de los productos, los altos costos y la falta de educación postural son algunas de estas causas.

Según (Africano, 2008) la RESOLUCION No. 5261 AGOSTO 5 DE 1994, la EPS no costea las órtesis, férulas, prótesis o aparatos ortopédicos necesarios para tratar este síndrome en particular. La norma específica:

Artículo 12. UTILIZACIÓN DE PRÓTESIS, ORTESIS, APARATOS Y ADITAMENTOS ORTOPÉDICOS O PARA ALGUNA FUNCIÓN BIOLÓGICA:  
Se definen como elementos de este tipo, aquellos cuya finalidad sea la de mejorar o complementar la capacidad fisiológica o física del paciente. Cuando el paciente requiera de su utilización y se encuentren expresamente autorizados en el plan de beneficios, se darán en calidad de préstamo con el compromiso de devolverlos en buen estado salvo el deterioro normal; en caso contrario deberá restituirlos en dinero por su valor comercial.

PARAGRAFO: Se suministran prótesis, órtesis y otros: marcapasos, prótesis valvulares y articulares y material de osteosíntesis, siendo excluidas todas las demás. En aparatos ortopédicos se suministrarán: muletas y estructuras de soporte para caminar, siendo excluidos los zapatos ortopédicos, plantillas, sillas de ruedas, medias con gradiente de presión o de descanso, corsés, fajas y todos los que no estén expresamente autorizados.

Para responder a la falta de recursos económicos, son varios los médicos ortopedistas o cirujanos de la mano que han decidido ofrecer algunas alternativas poco convencionales para tratar a sus pacientes generalmente durante las horas de la noche con opciones como: férulas caseras con una toalla o yeso, el uso de coderas no especializadas y hasta la inmovilización del brazo con un cartón. Aun así muchos de los pacientes no finalizan el tratamiento.



El fracaso del tratamiento conservador implica para el paciente no sólo el incremento de los síntomas sino también la posibilidad de una intervención

quirúrgica. Dentro de sus riesgos encontramos hematomas, complicaciones en la cicatrización, pérdida de la sensibilidad en la zona, infección y limitaciones en el movimiento temporal o permanentemente. A su vez los tiempos de recuperación post-quirúrgico pueden estar entre los 3 a los 12 meses.

Para un paciente con un nivel de ingresos entre 1 y 6 salarios mínimos la ausencia laboral implica una pérdida de aproximada de 60 a 90 días hábiles los que nos da un estimado de pérdida entre los 1´698.000 a 20´400.000 de pesos durante este periodo si la persona trabaja como independiente. Por el contrario para un trabajador con un salario fijo o variable la norma regulada por la ley 776 del 2002 del Ministerio de salud y protección social (Gerencie.com, 2010) indica lo siguiente:

**Art. 227. Valor del auxilio.** En caso de incapacidad comprobada para desempeñar sus labores, ocasionada por enfermedad no profesional, el trabajador tiene derecho a que el patrono le pague un auxilio monetario hasta por ciento ochenta (180) días, así: las dos terceras ( $2/3$ ) partes del salario durante los primeros noventa (90) días, y la mitad del salario por el tiempo restante.

**Art. 228.- Salario variable.** En caso de que el trabajador no devengue salario fijo, para pagar el auxilio por enfermedad a que se refiere este capítulo, se tiene como base el promedio de lo devengado en el año de servicios anterior a la fecha en la cual empezó la incapacidad o en todo el tiempo de servicios si no alcanzare a un (1) año.

A pesar del subsidio prestado no sólo por la empresa sino también por la EPS, el paciente tendría durante este tiempo de igual manera una reducción significativa de su salario.

### 3.2 Análisis de la problemática

Actualmente las neuropatías compresivas o problemas nerviosos en las extremidades son una de las principales causas de ausencia laboral a nivel mundial.<sup>1</sup> Un estudio realizado a 44.000 trabajadores en los Estados Unidos por (Maureen Harris, 1993) y la National Health Interview Survey (1993) aseguró que el 22% de ellos presentaron ausencias laborales por síntomas en las manos y muñecas como mínimo uno o días más durante el año, y según el Bureau of Labor Statistics de los Estados Unidos (2001) el 55% de los trabajadores de industrias privadas presentan alteraciones o traumatismo bien sea en la mano o en la muñeca debido a movimientos repetitivos.<sup>2</sup>

En Colombia hay muy pocos datos sobre el impacto que tiene este síndrome. Para obtener dicha información se encuestó a cinco médicos ortopedistas y cirujanos de la mano y se indagó sobre los siguientes aspectos:

- Número de pacientes que los visitan mensualmente
- Número de pacientes que corresponden a los distintos niveles socio-económicos.
- Número de pacientes que sufren del síndrome del túnel cubital

---

<sup>1</sup> Ramos, R. (2010) Neuropatía compresiva del nervio interóseo posterior a nivel del codo (síndrome de la arcada de frohse) ¿debe incluirse en el listado de enfermedades profesionales?. *Med. segur. trab.* v.56 n.220 Madrid.

<sup>2</sup> Autor Institucional, Ministerio de la Protección Social (2006). *Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Desórdenes Musculo esqueléticos (DME) relacionados con Movimientos Repetitivos de Miembros Superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de De Quervain (GATI- DME).* Bogotá: Ministerio de la Protección Social

-Número de pacientes que sufren del síndrome del túnel cubital y pueden ser tratados de forma conservadora.

-¿Cómo debe ser el tratamiento conservador de este síndrome?

-¿Cómo debe ser el tratamiento conservador de este síndrome para pacientes que no pueden acceder a una férula especializada por su costo?

Las respuestas a esta encuesta están ilustradas en la siguiente infografía:

## Medicos ortopedistas en Colombia



Fuentes:  
 1. Roselli, D. Otero, A. Heller, D. Calderón, C. Moreno, S. Perez, A. (2000).  
 Estimación de la oferta de médicos especialistas en Colombia con el método  
 de captura-recaptura. Recursos humanos.  
<http://www.scielo.org/pdf/rhp/v9n6/5383.pdf>  
 2. García, P. Tarifas mínimas en cirugía general.  
<http://www.encolombia.com/medicina/cirugia/ciru21204-tarifa.htm>

## Perfil de los médicos encuestados



Nombre: María Esther Castillo.  
 Cargo: Especialista cirugía de mano.  
 Compañía: Mederí, ARP Colpatría, Clínica Americas.



Nombre: Ivan Dario Ramirez Burbano.  
 Cargo: Cirugía de mano.  
 Compañía: Hospital Universitario infantil de San José,  
 Fundación Cardioinfantil



Nombre: Julio Sandoval  
 Cargo: Ortopedista- Cirugía de mano.  
 Compañía: Hospital Simón Bolívar, Fundación Cardioinfantil,  
 Colmedica.



Nombre: Edgar Henao Riveros  
 Cargo: Especialista cirugía de mano.  
 Compañía: Colsanitas



Nombre: Jaime Ernesto Furigua  
 Cargo: cirugía de mano.  
 Compañía: Colsanitas, Hospital de San José, Hospital  
 infantil universitario de San José, Fundación Cardioinfantil.

## ENCUESTA

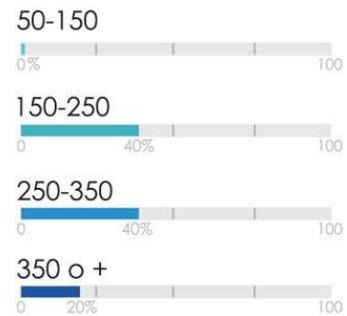


### Tratamiento conservador

- Férula en extensión (día/noche)
- Educación postural
- Educación sobre la enfermedad
- Terapia física
- Antiinflamatorios



## ¿Cuántos pacientes aproximadamente recibe usted mensualmente?

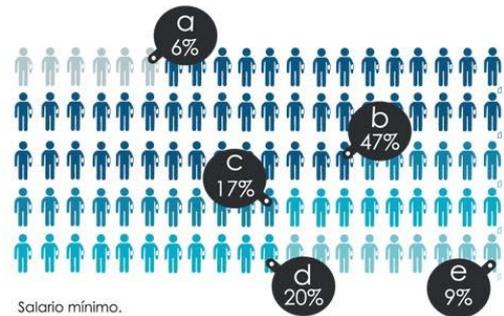


Si un paciente no puede comprar una férula especializada ¿que recomienda usted que debe hacer?



- Dormir con una codera
- Férula casera con una toalla
- Férula de yeso
- Inmovilizar con un cinturón.

## Distribución de los pacientes según su nivel de Ingresos:



Salario mínimo.

a. menos de 1 b. de 1 a 3 c. de 3 a 6 d. de 6 a 10 e. más de 10

### *3.3 Oportunidad de diseño*

Desarrollar una órtesis que a un bajo costo (personas un nivel de ingresos medio-bajo de 1 a 6 salarios mínimos) que permita restringir la posición de flexión del codo en las horas de sueño del paciente y reducir el impacto de compresión del nervio durante la ejecución de actividades como hablar por teléfono, manejar, usar el computador entre otras, para así controlar los síntomas y favorecer la recuperación.

### *3.4 Grupo objetivo*

Por lo general, son personas que se encuentran en una etapa temprana del desarrollo del síndrome de compresión del nervio cubital y necesitan de un tratamiento conservador para prevenir y controlarlo. Con una contextura física medida por la circunferencia del brazo y antebrazo, entre 26cm-43cm brazo y 20cm-35cm antebrazo, medidas representativas para las tallas S M y L. Con un nivel de ingresos de 1 a 6 salarios mínimos mensuales proveniente de actividades laborales donde se presenta flexión aguda del codo como oficinistas, conductores de vehículos, almacenista, obreros y mecánicos y que dado a su nivel de ingresos no pueden acceder a un tratamiento especializado.

#### *3.4.1 Contextura física aproximada al público objetivo*

La siguiente tabla es una recopilación de datos Según los resultados obtenidos por (University of Rhode Island, 2012) y (National Aeronautics and space administration, 1995) en sus estudios antropométricos y biomecánicos, básicamente desarrollado

en los Estados Unidos. Debido a la falta de documento sobre las medidas antropométricas para el miembro superior en Colombia se tomaron estos datos como referencia.

#### Datos Mujeres blancas-negras Americanas alrededor de los 40 años

<b>Sección</b>	<b>Percentil 5</b>	<b>Percentil 50</b>	<b>Percentil 95</b>
Longitud Hombro-codo	27.5 cm	29.8 cm	32.4 cm
Longitud antebrazo-mano	37.3 cm	41.7 cm	44.6 cm
Brazo (segmento/masa)	1.41 kg	1.71 kg	2.07 kg
Antebrazo (segmento/masa)	0.84 kg	1.02 kg	1.24 kg
Circunferencia bíceps	23.8 cm	25.5 cm	29.3 cm
Antebrazo circunferencia relajado	19.1 cm	22.0 cm	24.1 cm
Bíceps circunferencia flexionado	23.9 cm	27.7 cm	31.4 cm
Rango de movimiento codo en Ángulos.	144.9 °	-	165.9°

#### Datos Hombres blancos-negros Americanos alrededor de los 40 años

<b>Sección</b>	<b>Percentil 5</b>	<b>Percentil 50</b>	<b>Percentil 95</b>
Longitud Hombro-codo	33.7 cm	36.6 cm	39.4 cm
Longitud antebrazo-mano	41.8 cm	45.5 cm	49.6 cm
Brazo (segmento/masa)	1.84 kg	2.23 kg	2.67 kg
Antebrazo (segmento/masa)	1.14 kg	1.39 kg	1.66 kg
Circunferencia bíceps	25.3 cm	31.2 cm	35.1 cm

Antebrazo circunferencia relajado	27.4 cm	30.1 cm	32.7 cm
Bíceps circunferencia flexionado	29.4 cm	33.2 cm	36.9 cm
Rango de movimiento codo en Ángulos.	140.5°	-	159.0°

### 3.4.2 Definición de tallas

De acuerdo a los resultados arrojados por los estudios y las tallas utilizadas actualmente en productos ortopédicos, se definieron tres tallas para el desarrollo de la órtesis según las medidas de la circunferencia tanto del bíceps como del antebrazo.

Las tallas son unisex y se definieron de la siguiente manera:

Talla S: 26-32cm Brazo y 20-25cm antebrazo

Talla M: 32-37cm brazo y 25-30 antebrazo

Talla L: 37-43 cm brazo y 30-35 antebrazo

#### 4. Justificación

Este proyecto pretende impulsar el uso de algunas herramientas del Diseño Industrial, en el desarrollo de productos ortopédicos, estimulando el trabajo interdisciplinar (el diseño industrial y la medicina) en la elaboración de productos más amables para los pacientes.

A su vez, siguiendo la misión de la Pontificia Universidad Javeriana: " reducir la discriminación social y la concentración del poder económico",<sup>3</sup> el proyecto se compromete a diseñar un tratamiento económicamente asequible para personas con niveles de ingreso medio-bajo, que "traiga beneficios y libertad"<sup>4</sup> a cada uno de los pacientes que sufren del síndrome de túnel cubital y necesitan un tratamiento conservador; fortaleciendo la adherencia al tratamiento y la educación postural, esencial para su recuperación.

---

<sup>3</sup> Pontificia Universidad Javeriana. Extraído el 20 de Febrero de 2012. <http://www.javeriana.edu.co/puj/oracle/mision.html>

<sup>4</sup> ICSID, Definition of design. Extraído el 26 de Febrero de 2012. <http://www.icsid.org/about/about/articles31.htm>

## 5. Objetivos del Proyecto

### 5.1 General

Diseñar una órtesis para ayudar a prevenir y controlar el desarrollo del síndrome de compresión del nervio cubital, para personas con ingresos entre 1 y 6 salarios mínimos, que por lo general no pueden acceder a un tratamiento especializado y que realizan actividades laborales donde se presenta flexión aguda del codo. Para así, mejorar la adherencia al tratamiento y permitirles cuidar correctamente de su salud mientras desarrollan la mayoría de sus actividades cotidianas.

### 5.2 Específicos

- Desarrollar una órtesis para ser usada durante las horas de sueño del paciente y el desarrollo de algunas actividades cotidianas restringiendo de 0° a 30° durante las horas de reposo y de 0° a 70° durante el desarrollo de actividades.
- Desarrollar una órtesis para ser usada de 2 a 4 meses, tiempo requerido por el tratamiento.
- Ofrecer un producto con un costo menor a \$75.000 pesos, asequible para pacientes con niveles de ingreso medio-bajo.

## 6. Límites y Alcances

### 6.1 Límites

- El proyecto se trabajará con un médico ortopedista y cirujano de mano y se presentará en Junio de 2012.
- Se hará únicamente una propuesta para el tratamiento conservador del síndrome de compresión del túnel cubital. (órtesis)
- Se desarrollará un producto únicamente para personas adultas mayores de 18 años, con una contextura física medida por la circunferencia del brazo y antebrazo, entre 26cm-43cm brazo y 20cm-35cm antebrazo (talla S, M y L).
- Se harán prototipos funcionales únicamente para el desarrollo de pruebas de restricción de la flexión.
- Se presentará un modelo digital de la propuesta con su empaque. Una sola talla.
- No se llevará a cabo una comprobación real del tratamiento pues el tiempo para el mismo es de 2 a 4 meses, sin embargo si se podría llegar a comprobar: Los ángulos de restricción de movimiento que permite la órtesis diseñada (uso diurno y nocturno) y una prueba de percepción del producto.

### 6.2 Alcances

#### Corto plazo:

- Impulsar investigaciones tanto en el área del diseño como en la medicina para así desarrollar productos que sean más amables con los usuarios.

-Incentivar el desarrollo de productos médicos con el respaldo o liderazgo de diseñadores industriales en Colombia.

-Ayudar a aumentar la adherencia al tratamiento de personas que sufren el síndrome de compresión del nervio cubital.

#### Mediano plazo:

-Llevar a cabo un estudio real con un grupo significativo de pacientes entre 60 a 100, para comprobar la funcionalidad del producto y la eficiencia del tratamiento.

-Lograr vender el proyecto una empresa fabricante de productos ortopédicos.

#### Largo plazo:

-Desarrollar una línea de productos ortopédicos para tratar de forma conservadora otras neuropatías compresivas, tanto en las extremidades superiores como en las inferiores.

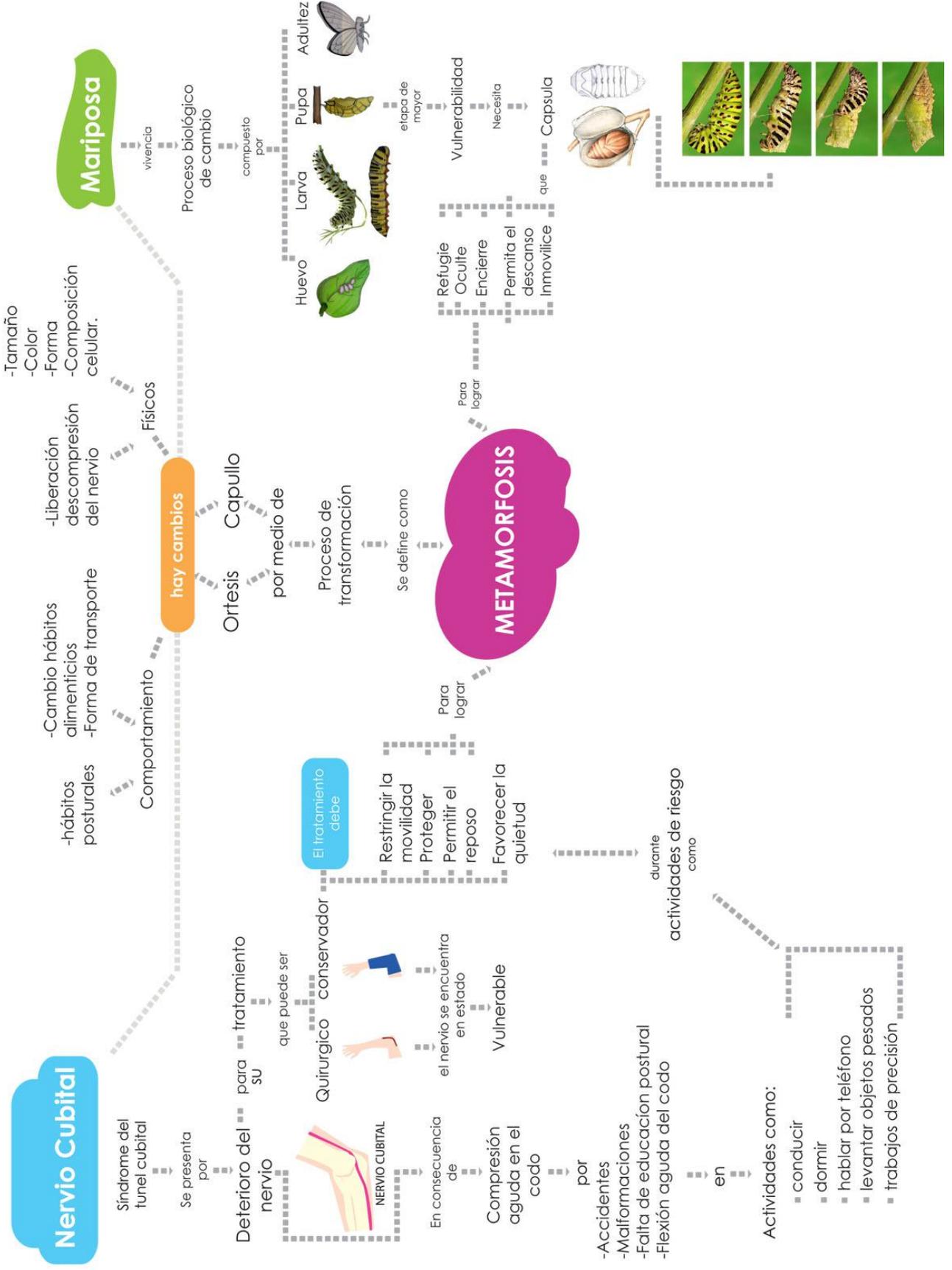
-Lograr comercializar la línea de productos especializados a una empresa fabricante de productos ortopédicos.

## **7. Planteamiento conceptual**

El tratamiento para la recuperación del nervio cubital requiere de un proceso de protección, reposo y transformación. Éste, como se mencionó anteriormente, debe ser en primera instancia un tratamiento conservador en un tiempo determinado de 3 y 24 semanas logrando restringir la movilidad del codo, favorecer la quietud, prevenir el contacto del nervio con superficies rígidas y permitir que el nervio repose y así liberarlo de la compresión. Todo con el fin de lograr una METAMORFOSIS física y comportamental.

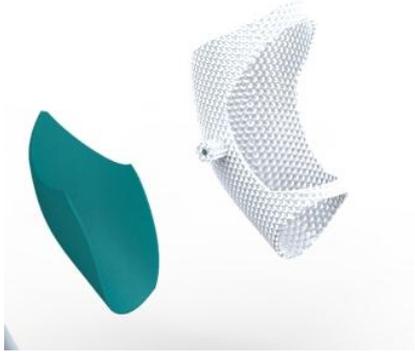
En la naturaleza podemos encontrar que existe un proceso biológico de cambio con estas mismas características. El capullo procura un espacio seguro y confortable para que la oruga se pueda desarrollar de forma adecuada y experimente decisivos cambios estructurales y comportamentales para su supervivencia. En esta etapa de evolución encontramos que la pupa es capaz de refugiar, ocultar, permitir el descanso e inmovilizar a la oruga, facilitando así su metamorfosis.

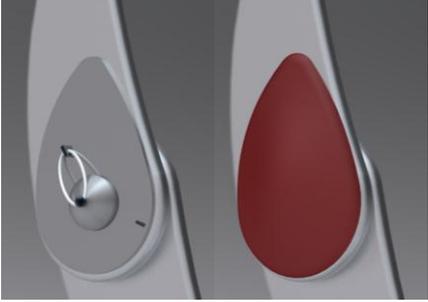
Al igual que la pupa, se busca que la órtesis se convierta en un aliado para el paciente, no sólo para generar un cambio físico con la recuperación del nervio, sino también para modificar algunos de sus hábitos posturales y así prevenir la reaparición del síndrome.



## 8. Determinantes y requerimientos

Determinante/ condicionante	Requerimiento	Especificación
<p><b>A. El diseño de los elementos debe ajustarse a la prescripción médica y a las necesidades del usuario. Anexo. Resolución 1319 de 2010. Ministerio de la protección social.</b></p>	<p>1. Debe restringir los movimientos de flexión del codo y tendrá doble función: podrá ser usado durante el día y la noche.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Durante el día debe limitar el movimiento entre los 40° y los 70°</li> <li>-Durante la noche debe limitar el movimiento entre los 15° y 35°.</li> </ul> <p>2. Debe permitir que el nervio cubital no se maltrate cuando se apoya sobre cualquier superficie rígida.</p>	<p>1. El producto cuenta un sistema que restringen la flexión del codo.</p> <p>a. Uso Diurno: La ortesis permite unicamnete el movimiento de flexión entre los 0° y los 70°.</p>  <p>b. Uso Nocturno: Como la ortesis debe ser usada tanto en las actividades diurnas como el las horas de reposo se incluyó un sistema que permite modificar la restricción de maxima de flexión, de forma manual, entre los 0° y los 30° grados.</p>  <p>2. Para prevenir que el nervio cubital se maltrate el producto cuenta con una almohadilla termoformada en espuma de polietileno de baja densidad cóncava con una cámara interna que aísla y ofrece un espacio libre para proteger el nervio, evitando así que el nervio entre en contacto tanto con la órtesis como con las superficies rígidas.</p>

		
<p><b>B. Debe favorecer la autonomía del paciente y permitirle hacer uso del producto de manera independiente sin ayuda adicional.</b></p>	<p>1. El producto debe ser de fácil postura.</p>	<p>1. El producto contará con los siguientes sistemas de agarre:.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>A. Dos brazaes rígidos con ajuste al brazo y antebrazo</li> <li>B. Un sistema que ajusta la almohadilla al codo.</li> </ul>  <p>Por otro lado el sistema de restricción de los ángulos de flexión podrá ser regulado de forma manual por el paciente, bien sea a la hora de dormir (0°-30°) o al empezar el día (0°-70°)  Cuenta con una lámina de amida que ajusta con el sistema de restricción a 30° y cuenta con una tapa para evitar que la lámina se desplace durante las horas de sueño.</p>

		
<p><b>C. "Su utilización no comprometa la salud ni la seguridad de los usuarios o de quienes estén en contacto con los mismos" Artículo 5o. Resolución 1319 de 2010 Ministerio de la protección social.</b></p>	<p>1. La órtesis no debe pesar más de 600grs.</p>	<p>1. PESO DE LOS MATERIALES Con una calculadora de pesos de materiales se determinó el peso aproximado del material en la órtesis:</p> <p><b>Almohadilla Polietileno de media densidad:</b> Se tomó como referencia un tubo redondo de 24 cm de diámetro externo x 23.5 de diámetro interno x 9cm altura y se dividió en tres para sacar el peso aproximado.</p> <p>Alto: 9cm Ancho: 5cm Grosor: 0,5 cm Peso aproximado: 42 gr.</p> <p><b>Recubrimiento interno Órtesis- Polietileno de media densidad:</b> Brazo: 33.5cm de diámetro externo 33.2 cm de diámetro interno 5 cm de longitud. Peso aproximado: 73 gr.</p>  <p>Antebrazo: 24.5 cm diámetro externo 24.2 cm diámetro interno 3 cm longitud Peso aproximado: 32 gr.</p> <p>Lamina: 0,2 cm espesor 2 cm ancho 14 cm longitud Peso aproximado: 0,54 gr.</p>

**CÁLCULO DE PESOS**

Volver

Seleccionar material

Metales

- Aluminio
- Bronce
- Latón
- Cobre
- Hierro
- Acero

Plásticos

- Nylon
- Delrin
- Amida
- PVC
- Teflón
- Polietileno
- Polipropileno
- Metacrilato
- Policarbonato
- Celotex

Pesos Teóricos Placas

Espesor (A)  mm

Ancho (B)  mm

Largo  mm

Calcular  Kgs

Seleccionar formato

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

### Caprón-Amida:

Brazo:  
 33.5cm de diámetro externo  
 33.2 cm de diámetro interno  
 5 cm de longitud.  
 Peso aproximado: 94 gr.

**CÁLCULO DE PESOS**

Volver

Seleccionar material

Metales

- Aluminio
- Bronce
- Latón
- Cobre
- Hierro
- Acero

Plásticos

- Nylon
- Delrin
- Amida
- PVC
- Teflón
- Polietileno
- Polipropileno
- Metacrilato
- Policarbonato
- Celotex

Pesos Teóricos Tubos Redondos

Exterior (A)  mm

Interior (B)  mm

Longitud  mm

Calcular  Kgs

Seleccionar formato

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Antebrazo:  
 24.5 cm diámetro externo  
 24.2 cm diámetro interno  
 3 cm longitud  
 Peso aproximado: 67 gr.

**CÁLCULO DE PESOS**

Volver

Seleccionar material

Metales

- Aluminio
- Bronce
- Latón
- Cobre
- Hierro
- Acero

Plásticos

- Nylon
- Delrin
- Amida
- PVC
- Teflón
- Polietileno
- Polipropileno
- Metacrilato
- Policarbonato
- Celotex

Pesos Teóricos Tubos Redondos

Exterior (A)  mm

Interior (B)  mm

Longitud  mm

Calcular  Kgs

Seleccionar formato

- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 

Lamina:  
 0,2 cm espesor  
 3 cm ancho  
 14 cm longitud  
 Peso aproximado: 0,10 gr.

	<p>2. Debe permitir que el nervio cubital no se maltrate cuando se apoya sobre cualquier superficie rígida.</p> <p>3. Los materiales deben proteger la piel (antialérgicos, no tóxicos, fácil limpieza) (pues hay contacto con la piel).</p>	 <p><b>Peso total aproximado: 318 gr.</b></p> <p>2. Para prevenir que el nervio cubital se maltrate el producto cuenta con una almohadilla en polietileno de media densidad cóncava con una cámara interna que aísla y ofrece un espacio libre para proteger el nervio, evitando así que el nervio entre en contacto tanto con la órtesis como con las superficies rígidas.</p> <p>3. Tanto el polipropileno, el nylon (amida caprón) como el neopreno son materiales con una alta resistencia a los agentes químicos y a los detergentes de uso cotidiano, lo que permite que sean de fácil limpieza y se evita así el crecimiento de hongos o bacterias que puedan poner en peligro la salud del paciente. De igual forma se adicionarán componentes biosidas y afototáxicos para aumentar su resistencia a los agentes externos.</p> <p>Por otro lado los materiales elegidos no son tóxicos, no liberan sustancias al contacto con el agua, no tienen olor ni sabor.</p>
<p><b>D. "Los componentes de las prótesis y de las órtesis elaboradas deben ser cobijados por una garantía de vida útil de mínimo seis (6) meses." Anexo 1. Resolución 1319 de 2010 Ministerio de la protección social.</b></p>	<p>1. Los materiales utilizados deben ser de fácil mantenimiento y limpieza pues el producto debe ser usado por periodos largos de tiempo.</p>	<p>1. Propiedades de los materiales</p> <p>Caprón:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Buena resistencia a la abrasión (intemperie)</li> <li>-Resistente a agentes químicos como el combustible y aceites.</li> <li>-Debido a su absorción de humedad debe adicionales un aditivo biosida para evitar la proliferación de micro-organismos.</li> </ul> <p>Polietileno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-alta resistencia térmica y la absorción de humedad y agua.</li> <li>-Es un material con una alta resistencia a la proliferación de hongos y bacterias pero para mejorar sus cualidades (debido al contacto directo con la piel) es importante incluir un aditivo biosida.</li> <li>-Gran capacidad para absorber golpes, ideal para productos médicos o deportivos para prevenir lesiones por golpes.</li> </ul>

	<p>2. El producto podrá ser usado entre 2-6 meses consecutivos.</p>	<p>Polipropileno:          -Impermeable          -Buena resistencia a los químicos y detergentes (fácil limpieza)          -Buena resistencia a las altas temperaturas (usado en productos que necesitan esterilización)</p> <p>2. Los materiales cuentan con gran resistencia a la fatiga, golpes y corrosión permiten que el producto pueda ser usado durante los meses que indica el tratamiento.</p>
<p><b>E. El tratamiento/órtesis debe estar diseñado para personas con un nivel de ingresos medio-bajo</b></p>	<p>1. No debe tener un costo mayor a \$75.000 pesos.</p>	<p>1. Costos de los procesos:</p> <p><b>Troquelado Pieza 1:</b>          -Costo troquel: Aprox: \$60.000 pesos          -Costo Troquelado x 1.000 piezas: \$35.000 a \$55.000, o entre \$100 y \$1.000 pesos por golpe.</p> <p><b>Termoformado Pieza 1:</b>          -Costo juego de Moldes 3 cavidades: \$600.000 a \$700.000.          -Costo cierre: \$4.000 - \$4.500          -Total piezas por cierre: 10</p> <p><b>Lamina Caprón:</b>          -Grosor: 5mm          -Ancho 1,70 cm x largo 1,70 cm          -Costo: \$17.248 a \$23.650 pesos</p>  <p><b>Troquelado Pieza 2:</b>          -Costo troquel: Aprox: \$60.000 pesos          -Costo Troquelado x 1.000 piezas: \$35.000 a \$55.000, o entre \$100 y \$1.000 pesos por golpe.          -Total piezas por cierre: 10</p> <p><b>Lamina Polietileno de media:</b>          -Grosor: 5mm          -Ancho 1,70 cm x largo 1,70 cm          -Costo: entre \$3,932 a \$7,432 pesos.</p> 

		<p><b>Troquelado Pieza 3:</b>          -Costo troquel: Aprox: \$30.000 pesos          -Costo Troquelado x 1.000 piezas: \$35.000 a \$55.000 o entre \$100 y \$1.000 pesos por golpe.          -Total piezas por cierre: 18</p> <p><b>Lamina Polipropileno de media:</b>          -Grosor: 5mm          -Ancho 1,70 cm x largo 1,70 cm          -Costo: entre \$3,932 a \$7,432 pesos.</p> <p><b>Termoformado Pieza 3:</b>          -Costo juego de Moldes 3 cavidades: \$600.000 a \$700.000.          -Costo cierre: \$4.000 - \$4.500          -Total piezas por cierre: 18</p>  <p><b>Neopreno:</b>          -Costo por metro: entre \$26.000 a \$34.000 m2.          -Costo troquel: Aprox: \$30.000 pesos          -Costo Troquelado x 1.000 piezas: \$35.000 a \$55.000 o entre \$100 y \$1.000 pesos por golpe.          -Total piezas por cierre: 8          -Costo costura: \$630 pesos x pieza</p> <p><b>Empaque:</b>          -Costo por caja: \$649 + iva          -Producción mínima 1.000 empaques.          -Incluye: Troqueles, planos, clisep, quemado de planchas y laminado.</p> <p><b>Total Aproximado:</b>          -Por órtesis: \$14.209 a \$27.670          -Por órtesis + empaque: \$14.858 a \$28.310.</p>
<p><b>F. El tratamiento debe educar sobre la correcta postura del codo.</b></p>	<p>1. La órtesis por si sola debe indicar cuales son los ángulos de flexión que deben ser llevados a cabo por el paciente para no afectar su salud.</p>	<p>1. Al restringir el movimiento de flexión (mecanismo), la órtesis le indicará al paciente cual es el rango máximo de movimiento que debe realizar durante el tratamiento.</p>

	<p>2. La órtesis deberá ir acompañada de un folleto, cartilla o instructivo que le permita educar al paciente sobre la correcta postura del codo.</p>	 <p>2. Se realizó un folleto ilustrado que explica la secuencia de uso del producto, los ángulos de restricción y la correcta postura durante ciertas actividades cotidianas.</p>
<p><b>G. El tratamiento/órtesis podrá ser usado por lo general por personas con una contextura promedio medida por la circunferencia del brazo y antebrazo, entre los 26cm-43cm brazo y 20cm-35cm antebrazo.</b></p>	<p>1. El tratamiento/órtesis se podrá adquirir en tres tallas distintas.</p> <p>2. En casos especiales se podrán desarrollar órtesis con medidas específicas.</p>	<p>1. tomando como referencia el contorno del brazo:  Talla S: 26-32cm Brazo y 20-25cm antebrazo  Talla M: 32-37cm brazo y 25-30 antebrazo  Talla L: 37-43 cm brazo y 30-35 antebrazo</p> <p>2. El termo formado es un proceso que puede ser utilizado en el desarrollo de piezas por encargo, lo que lo hace ideal para la fabricación de órtesis con condiciones específicas (obesidad, delgadez, malformaciones, etc.)</p>
<p><b>H. Garantizar el correcto almacena-miento de los dispositivos y materiales. Anexo 1. Resolución 1319 de 2010. Ministerio de la protección social.</b></p>	<p>1. El producto debe tener un empaque propio que lo proteja cuando no está en uso.</p>	<p>1. Se desarrolló un empaque en cartón que hace alusión a la forma del capullo para guardar la órtesis bien sea en la estantería del almacén de productos médicos o para guardarla mientras no esa en uso.</p> 
<p><b>I. Todo dispositivo médico sobre medida de prótesis y órtesis ortopédica externa, elaborado y entregado al usuario debe ir acompañado de un documento que contenga</b></p>	<p>1. Debe contener especificaciones de los materiales y componentes del producto.</p>	<p>1. El folleto de uso llevará un despiece del producto especificando cada uno de los materiales que componen las piezas.</p>

información sobre el buen uso y cuidados del dispositivo." Artículo 20. Resolución 1319 de 2010. Ministerio de la protección social.

2. Se debe explicar cómo es el correcto uso del producto y se debe explicar cómo es el proceso de limpieza.

3. Se debe especificar la talla.

4. Se debe especificar que se puede y no puede hacer con el producto.

5. Se debe mencionar los grados de restricción que permite cada pieza.

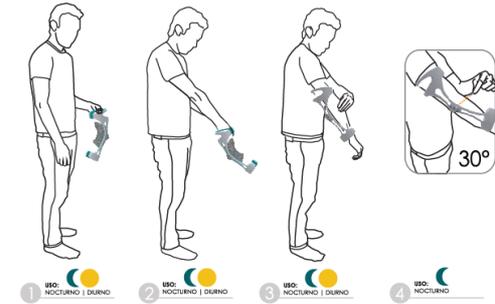
**Piezas y componentes**



- Ortosis**
- A: Brazalete para el brazo en Caprón.
  - B: Recubrimiento para el brazalete del brazo en espuma de poliuretano.
  - C: Brazalete para el antebrazo en Caprón.
  - D: Recubrimiento para el brazalete del antebrazo en espuma de poliuretano.
  - E: Protector para el codo en espuma de poliuretano.
  - F: Sujetador para el codo en neopreno.
  - G: Tapa protectora sistema de restricción.
  - H: Tornillo sistema de restricción.
  - I: Placa restricción manual a 30°.

2. El folleto llevará la secuencia de uso, y el proceso de limpieza.

**¿Cómo se usa?**



- Antes de usar el producto cerciórese que los componentes estén completos y en óptimas condiciones.
1. Con el brazo opuesto al afectado, tome la ortosis y ubíquela de tal forma que la almohadilla para el codo quede mirando hacia atrás.
  2. Deslice el brazo afectado a través de los brazaletes y el sujetador para el codo en neopreno.
  3. Acomode el brazalete A en el brazo, aproximadamente a unos 10 cm de distancia del hombro y el brazalete C aproximadamente a unos 12 cm de la muñeca. Asegúrese que el sistema de restricción se encuentre al lado opuesto del túnel cubital.
  4. Para restringir el movimiento a 30°, retire la tapa protectora, deslice la lámina por el orificio y vuelva a colocar la tapa de seguridad.

3. En el respaldo del empaque se especifica la talla y el color del producto.

**TALLA:**  
M: 32-37cm brazo  
25-30 antebrazo

**COLOR:**  
Blanco

4. El folleto llevará una lista de qué se puede y no se puede hacer con el producto.

**Recomendaciones**

- Lea muy bien las instrucciones de uso y las recomendaciones antes de usar el producto.**
- El producto puede ser usado de 1 a 3 meses consecutivos, pero de igual forma se recomienda que consulte con anterioridad a su médico sobre el tiempo requerido para su tratamiento.
  - Todos los materiales de la ortosis son hipoalergénicos. En caso de presentar enrojecimiento, rasquiña o alguna reacción alérgica consulte inmediatamente con su médico.
  - Limpie la ortosis con un trapo húmedo y séquela muy bien antes de ponérsela, se recomienda usar polvos de talcos para una mayor higiene.

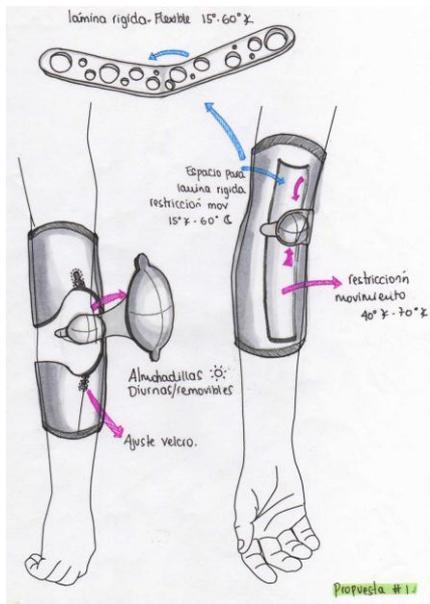
- Evite bañarse con el producto, si lo hace deje secar en un lugar ventilado con buena iluminación hasta que esté completamente seco.
- Evite realizar actividades que impliquen un gran esfuerzo físico durante el tratamiento y evite forzar el movimiento de flexión del brazo mientras hace uso de la ortosis.

**Nota:** El éxito de la recuperación del síndrome del túnel cubital se encuentra en hacer un correcto uso de la ortosis y seguir las recomendaciones de su médico ortopedista.

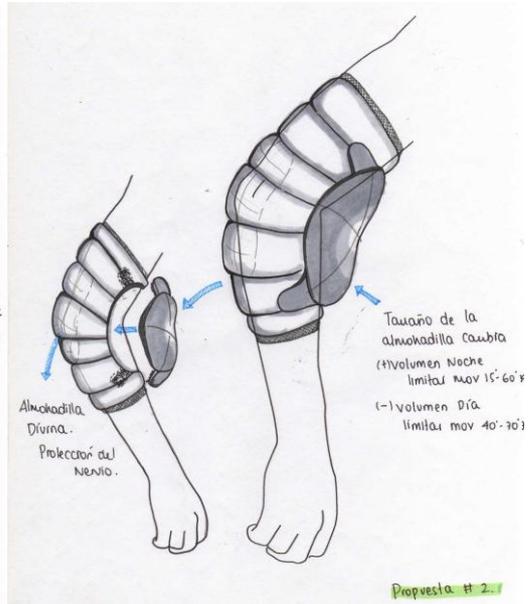
5. En el respaldo del empaque se especifican los grados de restricción que permite el producto.

		 <p>USO: NOCTURNO   DIURNO</p> <p><b>ÓRTESIS PARA:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Restricción de 0° a 30°</li><li>• Restricción de 0° a 70°</li><li>• Protección al apoyar el codo</li></ul>	
--	--	---	--

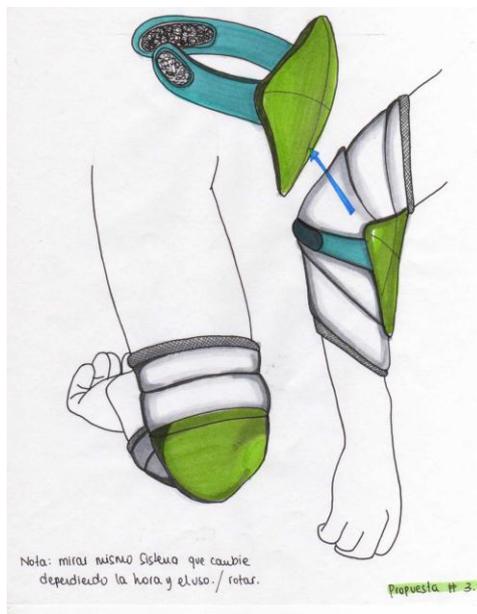
## 9. Alternativas



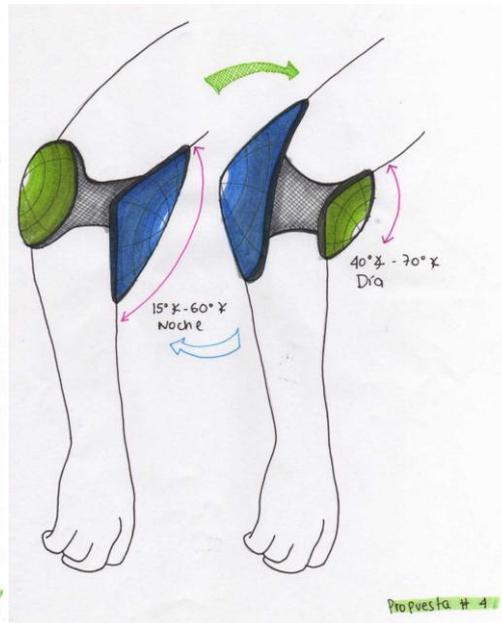
Propuesta 1



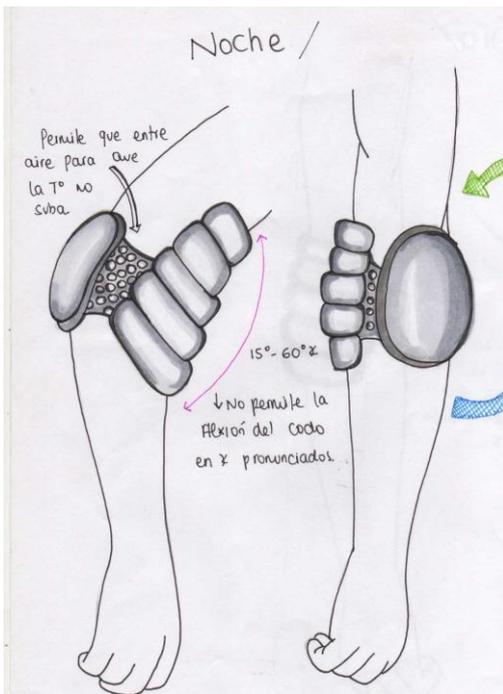
Propuesta 2



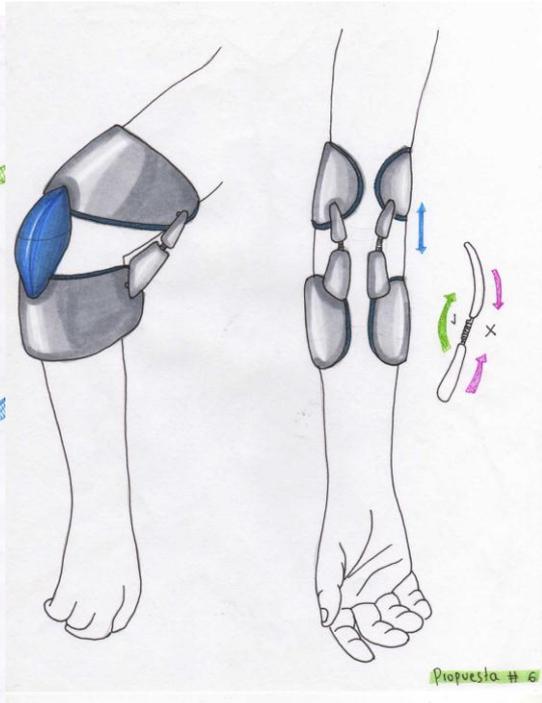
Propuesta 3



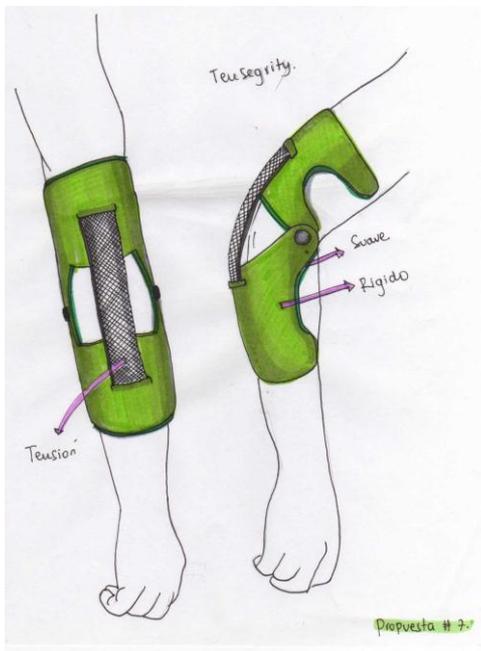
Propuesta 4



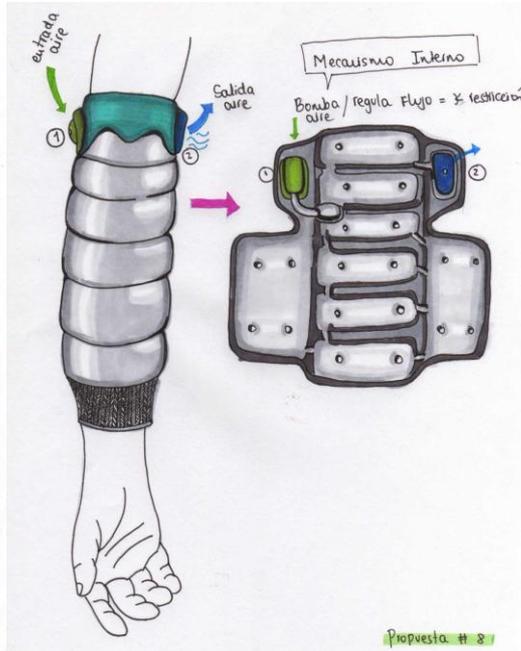
Propuesta 5



Propuesta 6



Propuesta 7



Propuesta 8

## 9.1 Tabla Comparativa de propuestas

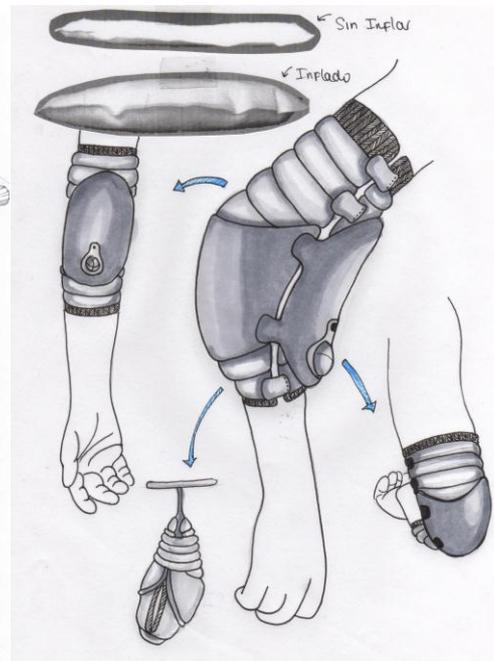
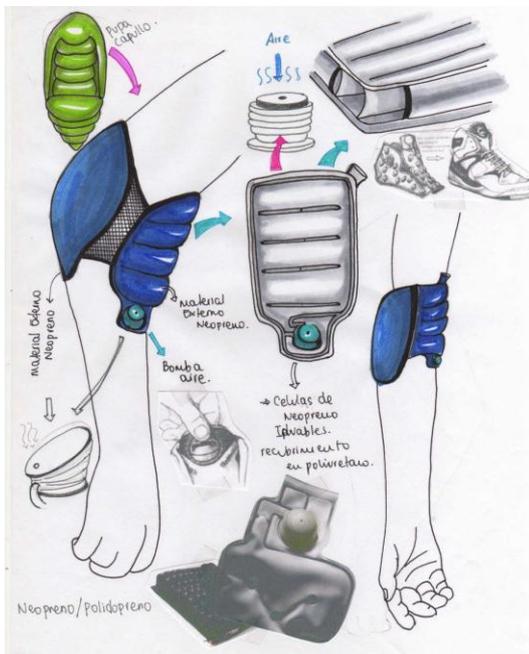
Se evaluaron distintos aspectos de cada una de las propuestas y se realizó un cuadro comparativo para calificar de 1 a 5 si cada boceto se creía que cumplía con los requerimientos planteados.

	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4	Propuesta 5	Propuesta 6	Propuesta 7	Propuesta 8
Restringe la flexión 15-60/ noche	3	4	4	5	5	5	4	5
Restringe la flexión 40-70/ día	1	1	1	4	4	2	3	5
Protege el nervio al apoyarse	3	4	5	4	4	3	1	5
Da autonomía al paciente	3	3	3	5	5	3	3	5
Liviano	3	3	3	4	4	3	3	5
Suave	3	3	3	4	4	4	2	4
Fácil de limpiar	2	3	3	5	4	5	4	3
Un costo menor a \$90.000	3	3	4	5	5	3	2	1
Doble función (día-noche)	1	2	2	5	5	2	1	5
Permite la entrada de aire	3	2	2	5	5	4	4	2
Poco número de piezas	2	3	3	5	5	2	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>33</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>36</b>	<b>29</b>	<b>41</b>

### Resultados:

Se tomó como referencia no sólo los bocetos con los resultados más altos sino también aquellos puntajes sobresalientes para realizar algunas evoluciones para obtener una propuesta final.

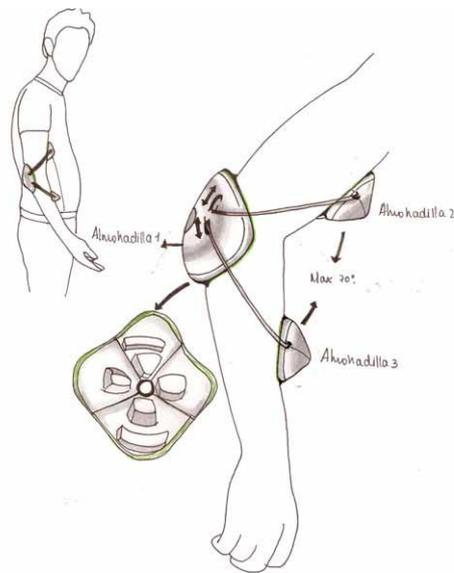
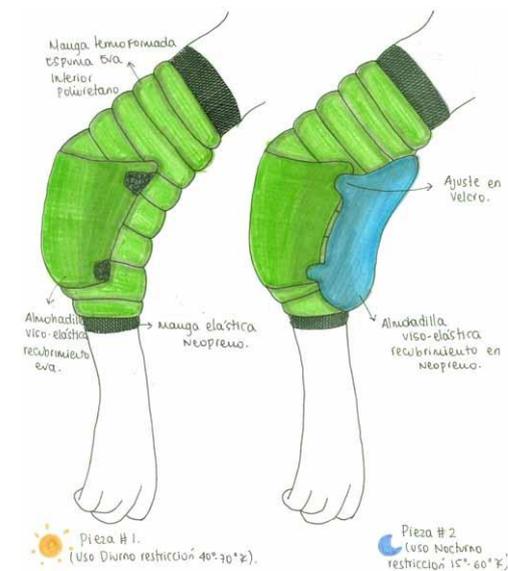
## 9.2 Evolución de las propuestas



**Evolución 1: sistema neumático**

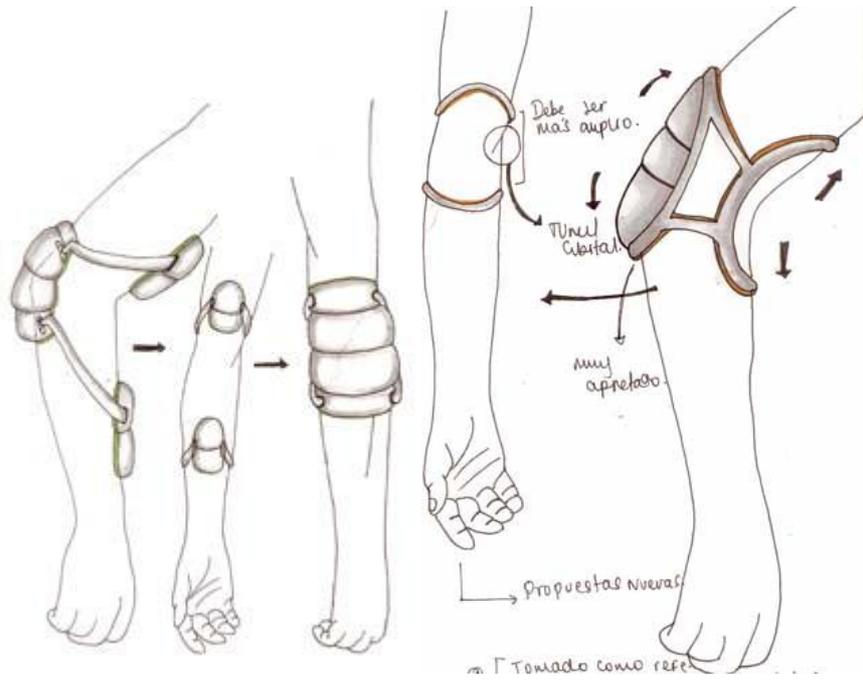
**Evolución 2: sistema**

**neumático**



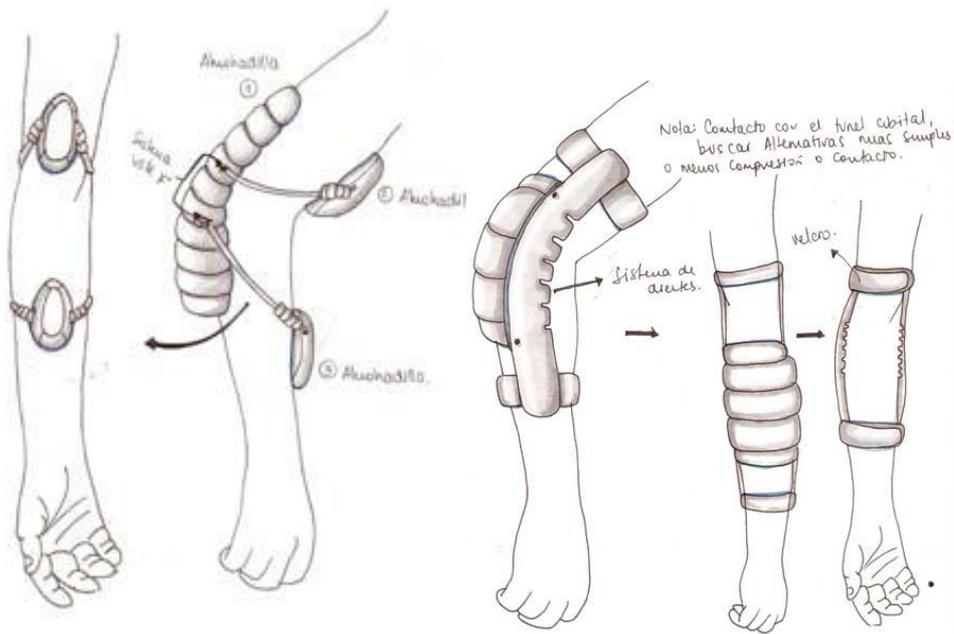
**Evolución 3**

**Evolución 4**



**Evolución 5**

**Evolución 6**



**Evolución 7**

**Evolución 8**

## 10. Prototipos y comprobaciones

### 10.1 Prototipos y comprobaciones

#### Objetivo principal de la prueba:

El modelo debe ser capaz de restringir el movimiento entre 0 ° y 70° grados.

#### Objetivo secundario:

El modelo debe ser capaz de restringir el movimiento en dos intervalos 0°-30° noche o reposo y 0°-70° día.

#### 10.1.1 Prototipo Propuesta 4



Problema:

¿Es la propuesta 4 es capaz de restringir el movimiento de flexión del codo entre los 0° y 70° grados?

Materiales utilizados:

Licra Negra para el recubrimiento

Espuma de polietileno para las almohadillas

Elástico para las uniones

Prueba:

El prototipo fue probado por una sola persona, donde realizaron movimientos de flexión y extensión con el fin de comprobar el comportamiento del modelo. Se identificaron los siguientes aspectos:

-El modelo no restringió la flexión del codo a 70° máximo.

-Su restricción máxima fue de 150°

-El modelo no logró restringir el movimiento de flexión en dos intervalos distintos: de 0°-30° y de 0°-70°.

Otros aspectos encontrados:

-La almohadilla generó presión sobre el túnel cubital y no lo protegió al contacto con superficies rígidas. Ésta a su vez se movió varias veces exponiendo el codo al contacto directo con superficies rígidas.

-El sistema de unión con elástico permitió que la persona pudiera colocarse el modelo por sí sola.

-El modelo se movió cada vez que la persona flexionaba o extendía el codo y el modelo no permaneció en un lugar fijo.

10.1.2 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Evolución 3)



Problema:

¿Es la evolución 3 capaz de restringir el movimiento de flexión del codo entre los 0° y 70° grados?

Materiales utilizados

Para su desarrollo se utilizó espuma de polietileno recubierta con espuma eva simulando la forma termo-formada. Se recortaron 6 franjas de espuma de polietileno de 2.5cm de ancho por 1cm de alto con un espacio de 2cm entre cada una.

Prueba:

El prototipo fue probado por dos personas y se realizaron movimientos de flexión y extensión con el fin de comprobar el comportamiento del modelo.

-La forma logró restringir la flexión del codo.

-La flexión máxima es de 110° a 120°, lo cual excede el límite permitido por el tratamiento.

-El modelo no logró restringir el movimiento de flexión en dos intervalos distintos: de 0°-30° y de 0°-70°.

-Al flexionar el codo entre 110° a 120° se presentó una presión leve en el codo interno lo que llevó a que la persona detuviera el movimiento de flexión.

Otros aspectos encontrados:

-El material se expande al flexionar el codo, adaptando su forma a la del codo externo.

-El espacio entre las franjas de espuma de polietileno (2cm) es muy amplio, lo que permite una flexión mayor del codo. Si el espacio entre ellas se reduce la flexión se podría limitar aún más.

-Si se aumenta o se reduce el ancho de las franjas de espuma de polietileno los ángulos de restricción de la flexión varían.

### 10.1.3 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Evolución 8)



Problema:

¿Es la evolución 8 capaz de restringir el movimiento de flexión del codo entre los 0° y 70° grados?

Materiales:

(Se fabricó un prototipo únicamente del sistema de restricción) Para su desarrollo se utilizó cartón paja, espuma eva y velcro. Se incluyó un sistema de rotación que restringe el movimiento entre los 0° y 70°. Con ayuda de una pieza adicional el movimiento se restringe entre los 0° y los 30° para su uso nocturno.

Prueba:

El prototipo fue probado una persona y se realizaron movimientos de flexión y extensión con el fin de comprobar el comportamiento del modelo.

Se hizo un registro fotográfico de la prueba con el fin de medir los ángulos de restricción que permitió el modelo.

-El sistema logra restringir la flexión del codo.

-La flexión máxima es de 70°.

-Con el elemento adicional la restricción máxima es de 30°.

Otros aspectos encontrados:

-Se debe buscar un sistema que permita un mejor ajuste del producto al brazo pues hasta el momento se desliza con facilidad por el brazo.

- El modelo con ayuda de un elemento adicional permite restringir la flexión del codo a 30°, el ángulo máximo sugerido por el tratamiento durante las horas de sueño o reposo.

-Se debe buscar un sistema que no necesite adicionar piezas para restringir el movimiento y así evitar la obsolescencia del producto por pérdida.

#### *10.1.4 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Evolución 8 prototipo aluminio)*

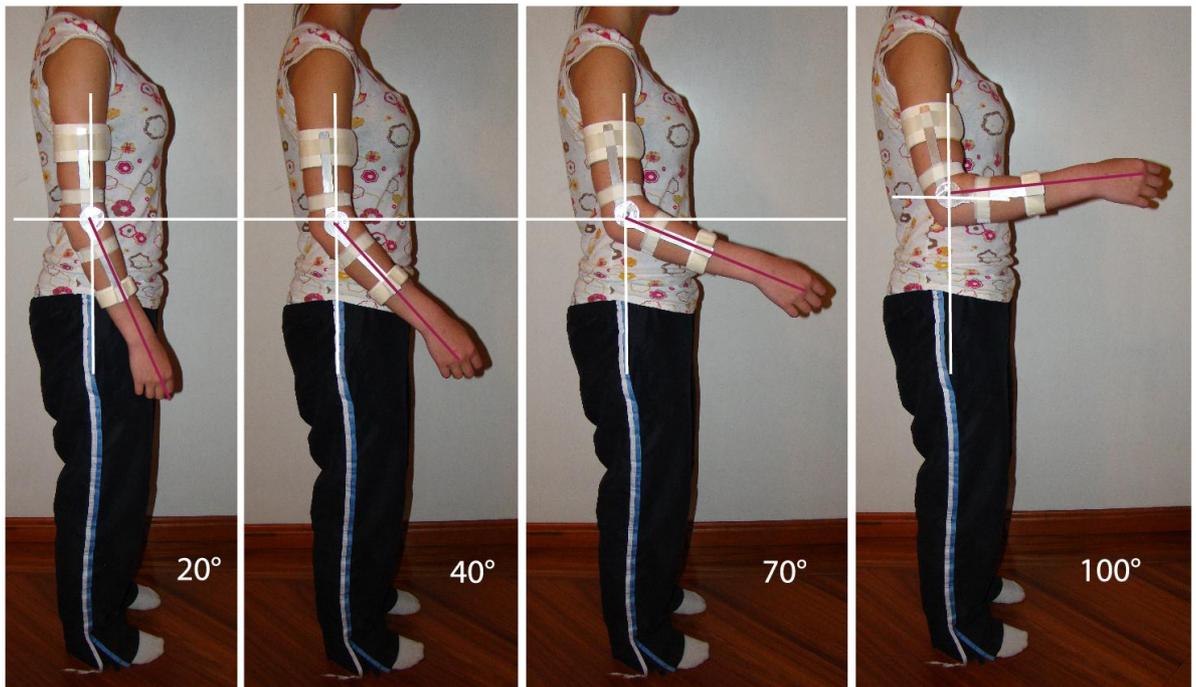
Se desarrolló un modelo funcional de la propuesta 8 en el material formulado para la fabricación final (primera propuesta de materiales) de la órtesis con el fin de comprobar los ángulos de restricción permitidos tanto por el sistema como por el material.

##### Objetivo principal de la prueba:

El modelo debe ser capaz de restringir el movimiento entre 0 ° y 70° grados.

##### Objetivo secundario:

El modelo debe ser capaz de restringir el movimiento en dos intervalos 0°-30° noche o reposo y 0°-70° día.



Problema:

¿Es el modelo funcional en aluminio de la propuesta 8 capaz de restringir el movimiento de flexión del codo entre los 0° y 70° grados?

Materiales:

(Se fabricó un prototipo únicamente del sistema de restricción entregado el día Miércoles 11 de Marzo) Para su desarrollo se utilizó aluminio y acero inoxidable, para la restricción de 70° se realizó una soldadura y para la restricción a los 30° se incluyó por el momento una pieza adicional removible (tuerca)

Prueba:

El prototipo fue probado una persona y se realizaron movimientos de flexión y extensión con el fin de comprobar el comportamiento del modelo.

Se hizo un registro fotográfico de la prueba con el fin de medir los ángulos de restricción que permitió el modelo.

-La soldadura no se colocó en lugar correspondiente por lo cual el sistema no restringe a 70° máximo como se esperaba.

-La tuerca no fue ubicada en el lugar correspondiente y el ángulo máximo de flexión fue de 20° y no de 30° como era lo esperado.

-La flexión máxima fue de 100°.

-A pesar de estar mal fabricado el prototipo se puede notar que si hay una restricción de los ángulos de flexión que con un nuevo modelo se espera cumplir con el objetivo planteado: Restringir máximo a 70° en el día y 30° en la noche.

- A pesar de no cumplir con el objetivo de la restricción a 70° y 30°, si pudo observar que si hay una restricción en dos momentos diferentes: se logró restringir en un primer momento a 20° (tuerca removible) y a 100° (soldadura fija)

Otros aspectos encontrados:

-La soldadura debe ser de una pieza plana y no una pieza redonda, no se tuvo en cuenta la medida del tubo que se soldó, lo que afecto de manera drástica el comportamiento del modelo.

-Lo mismo sucedió con la rosca removible, se tomó como referencia el centro de la rosca y no se previó el diámetro completo, lo que afecto de nuevo el ángulo de restricción.

#### 1.4 Tabla comparativa

Requerimiento/propuesta	Prototipo Aluminio propuesta 8
Restringe el movimiento entre 0 ° y 70° grados.	NO
Logra restringir el movimiento en dos intervalos. 0°-30° noche 0°-70° día	NO

#### 10.1.5 Prototipo: forma y restricción flexión del codo. (Modelo funcional)

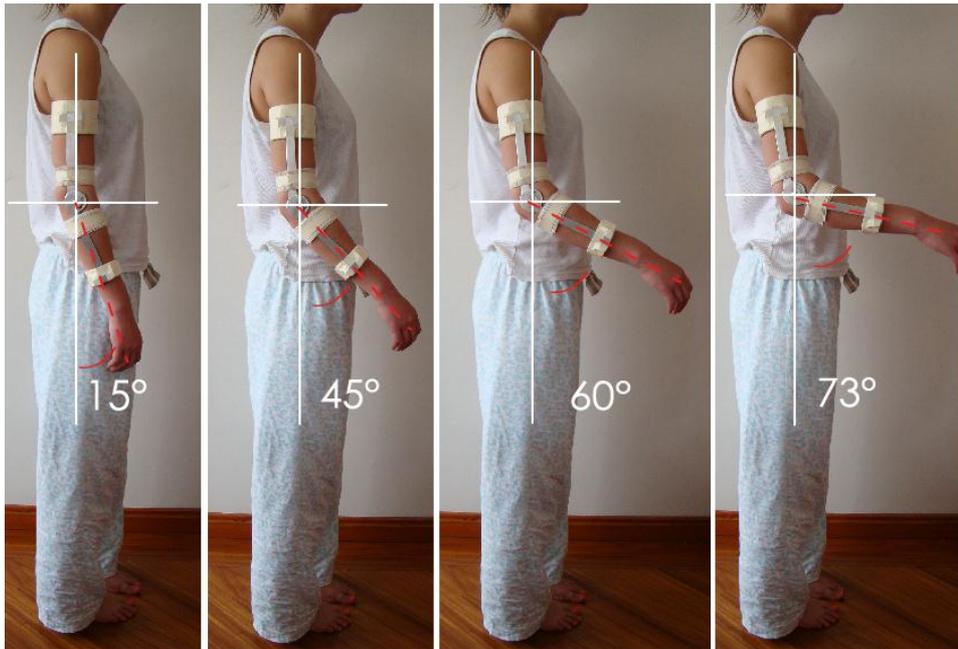
Se desarrolló un modelo funcional de la propuesta 8 en aluminio con el fin de comprobar los ángulos de restricción permitidos tanto por el sistema como por el material.

##### Objetivo principal de la prueba:

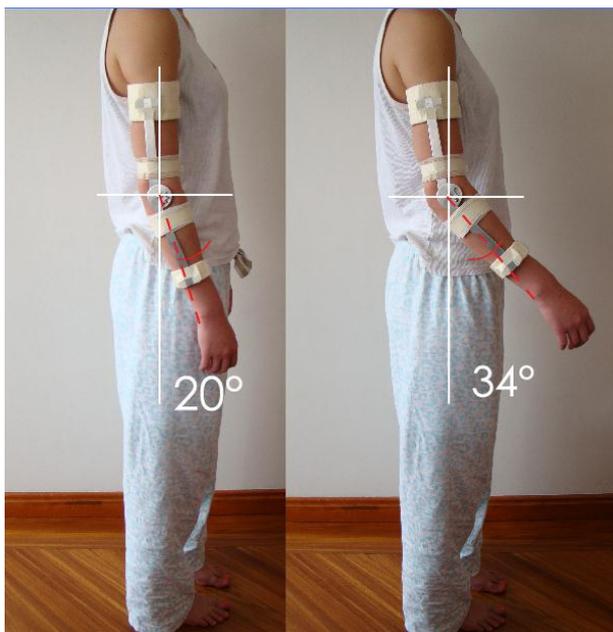
El modelo debe ser capaz de restringir el movimiento entre 0 ° y 70° grados.

##### Objetivo secundario:

El modelo debe ser capaz de restringir el movimiento en dos intervalos 0°-30° noche o reposo y 0°-70° día.



Prueba restricción 0°-70°



Prueba restricción 0°-30°

Problema:

¿Es el modelo funcional en aluminio capaz de restringir el movimiento de flexión del codo entre los 0° y 70° grados?

Materiales:

(Se fabricó un prototipo únicamente del sistema de restricción) Para su desarrollo se utilizó aluminio y acero inoxidable, para la restricción de 70° se realizó una soldadura y para la restricción a los 30° se incluyó por el momento una pieza adicional removible (tuerca)

Prueba:

El prototipo fue probado una persona y se realizaron movimientos de flexión y extensión con el fin de comprobar el comportamiento del modelo.

Se hizo un registro fotográfico de la prueba con el fin de medir los ángulos de restricción que permitió el modelo.

-La soldadura se colocó esta vez en el lugar correspondiente dando una flexión máxima de 73°, un margen de error aceptable para el producto.

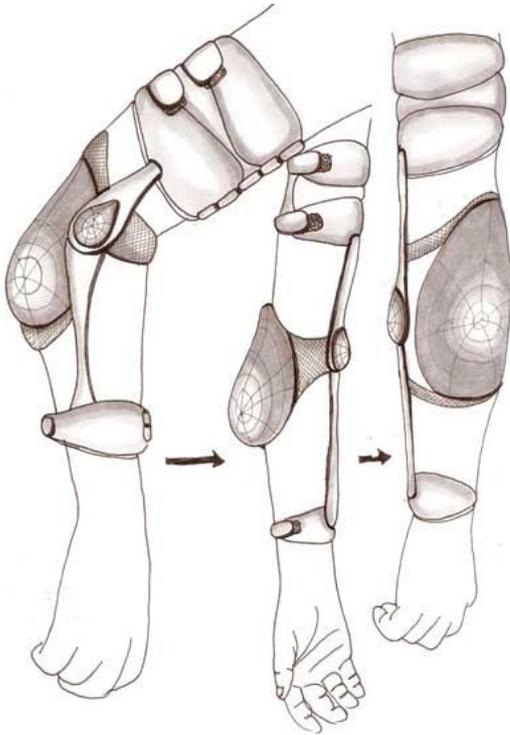
-La tuerca fue ubicada en el lugar correspondiente y el ángulo máximo de flexión fue de 34° 4° más de lo esperado, un margen de error aceptable para el producto.

#### 1.4 Tabla comparativa

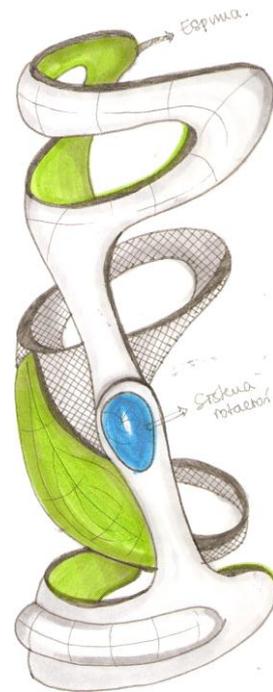
Requerimiento/propuesta	Prototipo Aluminio propuesta 8
Restringe el movimiento entre 0° y 70° grados.	SI
Logra restringir el movimiento en dos intervalos. 0°-30° noche 0°-70° día	SI

## 11. Propuesta proyectual

### 11.1 Propuesta Final



Primer Boceto



Evolución

#### 11.1.1 Modelado 3D (Propuesta final)

Primeras propuestas



Evolución



## 11.2 Piezas y componentes

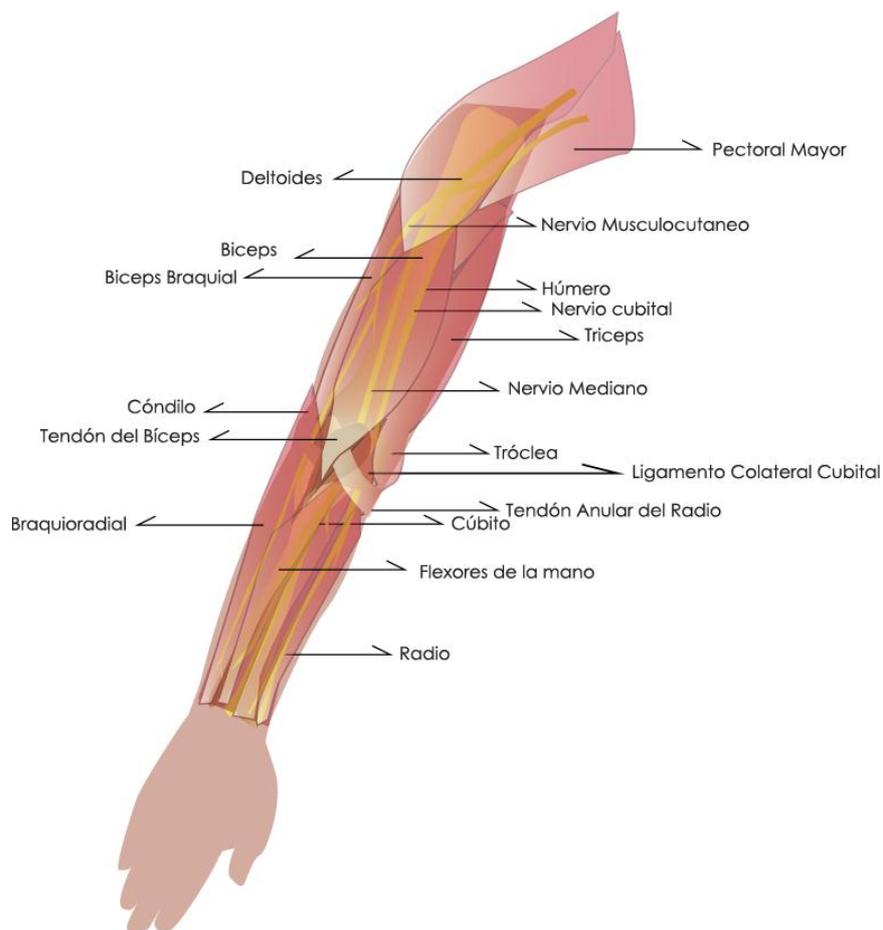


11.2.1 Modelado 3D (piezas y sistema de restricción)



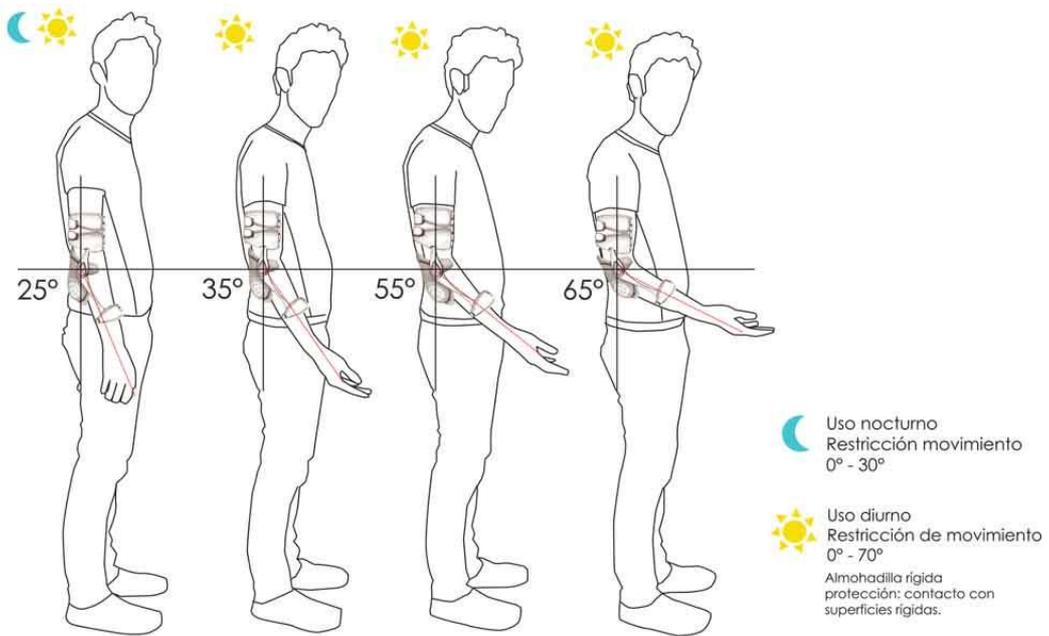
### 11.8 Músculos, Huesos y nervio cubital

La siguiente ilustración está compuesta por tres capas: Huesos, nervios y músculos que nos permite ver en detalle y comparar la ubicación de los elementos que componen la órtesis (propuesta final) con el brazo y como estos afectan o se relacionan especialmente con el codo.



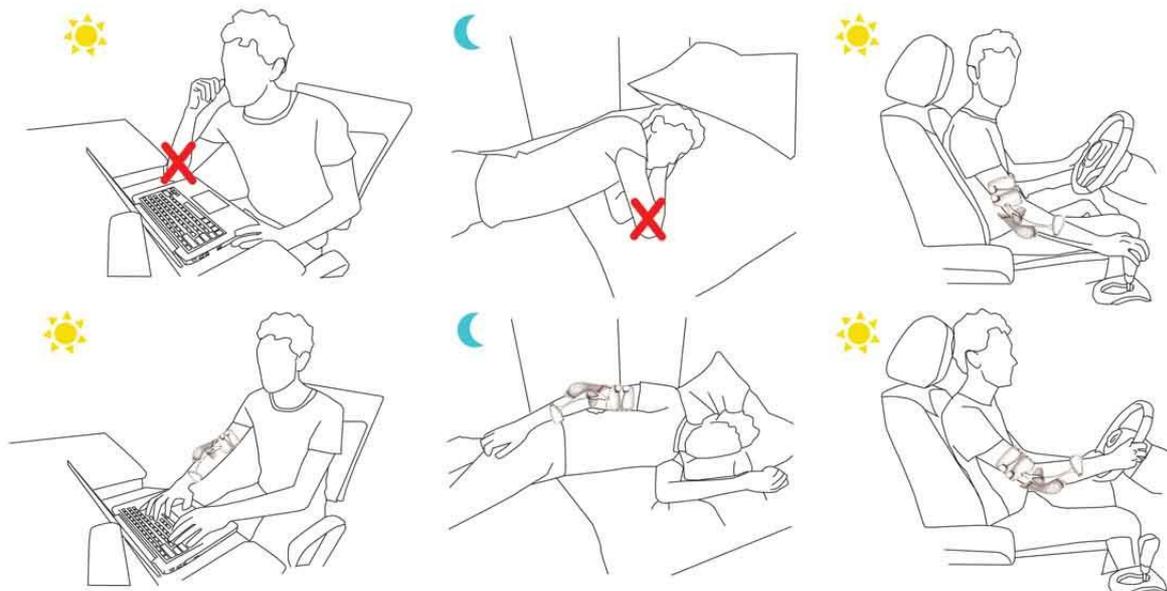
### 11.9 Ángulos de Flexión Diurno y Nocturno

Ángulos que debe permitir la órtesis durante las horas de sueño o reposo del paciente y durante el día.



### 11.10 Actividades

Actividades donde la órtesis debe convertirse en un aliado para el paciente.



## 11.11 Comprobación Prototipo real

### 11.11.1 Prueba de restricción de la flexión <sup>5</sup>

Definición del problema:

¿Es el mecanismo propuesto para la órtesis capaz de restringir la flexión del codo entre los 0° y 30° durante la noche (sistema nocturno: pieza 2) y entre los 40° y 70° durante el día?

**Perfil de los participantes:**

Características	Rango	Distribución de frecuencias
Edad	20-70 años	<b>20%</b> 20-30 años <b>20%</b> 30-40 años <b>20%</b> 40-50 años <b>20%</b> 50-60 años <b>20%</b> 60-70 años
Genero	Femenino-masculino	<b>50%</b> hombres <b>50%</b> mujeres
Experiencia en el uso del producto	Novato: sin experiencia Experto: uso previo de órtesis, férulas o coderas.	<b>60%</b> Novato <b>40%</b> Experto
Condición física	Optimo: No debe tener ninguna limitación física en los miembros superiores.	<b>80%</b> optimo <b>20%</b> Condición túnel cubital.

<sup>5</sup> Rincón, O. (2010) Ergonomía y procesos de diseño. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

	Condición: Debe presentar síntomas del síndrome de compresión del túnel cubital.	
<b>Actividades laborales</b>	<p>Flexión aguda: Actividades laborales flexión aguda o sostenida del codo.</p> <p>Flexión repetitiva: Actividades laborales donde se somete el codo a repetición de movimientos.</p> <p>Apoyo del codo: Actividades donde se presenta apoyo del codo en superficies rígidas.</p> <p>Actividad mixta: Actividades donde no hay predominancia de algún movimiento o apoyo en específico.</p>	<p><b>25%</b> Flexión aguda</p> <p><b>25%</b> Flexión repetitiva</p> <p><b>25%</b> Apoyo del codo</p> <p><b>25%</b> Actividad mixta</p>

1. Objetivo:

Comprobar que el sistema es capaz de restringir la flexión del codo 0° y 30° durante la noche (sueño o reposo) y entre los 0° y 70° durante el día (actividades de flexión aguda).

2. Diseño de la prueba

El producto deberá ser usado por 10 personas durante un día, en dicho tiempo se hará un registro fotográfico/video y se medirá el ángulo máximo de flexión que cada persona puede llevar a cabo al realizar distintas actividades; hablar por teléfono, levantar distintos objetos, usar el computador, manejar y dormir.

3. Listado de tareas

- a. Encontrar 5-10 personas que como voluntarios deseen hacer parte de la prueba.

- b. La prueba se debe llevar acabo en el contexto natural de cada uno de los participantes.
  - c. Explicarle a las personas en que consiste la prueba y contarles que durante el proceso se hará un registro fotográfico y de video.
  - d. Pedirle a la persona que firme un documento en donde accede hacer la prueba, a ser filmado y fotografiado.
  - e. Pedirle a la persona que se coloque el prototipo de la órtesis.
  - f. Pedirle a la persona que durante el día realice las siguientes actividades:
    - 1. Hablar por teléfono: restricción de 0°- 70°
    - 2. Levantar distintos objetos: restricción de 0°- 70°
    - 3. Usar el computador: restricción de 0°- 70°
    - 4. Manejar: restricción de 0°- 70°
    - 5. Dormir, reposar o recostarse a ver televisión: restricción de 0°-30°
  - g. Durante el desarrollo de las actividades se tomarán registro fotográfico en las posturas críticas para luego medir los ángulos de flexión que permite el prototipo.
  - h. Toda la prueba será registrada en video.
4. Recursos empleados:
- Mínimo tres personas para realizar el registro de la prueba
  - Formato de consentimiento
  - Formato para la toma de medidas
  - De 5-10 personas para desarrollar la prueba
  - Primer prototipo funcional completo
  - Cámara de video

- Cámara fotográfica
- Escritorio
- Teléfono no inalámbrico
- Computador
- Objetos para levantar (pesas)
- Sofá o cama.
- Transportador

5. Funciones de los responsables de la prueba:

- Fotógrafo: será el responsable de hacer el registro fotográfico y de video durante las distintas actividades.
- Líder: Encargado de dirigir la prueba y hacer la toma de las medidas.
- Asistente: Ayudará en el proceso de la toma de medidas.

6. Medidas de evaluación:

Tiempo para cada tarea:

Mínimo 30 minutos

Máximo 40 minutos

Toma de medidas: ángulos máximos de flexión:

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Hablar por teléfono					
Levantamiento de objetos					
Trabajo en el computador					
Manejar					
Posturas al reposar o dormir					

7. Informe Final: está sujeto a los resultados de la prueba

### 11.12 Comprobación Prototipo real

#### 11.12.1 Prueba de restricción de la flexión <sup>6</sup>

Definición del problema:

¿Es el mecanismo propuesto para la órtesis capaz de restringir la flexión del codo entre los 0° y 30° durante la noche (sistema nocturno: pieza 2) y entre los 0° y 70° durante el día?

Nota: Debido a que la órtesis se desarrolló de forma artesanal no es muy precisa con los grados de restricción es por eso que se establece un rango de error de 5° para la prueba.

0°-30°-35°

0°-70°-70°

#### Perfil de los participantes:

Características	Rango	Distribución de frecuencias
Edad	20-70 años	20% 20-30 años 20% 30-40 años 20% 40-50 años 20% 50-60 años

<sup>6</sup> Rincón, O. (2010) Ergonomía y procesos de diseño. Bogotá: Editorial Pontificia Universidad Javeriana.

		<b>20%</b> 60-70 años
<b>Genero</b>	Femenino-masculino	<b>50%</b> hombres <b>50%</b> mujeres
<b>Experiencia en el uso del producto</b>	Novato: sin experiencia  Experto: uso previo de órtesis, férulas o coderas.	<b>60%</b> Novato <b>40%</b> Experto
<b>Condición física</b>	Optimo: No debe tener ninguna limitación física en los miembros superiores.  Condición: Debe presentar síntomas del síndrome de compresión del túnel cubital.	<b>80%</b> optimo <b>20%</b> Condición túnel cubital.
<b>Actividades laborales</b>	Flexión aguda: Actividades laborales flexión aguda o sostenida del codo.  Flexión repetitiva: Actividades laborales donde se somete el codo a repetición de movimientos.  Apoyo del codo: Actividades donde se presenta apoyo del codo en superficies rígidas.  Actividad mixta: Actividades donde no hay predominancia de algún movimiento o apoyo en específico.	<b>25%</b> Flexión aguda <b>25%</b> Flexión repetitiva <b>25%</b> Apoyo del codo <b>25%</b> Actividad mixta

### 1. Objetivo:

Comprobar que el sistema es capaz de restringir la flexión del codo 0° y 30° durante la noche (sueño o reposo) y entre los 0° y 70° durante el día (actividades de flexión aguda).

### 2. Diseño de la prueba

El producto deberá ser usado por mínimo 6 personas durante un día, en dicho tiempo se hará un registro fotográfico y se medirá el ángulo máximo de flexión que cada persona puede llevar a cabo al realizar distintas actividades; hablar por teléfono, levantar distintos objetos, usar el computador y dormir. La prueba se llevará a cabo en el espacio habitual de cada participante (casa o trabajo).

### 3. Listado de tareas

- i. Encontrar 6-10 personas que como voluntarios deseen hacer parte de la prueba.
- j. La prueba se debe llevar acabo en el contexto natural de cada uno de los participantes.
- k. Explicarle a las personas en que consiste la prueba y contarles que durante el proceso se hará un registro fotográfico y de video.
- l. Pedirle a la persona que firme un documento en donde accede hacer la prueba, a ser filmado y fotografiado.
- m. Colocarle el prototipo de la órtesis al participante.
- n. Pedirle a la persona que durante el día realice actividades que estén relacionadas con su día a día como:
  - 6. Hablar por teléfono: restricción de 0°- 70°
  - 7. Levantar distintos objetos: restricción de 0°- 70°
  - 8. Usar el computador: restricción de 0°- 70°
  - 9. Preparar o consumir alimentos 0°-70°
  - 10. Manejar (según el perfil del usuario)
  - 11. Dormir, reposar o recostarse a ver televisión: restricción de 0°-30°
- o. Durante el desarrollo de las actividades se tomará el registro fotográfico en las posturas críticas para luego medir los ángulos de flexión que permite el prototipo.

### 4. Recursos empleados:

- Una persona para hacer el registro de la prueba

- Formato de consentimiento
- Formato para la toma de medidas
- De 5-10 personas para desarrollar la prueba
- Primer prototipo funcional
- Cámara fotográfica
- Escritorio
- Teléfono no inalámbrico
- Computador
- Objetos para levantar (pesas)
- Sofá o cama.
- Transportador

5. Funciones de los responsables de la prueba:

- Responsable: debe hacer el registro fotográfico durante las distintas actividades y hacer el proceso de la toma de medidas.

6. Medidas de evaluación:

Tiempo para cada tarea:

Mínimo 2 minutos

Máximo 35 minutos

Toma de medidas: se tomarán varias medidas en momento críticos del movimiento buscando medir los ángulos máximos de flexión:

Ejemplo de tabla de medidas:

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Hablar por teléfono					
Levantamiento de objetos					
Trabajo en el computador					
Comer					
Posturas al reposar o dormir					

7. Informe Final: está sujeto a los resultados de la prueba

#### 11.12.1.1 Prueba Participante número 1

<b>Nombre</b>	Rosalba Guerra.
<b>Edad</b>	54 años.
<b>Genero</b>	Femenino.
<b>Profesión</b>	Empleada doméstica.
<b>Lugar de la prueba</b>	Casa de familia donde trabaja y vive.
<b>Experiencia en el uso del producto</b>	Novato: sin experiencia.
<b>Tiempo total de la prueba</b>	2 horas 14 minutos.
<b>Condición física</b>	Optimo: No presenta ninguna limitación física en el miembro superior derecho.
<b>Actividades laborales</b>	Se desarrollaron actividades mixtas: Actividades donde no hay predominancia de algún movimiento o apoyo en específico y que se relacionan con el día a día de la persona. -Preparar alimentos -Barrer -Trapear -Levantar y llevar bandeja con alimentos aprox.) -Lavar la loza -Hablar por teléfono -Ver televisión

## Registro fotográfico de actividades

### A. Preparar alimentos



### B. Barrer y trapear



C. Levantar y llevar bandeja con alimentos aprox.)



D. Lavar la loza



E. Hablar por teléfono



F. Ver televisión (0°-30° horas de reposo)



**TABLA DE MEDIDAS 1**

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Preparar alimentos	31°	38°	54°	30°	48°
Barrer	72°	12°	36°	28°	38°
Trapear	46°	62°	40°	18°	40°
Levantarse y llevar la bandeja de alimentos	43°	17°	68°	64°	X
Lavar la loza	40°	50°	63°	55°	38°
Hablar por teléfono	97°	74°	72°	71°	72°
Ver televisión y descansar (0°-30°)	23°	31°	18°	12°	21°

11.12.1.2 Prueba Participante número 2

<b>Nombre</b>	Eduardo Arango
<b>Edad</b>	21 años.
<b>Genero</b>	Masculino
<b>Profesión</b>	Estudiante de Derecho
<b>Lugar de la prueba</b>	Apartamento del participante

<b>Experiencia en el uso del producto</b>	Novato: sin experiencia.
<b>Tiempo total de la prueba</b>	2 horas 48 minutos aproximadamente.
<b>Condición física</b>	Optimo: No presenta ninguna limitación física en el miembro superior derecho.
<b>Actividades laborales</b>	Se desarrollaron actividades mixtas: Actividades donde no hay predominancia de algún movimiento o apoyo en específico y que se relacionan con el día a día de la persona. -Usar el computador -Chatear por black-berry -Hablar por celular -Leer -Preparar alimentos -Comer -Ver televisión

Registro fotográfico de actividades

A. Conectar el computador



B. Mandar un mail



### C. Chatear por black-berry



### D. Hablar por celular



### E. Preparar alimentos



### F. Comer



TABLA DE MEDIDAS 2

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Conectar el computador	39°	68°	61°	32°	45°
Mandar un mail	71°	62°	50°	66°	67°
Chatear por black-berry	93°	48°	55°	73°	70°
Hablar por celular	71°	46°	52°	33°	70°
Preparar alimentos	53°	46°	66°	68°	63°
Comer	74°	67°	67°	73°	66°

### 11.12.1.3 Prueba Participante número 3

<b>Nombre</b>	Emilio Rojas
<b>Edad</b>	35 años
<b>Genero</b>	Masculino
<b>Profesión</b>	Caballerango
<b>Lugar de la prueba</b>	Escuela de caballería
<b>Experiencia en el uso del producto</b>	Novato: sin experiencia.
<b>Tiempo total de la prueba</b>	25 minutos.
<b>Condición física</b>	Optimo: No presenta ninguna limitación física en el miembro superior derecho.
<b>Actividades laborales</b>	Se desarrollaron actividades mixtas: Actividades donde no hay predominancia de algún movimiento o apoyo en específico y que se relacionan con el día a día de la persona. -Barrer

-Transportar objetos.

A. Barrer



B. Transportar Objetos



TABLA DE MEDIDAS 3

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Barrer	40°	62°	64°	60°	54°
Transportar objetos	43°	27°	32°	39°	62°

11.12.1.4 Prueba Participante número 4

<b>Nombre</b>	Francisco Calle
<b>Edad</b>	42 años.
<b>Genero</b>	Masculino
<b>Profesión</b>	Caballerango
<b>Lugar de la prueba</b>	Establos escuela de Caballería
<b>Experiencia en el uso del producto</b>	Novato: sin experiencia.
<b>Tiempo total de la prueba</b>	25 min.
<b>Condición física</b>	Optimo: No presenta ninguna limitación física en el miembro

	superior derecho.
<b>Actividades laborales</b>	Se desarrollaron actividades mixtas: Actividades donde no hay predominancia de algún movimiento o apoyo en específico y que se relacionan con el día a día de la persona. -Transportar objetos -Levantar objetos pesados

### A. Transportar Objetos



### B. Levantar Objetos pesados



**TABLA DE MEDIDAS 4**

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Transportar objetos	12°	14°	12°	8°	7°
Levantar objetos	24°	28°	28°	x	x

### 11.12.1.5 Prueba Participante número 5

<b>Nombre</b>	Gustavo Contreras
<b>Edad</b>	23 años.
<b>Genero</b>	Masculino
<b>Profesión</b>	Estudiante de Diseño y Equitador.
<b>Lugar de la prueba</b>	Escuela de Caballería
<b>Experiencia en el uso del producto</b>	Novato: sin experiencia.
<b>Tiempo total de la prueba</b>	15 minutos.
<b>Condición física</b>	Optimo: No presenta ninguna limitación física en el miembro superior derecho.
<b>Actividades laborales</b>	Se desarrollaron actividades mixtas: Actividades donde no hay predominancia de algún movimiento o apoyo en específico y que se relacionan con el día a día de la persona. -Preparar un salto

#### Registro fotográfico de actividades

##### A. Preparar un salto



#### TABLA DE MEDIDAS 5

	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Medida 4	Medida 5
Preparar un salto	45°	53°	50°	56°	60°

### **Que se observó:**

-Durante el desarrollo de las actividades no se evidenció un gran esfuerzo por tratar de flexionar el codo más allá de los 70°, a excepción de la actividad donde la persona debía chatear por su celular.

-El grado máximo de flexión del codo que se evidenció fue de 74° en actividades como: Usar el computador, Chatear y comer. (74° aún se considera dentro del margen de error)

-Cuando se le pidió a la persona que chateara usando su Blackberry se evidenció un gran esfuerzo pues trató de hacer uso del producto como normalmente lo, una vez comprendió que la órtesis iba a restringir dicho movimiento se acomodó a una posición con un menor grado de flexión del codo y se mantuvo en el rango permitido.

-Durante la prueba realizada fue evidente que el sistema planteado para la órtesis cumplió con su objetivo principal restringir el movimiento de flexión del codo de 0°-70° grados.

-Durante el desarrollo de las actividades no se evidenció un gran esfuerzo por tratar de flexionar el codo más allá de los 70°, a excepción de la actividad donde la persona debía hacer una llamada.

-Los participantes no presentaron ningún inconveniente durante el desarrollo de la actividades sin hacer un esfuerzo adicional.

-El grado máximo de flexión permitido del codo que se evidenció fue de 72° cuando la participante estaba barriendo, en este caso la persona trató de hacer un movimiento con el brazo derecho (como normalmente lo hace) que implicaba una mayor flexión del codo, una vez nota que no pude hacer dicho movimiento pues la órtesis se lo impide, sin ningún inconveniente se acomoda para llevar acabo la actividad. Es importante resaltar que 72° excede el planteado en el objetivo de la prueba pero se considera que se mantiene en margen de error permitido.

-Cuando se le pidió a la persona que hiciera una llamada fue evidente el gran esfuerzo que hizo por tratar de usar el celular con su brazo derecho, lo que la llevó a flexionar el codo a 97° un ángulo excesivo. Es importante resaltar que una persona que padece del síndrome de túnel cubital, abría sentido diversas molestias por este movimiento, no sólo por la fuerza generada por la órtesis al tratar de evitar el movimiento, sino también habría presentado dolores por la compresión del nervio.

-Una vez la persona comprendió que el sistema no le iba a permitir flexionar el codo para contestar la llamada trató de acomodarse, esta vez trató de mantener la flexión del codo dentro del rango permitido por la órtesis. El ángulo máximo fue de 74° (aún se mantiene en el margen de error permitido). Luego de varios intentos comprendió que debía atender la llamada con el brazo izquierdo.

-La órtesis fue capaz de restringir el movimiento de flexión del codo entre los 0°-70° grados durante el día (actividades cotidianas) y de 0°-30 (componente adicional-tornillo) durante la noche o actividades de reposo. De igual permitió que la persona fuera consciente de sus movimientos al tratar de no hacer un esfuerzo adicional.

### 11.13 Encuesta: percepción de producto

#### 11.13.1 Encuesta

##### 1. El nombre COCOON lo hace pensar en la marca de

- Producto alimenticio
- Producto tecnológico
- Producto recreativo
- Producto médico
- Marca de ropa



##### 2. ¿Que producto cree usted que se relaciona con el empaque mostrado anteriormente?

- Producto alimenticio
- Producto tecnológico
- Producto recreativo
- Producto médico
- Prenda de vestir

**3. De los siguientes colores: ¿Cuales cree usted se relacionan con un producto médico?**

- Azul y blanco
- Verde biche y Agua marina
- Rojo y negro
- Piel y rosado oscuro
- Verde menta y blanco

**4. A la hora de comprar un producto ortopédico ¿Cual es la importancia que le daría a cada uno de los siguientes aspectos?**

	nada importante	medianamente importante	importante	muy importante
Precio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tamaño	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diseño	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comodidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Calidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Funcionalidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Durabilidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**5. ¿Como definiría usted este producto? (imagen abajo)**

- Elegante
- Deportivo
- Espacial-tecnológico
- Divertido
- Orgánico
- Clásico



**6. ¿En caso de necesitarlo, donde le gustaría poder adquirir este producto?**

- Tienda especializada
- Grandes almacenes
- Internet
- Con su médico ortopédista

### 7. ¿Cual es el precio que le daría usted a este producto?

- \$10.000 a \$50.000
- \$50.000 a \$100.000
- \$100.000 a \$150.000
- mas de \$150.000

### 11.13.2 Análisis de resultados

La encuesta fue enviada vía mail a unas 70 personas de diferentes edades y ambos géneros con el fin de determinar cuál es la percepción que se tiene del producto en cuanto a concepto y costo. Del número total de encuestas únicamente 50 personas la diligenciaron completa.

1. El nombre COCOON lo hace pensar en la marca de		 Crear gráfico	 Descargar
		Porcentaje de respuestas	Cantidad de respuestas
Producto alimenticio		17,0%	9
Producto tecnológico		11,3%	6
Producto recreativo		20,8%	11
Producto médico		24,5%	13
Marca de ropa		26,4%	14
		pregunta respondida	53
		pregunta omitida	0

2. ¿Que producto cree usted que se relaciona con el empaque mostrado anteriormente? [Crear gráfico](#) [Descargar](#)

	Porcentaje de respuestas	Cantidad de respuestas
Producto alimenticio	37,7%	20
Producto tecnológico	7,5%	4
Producto recreativo	20,8%	11
Producto médico	32,1%	17
Prenda de vestir	1,9%	1
<b>pregunta respondida</b>		<b>53</b>
<b>pregunta omitida</b>		<b>0</b>

3. De los siguientes colores: ¿Cuales cree usted se relacionan con un producto médico? [Crear gráfico](#) [Descargar](#)

	Porcentaje de respuestas	Cantidad de respuestas
Azul y blanco	73,1%	38
Verde biche y Agua marina	1,9%	1
Rojo y negro	0,0%	0
Piel y rosado oscuro	0,0%	0
Verde menta y blanco	25,0%	13
<b>pregunta respondida</b>		<b>52</b>
<b>pregunta omitida</b>		<b>1</b>

4. A la hora de comprar un producto ortopédico ¿Cual es la importancia que le daría a cada uno de los siguientes aspectos? [Crear gráfico](#) [Descargar](#)

	nada importante	medianamente importante	importante	muy importante	Cantidad de respuestas
Precio	7,5% (4)	41,5% (22)	37,7% (20)	15,1% (8)	53
Tamaño	7,5% (4)	39,6% (21)	45,3% (24)	7,5% (4)	53
Diseño	5,7% (3)	26,4% (14)	32,1% (17)	35,8% (19)	53
Comodidad	1,9% (1)	0,0% (0)	3,8% (2)	94,2% (49)	52
Calidad	1,9% (1)	0,0% (0)	13,2% (7)	84,9% (45)	53
Funcionalidad	1,9% (1)	0,0% (0)	5,7% (3)	92,5% (49)	53
Durabilidad	1,9% (1)	7,7% (4)	46,2% (24)	44,2% (23)	52
pregunta respondida					53
pregunta omitida					0

5. ¿Como definiría usted este producto? (imagen abajo) [Crear gráfico](#) [Descargar](#)

	Porcentaje de respuestas	Cantidad de respuestas
Elegante	 3,8%	2
Deportivo	 34,0%	18
Espacial-tecnológico	 47,2%	25
Divertido	0,0%	0
Orgánico	 11,3%	6
Clásico	 3,8%	2
pregunta respondida		53
pregunta omitida		0

6. ¿En caso de necesitarlo, donde le gustaría poder adquirir este producto?			
		Crear gráfico	Descargar
		Porcentaje de respuestas	Cantidad de respuestas
Tienda especializada		67,9%	36
Grandes almacenes		13,2%	7
Internet		1,9%	1
Con su médico ortopédista		17,0%	9
pregunta respondida			53
pregunta omitida			0

7. ¿Cual es el precio que le daría usted a este producto?			
		Crear gráfico	Descargar
		Porcentaje de respuestas	Cantidad de respuestas
\$10.000 a \$50.000		9,6%	5
\$50.000 a \$100.000		13,5%	7
\$100.000 a \$150.000		46,2%	24
mas de \$150.000		30,8%	16
pregunta respondida			52
pregunta omitida			1

### 11.13.3 Conclusiones:

1. No hay una diferencia significativa en porcentajes que nos permita evidenciar que el nombre Cocoon se relaciona directamente con un producto en específico. Pero si es importante resaltar que al no estar sólidamente relacionado con un producto médico de debe implementar una estrategia de posicionamiento de marca y de comunicación que permita crear una asociación directa entre el nombre Cocoon y el producto.

2. En cuanto a la percepción que se tiene del empaque es evidente que el 37% (la mayoría de los encuestados) lo asociaron con un producto alimenticio, seguido de una relación con un producto médico y luego uno recreativo. Es evidente que por sí solo el empaque no comunica el producto que contiene, es por eso que se debe desarrollar una etiqueta que contenga no sólo la información relevante del producto, y la marca, sino que también es fundamental adicionar alguna fotografía, o imagen que permita que las personas identifiquen el producto contiene el empaque antes de abrirlo.
  
3. De acuerdo a los colores que se tenían pensados para el desarrollo del producto, se pudo evidenciar que la mayoría de las personas eligieron el azul y blanco como los colores representativos de un producto médico, es por eso que para el desarrollo del modelo 3D, la imagen del empaque y las piezas publicitarias se utilizará un modelo con estos colores, estableciendo así su relación directa con un producto médico.
  
4. Es evidente que la mayoría de las personas encuestadas (94%) tienen como prioridad a la hora de elegir una órtesis, buscar la comodidad que ofrece el producto seguid de (92%) que buscan que el producto sea funcional. Esto confirma que es importante desarrollar un producto capaz de hacer que la personas se sienta cómoda en diversos aspectos:
  - Poder colocarse y usar el producto por si sólo sin ayuda de otra persona.

- Poder realizar actividades cotidianas, pues el producto no limita el movimiento de forma radical y por ende no afecta dramáticamente el estilo de vida del paciente.
- Que el producto logre ser usado en dos intervalos distintos (día y noche) para tratar de forma más efectiva el desarrollo del síndrome.
- Proteger además el codo cuando se apoya sobre superficies rígidas.

5. Es importante que a la hora de comercializar el producto desarrollar una estrategia de comunicación donde se exprese muy claramente los beneficios del producto (Comodidad a la hora de desarrollar actividades cotidianas, funcionalidad a la hora de tratar de forma especializada el síndrome y la calidad del producto dada a través de la durabilidad y resistencia de los materiales)

6. A la hora de comercializar el producto es importante según los resultados de la encuesta tener en cuenta:

-Desarrollo de una estrategia de comunicación y posible venta a través de los médicos ortopedistas.

-Vender el producto a través de tiendas especializadas en productos médicos como Locatel, o productos ortopédicos S.A.

7. Según la encuesta se percibe como un producto de alto costo, la mayoría de los encuestados ubicaron su precio entre los \$100.000 y los \$150.000 seguido de un porcentaje significativo que lo ubicó en más de \$150.000. Es

importante desarrollar una estrategia de comunicación que permita que los usuarios relacionen la marca con productos especializados con costos asequibles, esto se puede hacer a través de recomendaciones de los médicos ortopedista o las EPS.

## 12. Desarrollo de producto

### 12.1 Definición de Materiales y procesos productivos

#### 12.1.1 Espuma de polietileno

##### Nombre común:

Espuma de polietileno de media densidad.

##### Propiedades:

- alta resistencia térmica y la absorción de humedad y agua.
- Es un material con una alta resistencia a la proliferación de hongos y bacterias pero para mejorar sus cualidades (debido al contacto directo con la piel) es importante incluir un aditivo biosida.
- Gran capacidad para absorber golpes, ideal para productos médicos o deportivos al prevenir lesiones por golpes.
- Permite el adicionar tintas de colores para darle al material el aspecto deseado.
- Es un material reutilizable.
- En comparación con otras espumas (espuma viscoelástica) es un material relativamente económico.
- Tiene muy buena adherencia a otros materiales.

### Productos habituales:

Se utiliza para el desarrollo de productos para la construcción, mobiliario, embalajes, elementos de protección como (tapones para oídos, chalecos salvavidas), productos médicos como (cuellos ortopédicos,



*Cuello ortopédico*<sup>7</sup>



*Órtesis falanges*<sup>8</sup>

### Proceso:

Termo formado, este proceso puede ser utilizado para la producción en masa o para el desarrollo de piezas por encargo, lo que es ideal para la fabricación de órtesis con algunos casos especiales (obesidad, delgadez, o malformaciones genéticas) .

### Reciclado:

Según (García-Berro, 2000) existen tres tipos de reciclaje que le permite a los productos tener un nuevo ciclo de vida luego de haber sido desechados:

<sup>7</sup> Collar espuma anatómico. Recuperado el 29 de Abril de 2012, de <http://www.vettel.es/es/collarines-blandos-anatomicos/16-collar-espuma-anatomico.html>

<sup>8</sup> Órtesis dedos de la mano. Recuperado el 29 de Abril de 2012, de [http://www.dfarmacia.com/farma/ctl\\_servlet?\\_f=37&id=13132753](http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet?_f=37&id=13132753)

1. reciclado mecánico: el material se tritura y su granza es utilizada en la elaboración de nuevos productos.
2. reciclado químico: se descompone el material en sus unidades químicas para ser usados en nuevos procesos.
3. recuperación de energía mediante incineración: el material es incinerado para obtener su energía potencial.

#### Costo de producción Aproximados:

##### Troquelado Pieza 3:

- Costo troquel: Aprox: \$30.000 pesos
- Costo Troquelado x 1.000 piezas: \$35.000 a \$55.000 o entre \$100 y \$1.000 pesos por golpe.
- Total piezas por cierre: 18

##### Lamina Polipropileno de media:

- Grosor: 5mm
- Ancho 1,70 cm x largo 1,70 cm
- Costo: entre \$3,932 a \$7,432 pesos.

##### Termoformado Pieza 3:

- Costo juego de Moldes 3 cavidades: \$600.000 a \$700.000.
- Costo cierre: \$4.000 - \$4.500
- Total piezas por cierre: 18

## 12.1.2 Poliamida Nylon (PA6)

### Nombre común:

Capron: con aditivo Biosida y afototáxico.

### Propiedades:

- Buena resistencia a la fatiga y al desgaste.
- Buena resistencia a la abrasión (resistente a la intemperie)
- Resistente a agentes químicos como combustibles y aceites.
- Debido a su alta absorción de humedad este material es propenso a desarrollar hongos y bacterias, es por eso que necesita de un aditivo Biosida para evitar la proliferación de microorganismos.
- Poliamida desarrollada especialmente para el proceso de rotomoldeo / moldeo rotativo (sugerido para la producción de series pequeñas)
- El material se puede obtener de dos formas: incoloro o color negro aunque se pueden adicionar tintas para darle un nuevo aspecto al producto.

### Productos habituales:

Se utiliza para el desarrollo de productos en el área automotriz como radiadores, engranes, equipos hidráulicos, empaques, mobiliario, gafas, cascos, productos médicos como (prótesis dentales, orinales) entre otros.



Prótesis dental<sup>9</sup>



Orinal poliamida <sup>10</sup>

### Procesos:

Rotomoldeo o moldeo rotativo:

Este proceso es ideal para la fabricación de lotes pequeños pues sus costos significativamente menores al del moldeo por inyección. Además permite la fabricación de piezas o elementos complejos con herramientas y procesos muy sencillos. Permite además que durante el proceso se puedan insertar piezas metálicas como tornillos o roscas reduciendo la complejidad de otros procesos.

### Reciclado:

El capron al ser un elastómero termoplástico puede ser re-utilizado en un nuevo proceso bien sea en moldes por inyección, un nuevo termo formado o moldeo rotativo.

### Costo de producción:

---

<sup>9</sup> Cartuchos de poliamidas o nylon para prótesis flexible. Recuperado el 29 de Abril de 2012, de <http://generalsanmartin.olx.com.ar/cartuchos-de-poliamicas-o-nylon-para-protesis-flexible-iiid-122604494>

<sup>10</sup> Mundo abuelo. Recuperado el 29 de Abril de 2010, de <http://www.mundoabuelo.com/catalogue.php?idfamilia=55&breadcrumb=5,55>

Troquelado Pieza 1:

-Costo troquel: Aprox: \$60.000 pesos

-Costo Troquelado x 1.000 piezas: \$35.000 a \$55.000, o entre \$100 y \$1.000 pesos por golpe.

Termoformado Pieza 1:

-Costo juego de Moldes 3 cavidades: \$600.000 a \$700.000.

-Costo cierre: \$4.000 - \$4.500

-Total piezas por cierre: 10

Lamina Caprón:

-Grosor: 5mm

-Ancho 1,70 cm x largo 1,70 cm

-Costo: \$17.248 a \$23.650 pesos

### *12.1.3 Polipropileno*

Nombre común:

Polipropileno o PPE de media densidad.

Propiedades:

-Buena resistencia a los químicos y detergentes (fácil limpieza)

- Buena resistencia a altas temperaturas (usado en productos que necesitan esterilización)
- Buena resistencia a la fractura por fatiga o flexión ideal para el desarrollo de productos de uso cotidiano.
- Muy buena resistencia a los golpes
- No permite el crecimiento de bacterias y hongos.
- Puede ser teñido de diversos colores.
- No tiene olor ni sabor y es impermeable.

### Productos habituales:

Sus usos más frecuentes son la fabricación de empaques y embalajes para alimentos, juguetería, electrodomésticos, productos médicos (jeringas), piezas para vehículos y actualmente se está utilizando para la fabricación de productos ortopédicos.



Órtesis de la mano<sup>11</sup>

### Procesos:

---

<sup>11</sup> Dfamacio.com, Órtesis para los dedos de la mano, Recuperado el 1 de Abril de 2012, de [http://www.dfarmacia.com/farma/ctl\\_servlet? f=37&id=13132753](http://www.dfarmacia.com/farma/ctl_servlet? f=37&id=13132753)

Termo formado, este proceso puede ser utilizado para la producción en masa o para el desarrollo de piezas por encargo, lo que es ideal para la fabricación de órtesis con algunos casos especiales (obesidad, delgadez, o malformaciones genéticas) .

### Reciclado:

El polipropileno es una material que puede ser reciclado para la fabricación de nuevos productos como bolsas, productos para oficina, mobiliario entre otros.

## 13. Marca

### 13.1 Propuestas de logotipo



### 13.2 Logotipo final



#### 13.3.1 Logic Link



### 13.3 Empaque

#### *Costo de producción:*

- Costo por caja: \$649 + iva
- Producción mínima 1.000 empaques.
- Incluye: Troqueles, planos, clisep, quemado de planchas y laminado.



## 13.4 Manual de uso

### Piezas y componentes



#### Ortésis

A: Brazalete para el brazo en Caprón.  
 B: Recubrimiento para el brazalete del brazo en espuma de polietileno.  
 C: Brazalete para el antebrazo en Caprón.  
 D: Recubrimiento para el brazalete del antebrazo en espuma de polietileno.  
 E: Protector para el codo en espuma de polietileno.  
 F: Sujetador para el codo en neopreno.  
 G: Tapa protectora sistema de restricción.  
 H: Tornillo sistema de restricción.  
 I: Pieza restricción manual a 30°.

### Recomendaciones

Lea muy bien las instrucciones de uso y las recomendaciones antes de usar el producto.

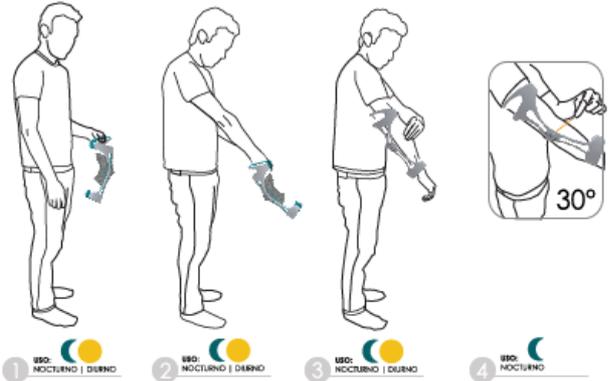
- El producto puede ser usado de 1 a 3 meses consecutivos, pero de igual forma se recomienda que consulte con anterioridad a su médico sobre el tiempo requerido para su tratamiento.
- Todos los materiales de la ortésis son hipoalérgicos. En caso de presentar enrojecimiento, rasquiña o alguna reacción alérgica consulte inmediatamente con su médico.
- Limpie la ortésis con un trapo húmedo y séquela muy bien antes de ponérsela, se recomienda usar polvos de talcos para una mayor higiene.

• Evite bañarse con el producto, si lo hace deje secar en un lugar ventilado con buena iluminación hasta que esté completamente seco.

• Evite realizar actividades que impliquen un gran esfuerzo físico durante el tratamiento y evite forzar el movimiento de flexión del brazo mientras hace uso de la ortésis.

**Nota:** El éxito de la recuperación del síndrome del túnel cubital se encuentra en hacer un correcto uso de la ortésis y seguir las recomendaciones de su médico ortopedista.

### ¿Cómo se usa?



1. USO: NOCTURNO | DIURNO
2. USO: NOCTURNO | DIURNO
3. USO: NOCTURNO | DIURNO
4. USO: NOCTURNO

Antes de usar el producto cerciárese que los componentes estén completos y en óptimas condiciones.

1. Con el brazo opuesto al afectado, tome la ortésis y ubíquela de tal forma que la almohadilla para el codo quede mirando hacia atrás.
2. Deslice el brazo afectado a través de los brazaletes y el sujetador para el codo en neopreno.
3. Acomode el brazalete A en el brazo, aproximadamente a unos 10 cm de distancia del hombro y el brazalete C aproximadamente a unos 12 cm de la muñeca. Asegúrese que el sistema de restricción se encuentre al lado opuesto del túnel cubital.
4. Para restringir el movimiento a 30°, retire la tapa protectora, deslice la lámina por el orificio y vuelva a color la tapa de seguridad.

## 13.5 Plan de negocios

Se ha planteado vender el proyecto a una empresa capaz de desarrollar y distribuir el producto ortopédico, debido a su capacidad productiva, capital e infraestructura. Para lograr dicho propósito se ha desarrollado un plan estratégico con el fin de analizar cuál va a ser el segmento de clientes y que propuesta de valor se les va a ofrecer, como se va a llevar acabo la comunicación del proyecto y que recursos son necesarios para dicho alcanzar dicha meta.

### le Negocio

<p><b>esClave AK</b></p> <p>topedistas . e mano .</p>	<p><b>ActividadesClave AC</b></p> <p>-Visitas personalizadas -Visitas a Ferias para crear contactos y posibles clientes .</p>	<p><b>Propuesta de Valor PV</b></p> <p>-Producto de bajo costo en relación a la competencia . -producto especializado en el tratamiento del síndrome . -Diseño estéticamente bien percibido .) -Desarrollo de marca . -Desarrollo de empaque . -Estudio de mercado</p>	<p><b>Relaciones con los Clientes RC</b></p> <p>-Venta directa, visitas personalizadas a los gerentes y directores de proyectos de las empresas .</p>	<p><b>Segmentos de</b></p> <p>Empresas productos orto -Ortopédicos Bi -Centro de Inves Científicas en C -CENAFORT UT. -Orprotec Ltda. -Entis Laboratoric Ltda. -Centro Ortopédi</p>
	<p><b>RecursosClave RK</b></p> <p>-Un brochure . -Tarjetas de contacto -Un modelo funcional del producto con su empaque .</p>		<p><b>Canales CH</b></p> <p>-Ferias especializadas como (Meditech 2012 Bogotá ; Feria de medicina, HOSPITALAR 2012) -Visitas a empresas .</p>	
<p><b>de Costo</b></p> <p>en la impresión de mínimo 30 Brochures (aproximadamente esos .) de mínimo 30 tarjetas.( aproximadamente \$100.000 pesos .) para el desarrollo de un modelo funcional del producto con su (Aproximadamente \$300.000 pesos)</p> <p>10 pesos</p>	<p><b>C\$</b></p>	<p><b>Flujo de Ingresos</b></p> <p>-Venta del proyecto a una empresa fabricante ortopédicos .</p>		

#### 13.4.1 Segmento de clientes:

Inicialmente se pretende llegar con el proyecto a las empresas fabricantes de productos ortopédicos, empresas como (Ortopédicos Better Life, el Centro de Investigaciones Científicas en Órtesis y Prótesis, CENAFORT UT, Orprotec Ltda,

Entis Laboratorio Ortopédico Ltda y Centro Ortopédico Avanzar, entre otras). Éstas no solo podrán hacer el desarrollo completo de la órtesis, sino que a su vez tienen establecidos canales de distribución que llegan directamente a las empresas comercializadoras como Locatel, Ortopédicos Disalud, Líneas Hospitalarias, MR equipos médicos entre otros, o también canales de venta directa con el público (personas que se encuentran en una fase inicial del desarrollo del síndrome del túnel cubital y necesitan tratamiento conservador) bien sea por compra en tiendas o pedidos por encargo donde se fabricaría el producto según las especificaciones del paciente.

### *13.5.2 Canales*

Los canales que se van a utilizar para contactar y establecer relaciones con los posibles clientes serán a través de:

1. Visitas a ferias médicas o especializadas en productos ortopédicos como Meditech o Hospitalar donde se podrán generar relaciones con algunos de los fabricantes o personas interesadas en el desarrollo de nuevas alternativas de productos ortopédicos para posicionarse en el mercado no solo por funcionalidad, sino también precio y diseño. A su vez estas ferias son un excelente espacio para establecer alianzas con asociaciones médicas, o personas influyentes capaces de validar y recomendar el proyecto.
2. Por otro lado se llevarán a cabo visitas a empresas, donde se buscará establecer una relación con los gerentes y directores de proyectos.

### *13.5.3 Relación con los clientes*

Como se mencionó anteriormente la forma a la cual se va a llegar a cada uno de los clientes es a través de visitas a empresas. Éstas van a permitir que los clientes conozcan a fondo el proyecto, cual ha sido su desarrollo y cuáles son los beneficios para sus empresas.

### *13.5.4 Propuesta de valor*

La empresa que está interesada en adquirir el proyecto para llevarlo a cabo, no sólo encontrará un producto funcional y especializado en el tratamiento conservador del síndrome del túnel cubital, sino también recibirá un producto con un bajo costo de producción y de venta asequible para todo tipo de público, lo que en primera instancia abre la posibilidad de llegar a un mercado que antes (por los altos costos de los productos) no se había llegado de manera satisfactoria (personas con un nivel de ingresos medio-bajo). Éste a su vez está determinado por un estudio de mercado donde se hizo un análisis de los productos existentes hasta la fecha y una segmentación del público objetivo donde se establecen cuáles son los alcances del mismo indicando cuantas personas sufren del síndrome y que porcentaje estaría interesado en adquirir el producto.

Por otro lado el valor agregado de diseño (forma, colores, texturas, materiales) permite obtener un valor estéticamente bien percibido y la posibilidad de

personalizar el producto al permitir seleccionar texturas y colores que ofrece el material. Y para finalizar se hizo un desarrollo de marca, empaque y un instructivo de uso que complementan y agregan de nuevo valor al proyecto.

#### *13.5.5 Actividades Claves*

1. Establecer un cronograma de las fechas en las cuales se llevan a cabo las ferias especializadas.
2. Hacer el desarrollo de folleto o Brochur que permita comunicar de manera clara y concisa el proyecto para entregar en las ferias y llevar a las empresas.
3. Hacer el desarrollo de una tarjeta de presentación para poder entregarle a los posibles clientes información de contacto.
4. Hacer una lista de algunos médicos ortopedistas o cirujanos de la mano y crear una pequeña base de datos con sus nombres, correos y teléfonos de contacto para presentarles el proyecto y conseguir su validación y respaldo a la hora de vender el proyecto.
5. Hacer una lista de posibles empresas que puedan estar interesadas en la compra del proyecto y hacer una base de datos con los Nombres, correos electrónicos y Teléfonos de contacto de sus gerentes o directores de Proyectos.

6. Hacer un cronograma para hacer llamadas y visitas a las empresas.

### *13.5.6 Recursos Claves*

-Desarrollo de un brochure o folleto con información del proyecto.

-Tarjetas de contacto

-Desarrollo de un modelo funcional del producto con su empaque para llevar a las empresas.

-Redacción de un contrato de confidencialidad para prevenir que el proyecto sea plagiado o producido antes de su venta.

### *13.5.7 Estructura de costos*

-Inversión en la impresión de mínimo 30 Brochures ( \$200.000 pesos.)

-Desarrollo de mínimo 30 tarjetas, (\$100.000 pesos.)

-Entradas a las ferias especializadas: (Entrada a dos ferias costo aproximado por feria \$18.000 a \$25.000 pesos)

-Inversión para el desarrollo de un modelo funcional del producto con su empaque. (Al ser fabricado de forma artesanal tiene un costo de \$300.000 pesos)

Total: \$650.000 pesos de inversión inicial

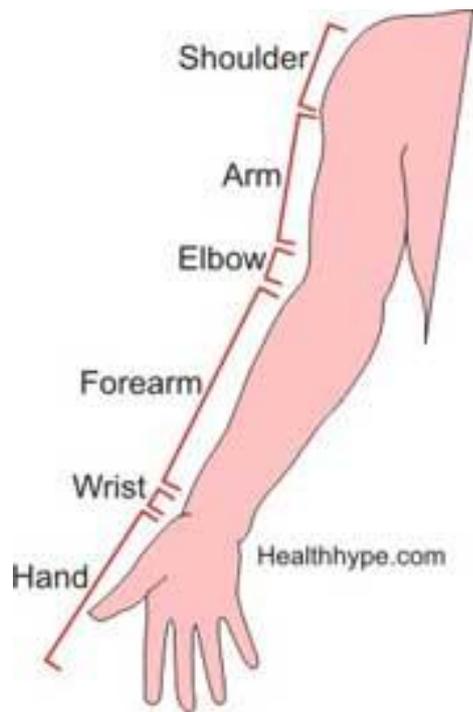
## **15. MARCO TEÓRICO**

### **15.1 El miembro superior**

“Es el órgano encargado de la actividad manual”.<sup>12</sup> Sus funciones principales son las de atajar, manipular y mover objetos. Está dividido de la siguiente manera.

---

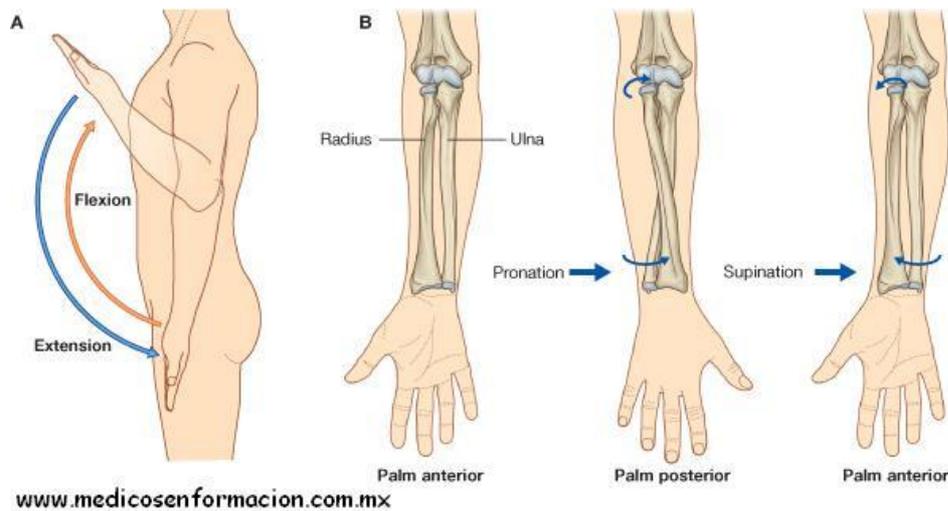
<sup>12</sup> Moore, K. (1993). *Anatomía con orientación clínica*. Barcelona: Ed. Médica Panamericana. Cap. 6, Pag. 525.



**Figura 9:** Partes del miembro superior Hombro-shoulder, brazo-arm, codo-elbow, antebrazo-forearm, muñeca-wrist, mano-hand.<sup>13</sup>

### 15.1.1 Movimientos del miembro superior:

<sup>13</sup> Tountas, C. (2010, 12 de Enero). *Arm Pain – Types, Symptoms, Diagnosis*. Extraído el 2 de Febrero de 2012 desde [www.healthhype.com/arm-pain-types-symptoms-diagnosis.html](http://www.healthhype.com/arm-pain-types-symptoms-diagnosis.html)



**Figura 7:** Movimientos del antebrazo<sup>14</sup>

### 15.1.2 Estructura ósea

El **hombro** está constituido por tres huesos principalmente, clavícula y el omoplato y escápula; tanto la clavícula como la escápula forman la cintura escapular, encargada de unir el miembro superior a la columna vertebral.

-Clavícula: Es el primer hueso del miembro superior desempeña tres tareas básicas: transferir la fuerza del miembro superior a la columna vertebral, permitir el agarre de los músculos y permitir la libertad de movimiento del brazo al separarlo del tronco.

-Escápula: Es la conexión directa entre la clavícula y el húmero.

<sup>14</sup> Médicos en formación. Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde <http://medicosenformacion4.tripod.com/1parcialimagenesah.htm>

El **brazo** está constituido por un único hueso, el húmero (el más grande del miembro superior). Se articula en la parte superior con la clavícula, y en la parte inferior con el cubito y el radio en el área del codo.

El **antebrazo** está conformado por dos huesos paralelos, el Cubito y el radio. El primero lo podemos ubicar en la parte interna del brazo y el segundo lo podemos encontrar en la cara externa del mismo. Ambos huesos están articulados en la parte superior con el Húmero en el codo y por la parte inferior con los huesos del carpo.

Por ultimo encontramos la **muñeca** constituida por varios huesos divididos entre los huesos del carpo y los huesos de la mano. (Hueso escafoides, semilunar, piramidal etc.)

### **15.1.3 Estructura Muscular**

Los músculos son órganos que permiten generar el movimiento en el cuerpo a través de las contracciones de sus tejidos. Cada musculo consta de dos unidades básicas: Unidad estructural: Fibra muscular (células musculares) y la Unidad funcional: Neuronas motoras y fibras musculares controladas. Los impulsos nerviosos son recibidos por las neuronas motoras y estas a su vez inician una serie de nuevos impulsos que hacen que las fibras musculares se contraigan y es de donde surge el movimiento. Conocemos entonces como tono muscular a la excitación del sistema nervioso y por ende a la contracción de la fibra muscular.

Los músculos que conectan el **Hombro** con el tronco y la columna vertebral tienen como propósito controlar los generales movimientos del brazo. Los músculos del brazo comprenden la zona que va desde el hombro hasta la articulación del codo, permitiendo la supinación del antebrazo y la flexión del codo, a la vez de ayudar a elevar el brazo y relajar el hombro.

En el área interna proximal del codo encontramos la fosa cubital, que es la región o la zona interna del codo. Los músculos que comprenden esta zona permiten la supinación del antebrazo y la mano, los movimientos de pronación y supinación junto con la flexión del antebrazo.

Los músculos del **antebrazo** se relacionan directamente con la articulación del codo, la muñeca y los dedos. Los músculos que comprenden esta zona permiten la pronación del antebrazo y la flexión del codo y la flexión y abducción de la mano.

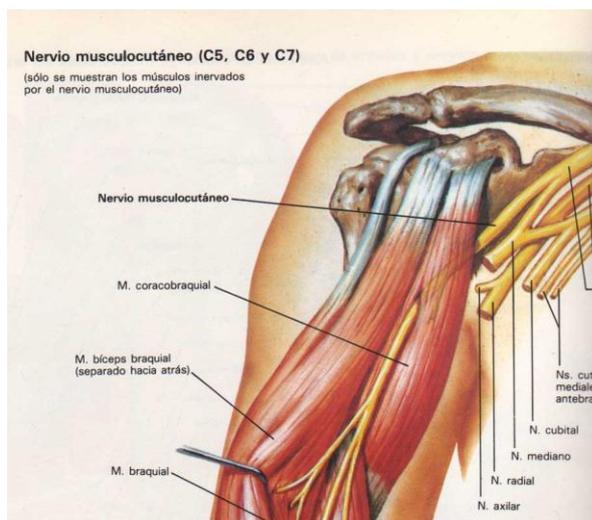
Por último encontramos los músculos de la **muñeca** y **mano** encargados de permitir el movimiento de las falanges.

#### **15.1.4 Estructura nerviosa**

El sistema nervioso periférico (SNP): es la extensión o la ramificación del sistema nervioso central y son los encargados de recibir los impulsos nerviosos provenientes de los órganos sensoriales y de transmitir los impulsos del SCN a los músculos y demás órganos del cuerpo a través de los **nervios**. (El conjunto de

fibras nerviosas por las cuales se transmiten señales o impulsos a las distintas partes del cuerpo.)

Los Nervios principales del brazo se originan desde el plexo braquial ubicado en el cuello y parte de la axila, los principales nervios son el Nervio Mediano, el Nervio Radial y Nervio cubital.



**Figura 13:** Nervios principales del miembro superior.<sup>15</sup>

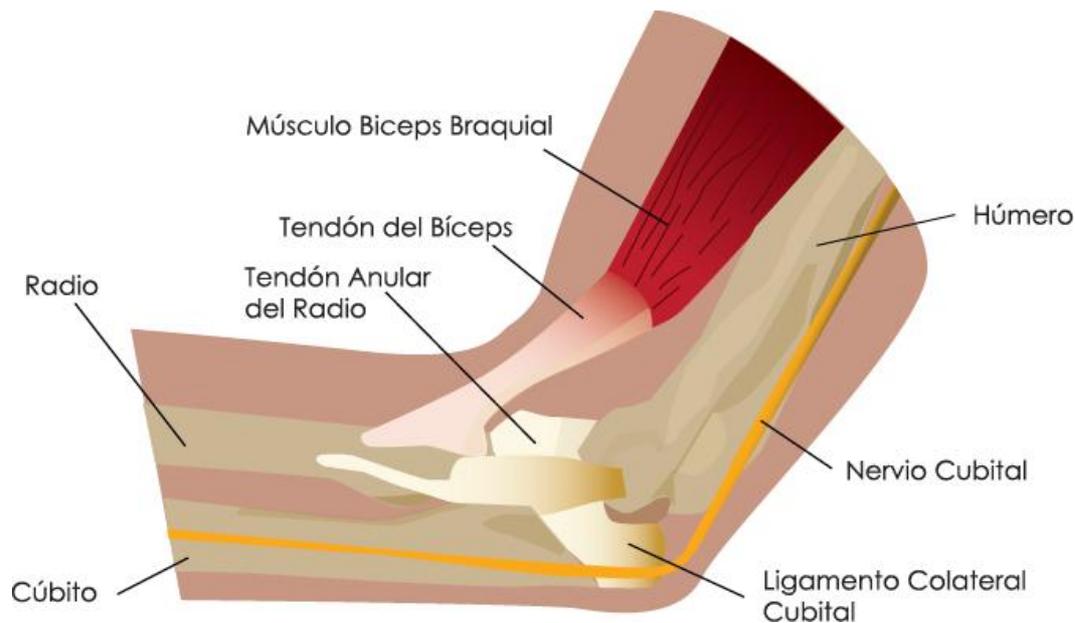
### 15.1.5 Articulaciones

Son las uniones entre los distintos huesos o elementos rígidos del esqueleto humano. Sus funciones principales son las de unir, propiciar elasticidad para los movimientos y el crecimiento de los huesos. Están constituidos por los huesos y los ligamentos, estas son:

<sup>15</sup> Netter, F.H (1990). *Sistema Musculo esquelético: Anatomía, fisiología y enfermedades metabólicas*. Barcelona: Salvat (Tomo 8.1 / Parte 1. Pag. 38)

- a. Articulación acromio clavicular: Articula los huesos del hombro entre sí; permite el movimiento de deslizamiento.
  
- b. Articulación gleno-húmeral: Articula el **hombro y el brazo**.
  
- c. Articulación del codo: Articula el **brazo y el antebrazo**.
  
- d. Articulación radioulnar proximal y distal: articula los **huesos del antebrazo entre sí**.
  
- e. Articulación de la muñeca o radio carpiana: Articula el **antebrazo con la mano**.
  
- f. Articulaciones de la mano (intercarpianas, medio-carpianas, intermetacarpianas etc.); articulan los **huesos de la mano entre sí**.

## 15.2 El codo



Como se había mencionado anteriormente el codo es la articulación que une el brazo con el antebrazo, donde se conectan en tres articulaciones distintas el humero, el cubito y el radio, para que permitir el movimiento de palanca del miembro superior (flexión y extensión).

Las articulaciones mencionadas anteriormente son:

1. Articulación radio-cubital proximal: permite los movimientos de pronación y supinación del antebrazo.
2. Articulación húmero-radial: Permite los movimientos de rotación, pronosupinación, flexión y extensión.
3. Articulación húmero-cubital: permite los movimientos de flexión y extensión.

Encontramos en esta misma zona cuatro músculos de gran importancia para la movilidad del codo, estos son:

1. Músculo braquial: permite el movimiento de flexión del codo
2. Músculo Bíceps braquial: Permite los movimientos de flexión del codo, supinación del antebrazo, flexión y abducción del hombro.
3. Músculo tríceps braquial: permite la extensión del codo y del hombro
4. Músculo ancóneo: Permite el movimiento de extensión del codo.

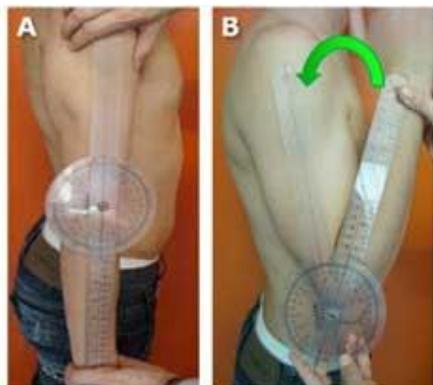
### 15.2.1 Biomecánica del codo

Arco de movimiento para actividades diarias por el codo:

Arco funcional con un rango de movimiento funcional entre los 30° de extensión y 130° de flexión.

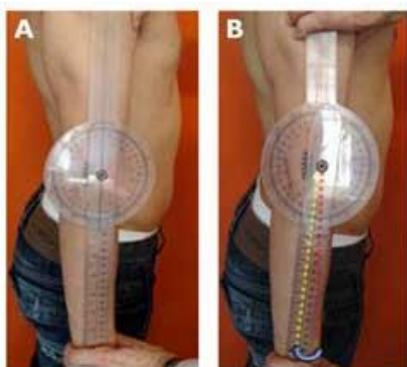
Arco funcional de 50° de pronosupinación

**Flexión:** Es el movimiento que permite que el antebrazo se dirija hacia arriba, con un rango máximo de 140°-145° el movimiento llega a su límite por el choque de los músculos de brazo y el antebrazo. Es importante resaltar que este ángulo de movimiento es distinto en algunas personas, pues depende muchas veces de la masa muscular.



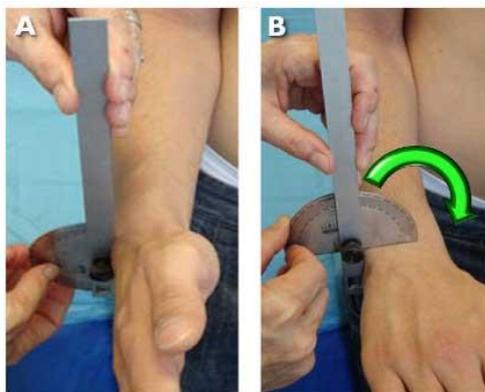
**Figura 16:** Flexión del codo<sup>16</sup>

**Extensión:** A diferencia del movimiento de flexión, la extensión permite el movimiento hacia abajo y en algunos casos hacia atrás, la extensión del codo es de 0° con una hiperextensión máxima de -10° pues se toma como referencia la posición del codo en extensión.



**Figura 17:** Extensión del codo<sup>17</sup>

**Pronación:** El antebrazo tiene una pronación máxima de 80°-85°, este movimiento permite que la palma de la mano se incline hacia abajo.

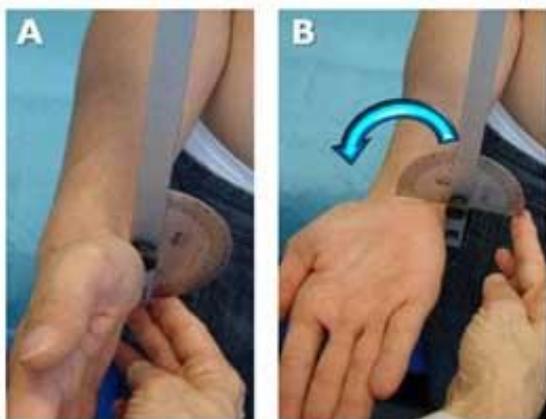


<sup>16</sup> Álvarez, A. Angulo, M.T. Fuentes, Y. (2011) Biomecánica clínica Biomecánica de la Extremidad Superior Exploración del Codo. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología) Serie Biomecánica clínica. 3 (4): 82-103*

<sup>17</sup> Álvarez, A. Angulo, M.T. Fuentes, Y. (2011) Biomecánica clínica Biomecánica de la Extremidad Superior Exploración del Codo. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología) Serie Biomecánica clínica. 3 (4): 82-103.*

**Figura 18:** Pronación del antebrazo<sup>18</sup>

**Supinación:** El antebrazo tiene una supinación máxima de 90°, este movimiento a diferencia de la pronación permite que la palma de la mano gire hacia arriba.



**Figura 19:** Supinación del antebrazo<sup>19</sup>

### 15.3 Neuropatías compresivas

Son consideradas patologías o enfermedades neurológicas, ocasionadas por la compresión crónica de alguno de los nervios. Sus causas más frecuentes son:

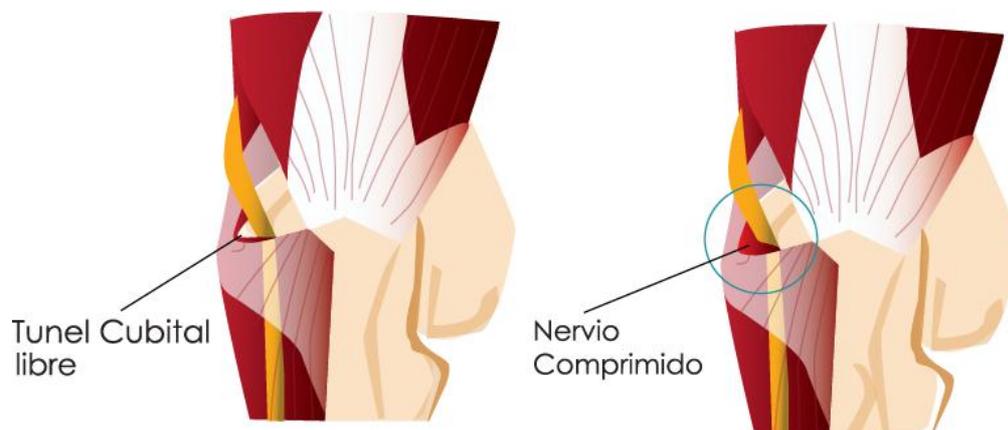
1. Traumatismos
2. Músculos hipertrofiados
3. Ligamentos engrosados

<sup>18</sup> Álvarez, A. Angulo, M.T. Fuentes, Y. (2011) Biomecánica clínica Biomecánica de la Extremidad Superior Exploración del Codo. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología) Serie Biomecánica clínica. 3 (4): 82-103.*

<sup>19</sup> Álvarez, A. Angulo, M.T. Fuentes, Y. (2011) Biomecánica clínica Biomecánica de la Extremidad Superior Exploración del Codo. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología) Serie Biomecánica clínica. 3 (4): 82-103.*

4. Quistes
5. Ganglios inflamados
6. Movimientos repetitivos

### 15.3.1 Síndrome de compresión del nervio cubital



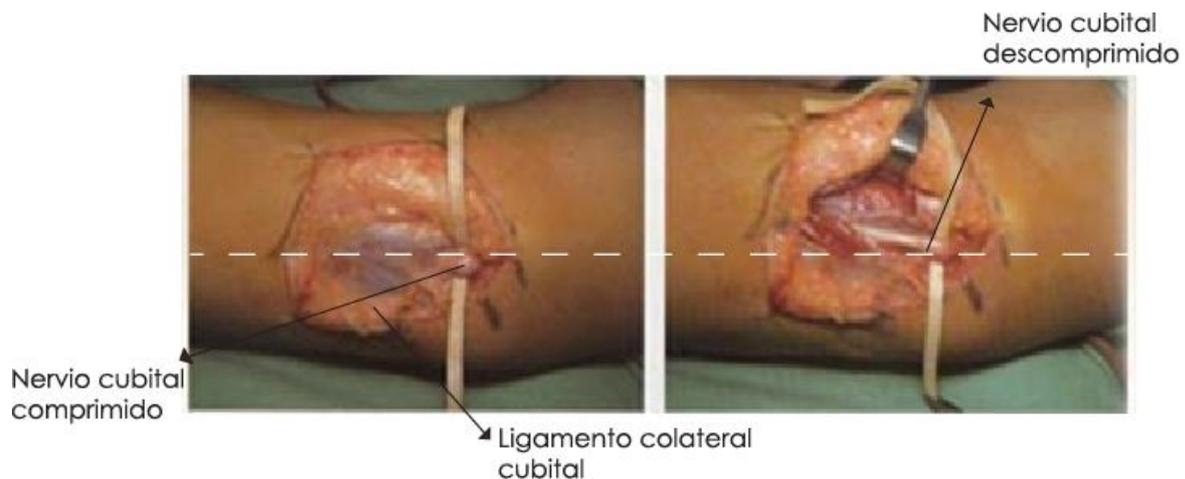
El síndrome de compresión del nervio cubital, como se había mencionado anteriormente, es la segunda neuropatía compresiva más frecuente después del túnel del carpo, ocupando el 39% de incidencia<sup>20</sup>, este es ocasionado por la compresión del nervio en el túnel cubital en el área del codo.

Con el codo en extensión el túnel cubital cuenta con espacio amplio para contener y proteger al nervio, pero al flexionar el codo este mismo espacio se

---

<sup>20</sup> Szabo, R. Kwak, C. (2007) Natural History and Conservative Management of Cubital Tunnel Syndrome. *Hand Clinics*, Volume 23, Issue 3, Pages 311-318

reduce aproximadamente un 55% de su tamaño original, haciendo que el nervio sea vulnerable a una compresión.



**Figura:** descompresión del nervio cubital: cirugía<sup>21</sup>

### 15.3.2 Causas

El desarrollo del síndrome tiene varias causas entre ellas encontramos la obstrucción del túnel bien sea por tumores o ganglios, una malformación o alteraciones óseas, fracturas y la más importante y quizás la mayor causa del desarrollo del mismo es la compresión por la flexión-extensión aguda del codo por movimientos repetitivos o sostenidos. Es más frecuente evidenciar los síntomas en almacenistas, conductores de camiones, taxis, buses, o vehículos particulares, telefonistas, u oficinistas, debido a las posturas y movimientos a los que se somete

<sup>21</sup> Thompson, R. Morrey, B.F (2000) *Codo: Master en cirugía ortopédica*. Madrid :Marbán Libros, S. L

el codo. Es importante de igual forma resaltar que la mala postura en las horas de sueño es una gran causa del desarrollo del síndrome y esta se puede presentar en cualquier persona.

### **15.3.3 Sintomatología**

El atrapamiento del nervio ocasiona síntomas muy variados que afectan tanto el codo como el antebrazo y la mano. Es por eso que se presenta adormecimiento y hormigueo (parestesias) en los dedos, debilidad para agarrar objetos, alteraciones en la percepción (sinestesias), dolor y dificultad en los movimientos.

### **15.3.4 Tratamiento**

Cuando los pacientes presentan los síntomas y el síndrome no está muy avanzado, los médicos recomiendan en primera instancia un tratamiento conservador, es decir un tratamiento sin intervención quirúrgica, esto con el fin de reducir y controlar el progreso del síndrome.

Para el tratamiento conservador los movimientos en los que el codo esta en flexión aguda deben ser evitados, pues se ha demostrado que la suspensión de los mismo ha mostrado mejoría en una gran número de pacientes, esto debe estar a su vez acompañado de una modificación en los hábitos posturales para prevenir recaídas.

Se recomienda entonces:

1. Almohadilla para el codo, evitando así que el nervio siga maltratándose al tener contacto directo con superficies rígidas.<sup>22</sup>
2. El uso de analgésicos y antiinflamatorios también es recomendada para disminuir el dolor y controlar algunos de los síntomas.<sup>23</sup>
3. El uso de férulas es muy recomendado, pues ayuda a evitar los movimientos de flexión, y los limita. Se recomienda una férula para ser usada en el las horas de sueño aproximadamente 3 meses limitando el movimiento de flexión de 15° a 60° y una diaria que restrinja el movimiento durante las actividades cotidianas , el ideal es mantener el rango de movimiento entre los 40° y 70° con una duración aproximada de 3 semanas.<sup>24</sup>

Para este tratamiento de en particular se realizó un estudio que comprobó que de 73 pacientes el 83% mostró mejorías luego del tratamiento, y luego de 8,7 meses de inmovilidad el número de pacientes recuperados subió a un 90%<sup>25</sup> demostrando que el uso de las férulas es un tratamiento altamente efectivo.

4. Para aquellos pacientes que no tienen acceso a una férula especializada se recomienda no realizar actividades con el codo en flexión aguda y durante las horas se sueño se permite amarrar una toalla, un trapo, una venda o un cinturón alrededor del codo para limitar el movimiento entre los 15° y 60° de flexión.<sup>26</sup>

---

<sup>22</sup> Blackmore S. (2002) Therapist's management of ulnar nerve neuropathy at the elbow. *Hand Clinics*, Rehabilitation of the hand and upper extremity: 679–89.

<sup>23</sup> Coll, S. Pérez, C. Terrades, C. Neuropatía compresiva del nervio cubital en el codo: diagnóstico y tratamiento. *Medicina Balear*- Vol.21, núm. 3, 2006

<sup>24</sup> Sailer SM. (1996) The role of splinting and rehabilitation in the treatment of carpal and cubital tunnel syndromes. *Hand Clin.*;12(2):223-41.

<sup>25</sup> Idler RS. (1996). General principles of patient evaluation and nonoperative management of cubital syndrome. *Hand Clin*:12(2):397–403.

<sup>26</sup> Coll, S. Pérez, C. Terrades, C. Neuropatía compresiva del nervio cubital en el codo: diagnóstico y tratamiento. *Medicina Balear*- Vol.21,

5. Cuando el tratamiento conservador no soluciona el problema se lleva a cabo una intervención quirúrgica para liberar el nervio comprimido.

#### **15.4 Tipologías y productos existentes para el tratamiento**

Existen básicamente dos tipos de productos ortopédicos que ofrece actualmente el mercado:

1. Coderas no especializadas: las cuales restringen el movimiento pero no tienen en cuenta todos los requisitos para tratar este síndrome, con costos entre los 50.000 y 100.000 pesos.
  - No restringe el movimiento de flexión en los ángulos requeridos por el tratamiento: máximo 70° de flexión.
  - No protege el codo al apoyarse sobre superficies rígidas.



27

Codera para codo de tenista

No hay restricción significativa de movimiento

Uso diario

Distribuido en Colombia por: Fundación caminos por Colombia

Precio: \$28.000 pesos



28

-Codera para síndrome del túnel cubital

-Restricción de flexión: 60°-66°, lo cual no permite el desarrollo de actividades cotidianas.

-Uso únicamente nocturno, el tratamiento recomienda que durante la noche la restricción del movimiento sea entre los 0° y 40° máximo.

<sup>27</sup> Extraído el 12 de Febrero de 2012 desde [http://www.fundacioncaminosporcolombia.org/shopping/product\\_reviews.php?cPath=21&products\\_id=50](http://www.fundacioncaminosporcolombia.org/shopping/product_reviews.php?cPath=21&products_id=50)

<sup>28</sup> Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde [http://codo\\_del\\_tenista.webs.com/coderaelbowpm.htm](http://codo_del_tenista.webs.com/coderaelbowpm.htm)

-Distribuido en España: tiene un costo más elevado por importación.

Precio: 28,95 € (aproximadamente \$70.000 pesos)



29

### CODERA AJUSTABLE EN NEOPRENO

- No hay restricción significativa de movimiento, no cumple con las especificaciones del tratamiento: restricción máxima a 70°.
- Uso diario
- Distribuido por: Ortopédicos futuro Colombia
- Precio: 36.000

2. Férulas u órtesis especializadas, muchas veces complejas e incómodas para desarrollar actividades diarias, con precios elevados mayores a 100.000 pesos.

---

<sup>29</sup> Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde <http://www.ortopedicosfuturo.com/blanda.html>



30

### BRACE DE CODO MULTIGRADO

- Control de flexión: 10°, no permite rangos de movimiento. Se puede graduar el ángulo de restricción pero la férula queda fija.
- No facilita el desarrollo de actividades cotidianas.
- Uso en su mayoría post-quirúrgico
- Distribuido por: Ortopédicos futuro Colombia, producto importado.
- Precio: \$290.000 pesos, costo elevado por ser en acero inoxidable.



31

### FÉRULA PALMAR-PULGAR Y CONTROL DE FLEXO-EXTENSION

- Regulación de flexión: 0°-90° en intervalos de 30°. No permite rangos de movimiento. A diferencia del producto anterior este permite graduar el

<sup>30</sup> Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde <http://www.ortopedicosfuturo.com/inmoviliza.html>

<sup>31</sup> Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde <http://www.ortopediadirecta.com/es/ortesis-de-codo/379-ortesis-de-codo-con-ferula-palmar-pulgar-y-control-de-flexo-extension-humertec-ref94302d-gris.html>

movimiento cada 30°.

Uso diario

Distribuido en España

Precio: 190 € (aproximadamente \$456.000 pesos)

## 16. FUENTES DE INFORMACIÓN

Álvarez, A. Angulo, M.T. Fuentes, Y. (2011) Biomecánica clínica Biomecánica de la Extremidad Superior Exploración del Codo. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología) Serie Biomecánica clínica*. 3 (4): 82-103

Autor Institucional: Ministerio de la protección social. (2004) Informe de enfermedades profesionales en Colombia 2001-2002. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

Blackmore S. (2002) Therapist's management of ulnar nerve neuropathy at the elbow. *Hand Clinics, Rehabilitation of the hand and upper extremity*: 679–89.

Coll, S. Pérez, C. Terrades, C. Neuropatía compresiva del nervio cubital en el codo: diagnóstico y tratamiento. *Medicina Balear- Vol.21, núm. 3, 2006*

Day, C. Makhni, E. Mejia, E. Lage, D. Rozental, T. (2010) Carpal and Cubital Tunnel Syndrome: Who Gets Surgery?. *lin Orthop Relat* 468(7): 1796–1803.

Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde <http://www.ortopedicosfuturo.com/inmoviliza.html>

Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde: <http://www.ortopediadiirecta.com/es/ortesis-de-codo/379-ortesis-de-codo-con-ferula-palmar-pulgar-y-control-de-flexo-extension-humertec-ref94302d-gris.html>

Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde [http://codo\\_del\\_tenista.webs.com/coderaelbowpm.htm](http://codo_del_tenista.webs.com/coderaelbowpm.htm)

Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde <http://www.ortopedicosfuturo.com/blanda.html>

Extraído el 12 de Febrero de 2012 desde [http://www.fundacioncaminosporcolombia.org/shopping/product\\_reviews.php?cPath=21&products\\_id=50](http://www.fundacioncaminosporcolombia.org/shopping/product_reviews.php?cPath=21&products_id=50)

Idler RS. (1996). General principles of patient evaluation and nonoperative management of cubital syndrome. *Hand Clin*:12(2):397–403.

- Lesko. J (2007) Diseño Industrial, Guía de materiales y procesos de manufactura. Limusa Wiley: Mexico
- Lima, R. (1988). Síndromes de Entrampamiento Nervioso en Miembro Superior. Argentina: Salvat.
- McPherson SA, Meals RA. (1992) *Cubital tunnel syndrome*. *Orthop Clin North* (1):111-23. University of California: Los Angeles School of Medicine.
- Médicos en formación. Extraído el 5 de Febrero de 2012 desde <http://medicosenformacion4.tripod.com/1parcialimagenesah.htm>
- Moore, K. (1993). *Anatomía con orientación clínica*. Barcelona: Ed. Médica Panamericana.
- Netter, F.H (1990). *Sistema Musculo esquelético: Anatomía, fisiología y enfermedades metabólicas*. Barcelona: Salvat.
- Pérez, E. (2009) *Auxiliar de Enfermera. Bloque III: Procedimientos relacionados con las necesidades de movimiento y actividad física*. McGra Hill.
- Ramos, R. (2010) Neuropatía compresiva del nervio interoseo posterior a nivel del codo (síndrome de la arcada de frohse) ¿debe incluirse en el listado de enfermedades profesionales?. *Med. segur. trab.* v.56 n.220 Madrid.
- Rodriguez, C. Quintero, H. Aschner, H. (2005). Movimiento del brazo humano: de los tres planos a las tres dimensiones. *Revista de Ingeniería: Facultad de ingeniería Universidad de los Andes: Ed. 22: 36-44.*
- Roselli, D. Otero, A. Heller, D. Calderón, C. Moreno, S. Perez, A. (2000) Estimación de la oferta de médicos especialistas en Colombia con el método de captura-recaptura. *Recursos humanos:* <http://www.scielosp.org/pdf/rpsp/v9n6/5383.pdf>
- Sailer SM. (1996) The role of splinting and rehabilitation in the treatment of carpal and cubital tunnel syndromes. *Hand Clin.*;12(2):223-41.
- Salva, G. Pérez, C. Terrades, X. (2006) Neuropatía compresiva del nervio cubital en el codo: diagnóstico y tratamiento.
- Szabo, R. Kwak, C. (2007) Natural History and Conservative Management of Cubital Tunnel Syndrome. *Hand Clinics*, Volume 23, Issue 3, Pages 311-318

Thompson, R. Morrey, B.F (2000) *Codo: Master en cirugía ortopédica*. Madrid :Marbán Libros, S. L

Tountas, C. (2010, 12 de Enero). *Arm Pain – Types, Symptoms, Diagnosis*. Extraído el 2 de Febrero de 2012 desde [www.healthype.com/arm-pain-types-symptoms-diagnosis.html](http://www.healthype.com/arm-pain-types-symptoms-diagnosis.html)

Tus medidas, Extraído el 16 Febrero de 2012 desde <http://www.madauri.com/mides.htm>.

Wolfe, S. Hotchikiss, R. Pederson, W. Kozin, S. (2011) *Green's Operative Hand Surgery, Sixth edition*. Churchill Livingstone: Elsevier

Zlowodski, M. (2005) *Cubital tunnel syndrome: diagnosis and management*. University of Minnesota: Department of orthopedic surgery.

### **Trabajos citados**

*University of Rhode Island*. (2012, January 9). Retrieved Marzo 31, 2012, from RL houston, Principles of Biomechanics: <http://www.ele.uri.edu/faculty/vetter/BME207/anthropometric-data.pdf>

Africano, J. M. (2008, 10 07). *BIBLIOTECA VIRTUAL de Derecho, Economía y Ciencias Sociales*. Retrieved Marzo 27, 2012, from eumed.net: <http://www.eumed.net/libros/2008b/408/RESOLUCION%20No%205261%20A GOSTO%205%20DE%201994.htm>

García-Berro, M. (2000, 11 01). *Interempresas*. Retrieved Abril 6, 2012, from <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/6260-Reciclado-de-piezas-de-poliuretano-procedentes-de-la-industria-del-automovil.html>

Gerencie.com. (2010, 12 09). *Gerencie.com*. Retrieved Marzo 27, 2012, from <http://www.gerencie.com/salario-base-y-valor-a-pagar-por-incapacidad.html>

Lefteri, C. (2008). *Así se hace, técnicas de fabricación para diseño de producto*. Barcelona: Blume.

Magdalena, C. (n.d.). *Auto Industria*. Retrieved Abril 6, 2012, from Verticalia: [http://www.autoindustria.com/informacion/estudios/reciclaje\\_asientos.pdf](http://www.autoindustria.com/informacion/estudios/reciclaje_asientos.pdf)

National Aeronautics and space administration. (1995, July). *Nasa*. Retrieved Marzo 31, 2012, from Anthropometry and Biomechanics Volume1-section 3: [msis.jsc.nasa.gov/sections/section3.htm](http://msis.jsc.nasa.gov/sections/section3.htm)