



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Máster Universitario en Ingeniería del Diseño

TRABAJO FIN DE MASTER

**Diseño Ergonómico de una Órtesis Deportiva para la
Asistencia al Movimiento de la Articulación
Acromioclavicular**

Alumno: Diego López Tenreiro

Tutora: Dra. Sabina Asensio Cuesta

Septiembre 2019

INDICE:

1. Objeto del Presente Trabajo	7
2. Antecedentes	8
2.1. Las Órtesis: Qué son y para Qué se Utilizan.....	9
2.2. Análisis de Mercado de Tipos de Órtesis de Hombro.	10
2.2.1 Características del producto de estudio.....	11
2.2.2 Análisis de los Productos del Mercado Actual.	12
2.3. Lesiones Relacionadas con la Articulación Acromioclavicular.	25
2.4. Ergonomía y Biomecánica de la Articulación Acromioclavicular.	26
2.5. Movimiento y Biomecánica del Complejo Articular del Hombro.....	29
2.6. Materiales: Comportamiento y Resistencia durante el uso de la Órtesis.....	35
2.7. Normativa y Legislación Aplicada al Diseño de Prótesis de Asistencia al Movimiento..	39
3. Diseño Conceptual de la Órtesis.....	41
3.1. Análisis Ergonómico del Hombro: Tabla de medidas.....	53
3.2. Selección de Materiales	55
3.3. Proceso de Fabricación Asociado al Diseño	59
4. Diseño Mecánico: Conceptualización 3D.	62
4.1. Modelado CAD.	62
4.2. Simulación Virtual de la Órtesis.	64
5. Diseño Final	66
5.1. Color & Trim	66
5.2. Modelo Final.....	74
6. Presupuesto.....	76
7. Conclusiones.....	80
8. Referencias	81
9. Anexos	84
9.1. Planos Técnicos: Patronaje y Despiece	84

Índice de Figuras:

Figura 1: Órtesis de Protección Oneil.....	12
Figura 2: Comparativa Análisis de Marca Oneil.....	12
Figura 3: Órtesis de Protección y Estabilización Hemisafe y Topline	13
Figura 4: Comparativa Análisis de Marca Prim.....	13
Figura 5: Órtesis de Asistencia y Protección Thermoskin	14
Figura 6: Comparativa Análisis de Marca Thermoskin	14
Figura 7: Órtesis de Estabilización y Rehabilitación Rehband	15
Figura 8: Comparativa Análisis de Marca Rehband.....	15
Figura 9: Órtesis de Protección y Estabilización Ultimate Performance	16
Figura 10: Comparativa Análisis de Marca Ultimate Performance	16
Figura 11: Órtesis de Protección y Estabilización EVS.....	17
Figura 12: Comparativa Análisis de Marca EVS	17
Figura 13: Órtesis Funcional Activa Shock Doctor.....	18
Figura 14: Comparativa Análisis de Marca Shock Doctor.....	18
Figura 15: Órtesis de Estabilización Dinámica Zamst	19
Figura 16: Comparativa Análisis de Marca Zamst	19
Figura 17: Órtesis de Protección y Estabilización medi.....	20
Figura 18: Comparativa Análisis de Marca medi	20
Figura 19: Comparativa de Factores Entre Empresas Analizadas: Comodidad, Flexibilidad y Calidad .	21
Figura 20: Comparativa de Factores Entre Empresas Analizadas: Funcionalidad y Diseño	22
Figura 21: Comparativa de Precio de Venta por Producto Analizado.....	22
Figura 22: Comparativa Global de Todos los Productos Analizados En base a los Factores.....	23
Figura 23: Complejo Articular del Hombro. Articulaciones que lo componen	26
Figura 24: Movimiento Articular del Hombro: Abducción.	29
Figura 25: Movimiento Articular del Hombro: Aducción	31
Figura 26: Movimiento Articular del Hombro: Flexión y Extensión del Hombro	32
Figura 27: Rotación Externa e Interna del Hombro.....	33
Figura 28: Material Policloropreno	35
Figura 29: Material Cambio de Fase.....	36
Figura 30: Material Orthoplast.....	36
Figura 31: Fibra de Vidrio	37
Figura 32: Nylon PA11 Por 3D Print.....	37
Figura 33: Nylon PA12 Por 3D Print.....	37
Figura 34: Fibra de Carbono	38
Figura 35: Diagrama Conceptual de Enfoque y Estrategia de Diseño a Seguir	41
Figura 36: Intereses y Gustos de los Usuarios del Sector al que Está Enfocado el Diseño de la Órtesis	42
Figura 37: Pre-boceto Propuesta 1.....	44
Figura 38: Pre-boceto Propuesta 2.....	44
Figura 39: Pre-boceto Propuesta 3.....	46
Figura 40: Pre-boceto Propuesta 4.....	46
Figura 41: Pre-boceto Propuesta 5.....	47
Figura 42: Pre-boceto Propuesta 6.....	47
Figura 43: Pre-boceto Propuesta 7.....	48

Figura 44: Pre-boceto Propuesta 8.....	48
Figura 45: Pre-boceto Propuesta 9.....	49
Figura 46: Propuesta Final 1.....	50
Figura 47: Propuesta Final 2.....	51
Figura 48: Propuesta Final 3.....	52
Figura 49: Medidas Anatómicas.....	54
Figura 50: QL-017814 Forro Interior Poliéster + PU + Elastano.....	56
Figura 51: QL-018358 Capa Intermedia Neopreno.....	56
Figura 52: QL-018400 Forro Exterior Poliéster + PU.....	57
Figura 53: Hilo de Alta Resistencia.....	57
Figura 54: Nylon PA11 en polvo para impresión 3D por SLS.....	58
Figura 55: Máquina Automática de Corte Industrial de Patrones.....	59
Figura 56: Detalle de Costura de las capas que componen la órtesis.....	60
Figura 57: Impresora 3D por sinterizado láser SLS.....	60
Figura 58: Ensayos de elongación y tensión de materiales elásticos.....	61
Figura 59: Embalaje en bolsa transpirable ciplock.....	61
Figura 60: Modelado Cad 3D del Diseño Final de la Órtesis.....	62
Figura 61: Plano Descriptivo del Número de Piezas y Posición de Cada una en el Modelado Cad.....	63
Figura 62: Análisis de Tensión, Restricciones.....	64
Figura 63: Análisis de Tensión, Deformaciones.....	64
Figura 64: Análisis de Tensión, Von Misses.....	65
Figura 65: Análisis de Tensión, Factor de seguridad.....	65
Figura 66: Muestras de Telas y Paletas de Color.....	66
Figura 67: Paleta de Muestras de Colores.Panel 1.....	67
Figura 68: Paleta de Muestras de Colores.Panel 2.....	68
Figura 69: Paleta de Muestras de Colores.Panel 3.....	69
Figura 70: Paleta de Muestras de Colores.Panel 4.....	70
Figura 71: Paleta de Muestras de Colores.Panel 5.....	71
Figura 72: Paleta de Muestras de Colores.Panel 6.....	72
Figura 73: Paleta de Muestras de Colores.Panel 7.....	73
Figura 74: Descripción de las Diferentes Partes de la Órtesis.....	74
Figura 75: Detalles de Costura de las Partes que Componen la Órtesis.....	74
Figura 76: Detalles de Costura de las Partes que Componen la Órtesis.....	75
Figura 77: Adaptación de la Órtesis al Torso Femenino y Masculino.....	75

Índice de Tablas:

Tabla 1: Resumen Global de Movimiento Articular e Implicación Muscular	34
Tabla 2: Listado de Medidas Standard Para Tallaje Textil de Tronco Superior	53
Tabla 3: Coste Unitario por Pieza de Patronaje.....	76
Tabla 4: Resumen Costes Directos Asociados a la Órtesis	77
Tabla 5: Resumen Costes Indirectos Asociados a la Órtesis.....	78
Tabla 6: Coste Total Producción.....	78
Tabla 7: Coste Unitario Final de la Órtesis	78
Tabla 8: Precio de Venta y Margen de Beneficio	78

1. Objeto del Presente Trabajo

Dentro de las lesiones provocadas por accidentes de ciclomotor o bicicletas, las lesiones acromioclaviculares son las más frecuentes. Consisten en la rotura parcial o total de los ligamentos que mantienen unidos el acromio y la clavícula, le dan estabilidad y mantienen la unidad muscular de la zona. Existen varios grados de intensidad de lesión, de I a V, siendo la I la más leve y la V la más grave. Los dos últimos grados de lesión tienen que ser tratados quirúrgicamente, seguidos de un periodo de rehabilitación para recuperar movilidad y flexibilidad en la articulación. Los tres primeros grados de lesión en cambio no necesitan ser tratados quirúrgicamente a menos que el paciente así lo solicite. El tratamiento que se recomienda es la rehabilitación de la zona afectada, bien sea por medio de ejercicios de musculación o con ejercicios específicos para mejorar movilidad y flexibilidad. En algunos casos, el paciente precisa de una prótesis articular que estabiliza la cabeza humeral y permite una movilidad más precisa y estable de la articulación. El objetivo del presente trabajo es el diseño de un prototipo de órtesis deportiva, que sirva de asistencia al movimiento de la articulación acromioclavicular para así mejorar la posición del hombro y la alineación de la clavícula con la cabeza humeral. Para la realización de la misma se analizarán las órtesis actuales para la articulación acromioclavicular y la lesiones para las que han sido diseñadas, se recopilará información de los usuarios del producto mediante encuestas y entrevistas, se analizarán las dimensiones antropométricas asociadas con el prototipo objeto de estudio, se analizará la antropometría funcional o rango de movimientos articulares de la articulación, se analizarán los materiales actuales de diseño de dichas prótesis y otros posibles materiales a utilizar en el prototipo. Con toda la información recopilada se realizará el diseño del prototipo que será aplicado a un caso de estudio.

2. Antecedentes

Dentro de las prótesis de asistencia al movimiento, las órtesis deportivas son las más comunes para tratar dolencias provocadas por lesiones acromioclaviculares. Existen cientos de tipos de órtesis, todas con la misma finalidad. A pesar de la amplia variedad de productos destinados al tratamiento articular acromioclavicular, es conveniente conocerlos para así potenciar en el producto los valores y funciones que más beneficio aporten al usuario.

Las órtesis más comunes que se pueden encontrar en el mercado son las orientadas a cambios y correcciones de malas posiciones derivadas de errores ergonómicos en puestos de trabajo, sobreesfuerzos en actividades físicas, lesiones derivadas de actividades deportivas, etc. La manera en que funcionan la mayor parte de las órtesis es la de ayudar al cuerpo a descargar tensión muscular de las zonas afectadas.

En el caso de lesiones acromioclaviculares, pueden ser tratadas sin necesidad de órtesis, simplemente con unas sesiones de fisioterapia y sesiones continuas de ejercicios de fortalecimiento muscular de la zona afectada.

La finalidad de este estudio es la elaboración de una órtesis que además de descargar tensión muscular, permita realizar actividades deportivas de alto rendimiento sin molestias y manteniendo la zona lo más estable posible. Si bien es cierto que existen muchas empresas que desarrollan modelos de órtesis orientadas a actividades deportivas, todas ellas se centran más en los materiales y en la forma en que se ajustan a las zonas en que vayan a ser colocadas, la comodidad y la flexibilidad, pero en ningún caso se centran en la causa del problema, en la zona específica a tratar. En el caso de este proyecto, la zona acromioclavicular involucra el movimiento de muchos grupos musculares y de diferentes tendones y nervios, lo que puede provocar dolores o molestias en diferentes zonas de la articulación.

Antes de desarrollar el producto, es importante conocer los productos ya existentes que tengan una finalidad similar a la que se trata de dar solución en este trabajo. Para ello, se han extraído una serie de productos que aparecen en el mercado, se han evaluado las empresas que los desarrollan y se ha puntuado cada producto en función a las valoraciones que los usuarios que los han adquirido les han dado, de manera que son evaluables y cuantificables para poder tener un punto de partida para el diseño del producto en cuestión de este trabajo.

2.1. Las Órtesis: Qué son y para Qué se Utilizan.

Según la Organización Internacional de Normalización (ISO), una órtesis es un apoyo u otro dispositivo externo (aparato) aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético. Suelen ser utilizados por pacientes que son diagnosticados por médicos ortopédicos o por fisioterapeutas para el tratamiento de una zona del cuerpo específica, bien sea por lesión o por algún desorden anatómico para corrección de la estabilidad de una zona en particular.

Se diferencian de las prótesis en que las órtesis no tratan de sustituir una parte específica del cuerpo, sino que trata de reforzar o reemplazar sus funciones.

En base a su utilidad y funcionalidad, las órtesis se clasifican en:

- Estabilizadoras o inmovilizadoras: Mantienen una posición e impiden movimientos indeseados.
- Funcionales o dinámicas: Llevan incorporado un elemento elástico que permite movilizar un segmento de un miembro paralizado.
- Correctoras: Indicadas para corregir una deformidad esquelética. Son más efectivas si se utilizan durante el desarrollo infantil.
- Protectoras: Mantienen la alineación de un miembro enfermo o lesionado.

Otra clasificación es en base al tiempo que se van a utilizar, se clasifican en Temporales y Definitivas, que como su propio nombre indican, unas son para uso de un tiempo determinado y otras para toda la vida.

Por último, se establece una clasificación en base a sus Funciones:

Activas: Las cuales sustituyen de forma mecánica una función muscular o ligamentosa y que a su vez se dividen en:

Activas dinámicas: Sustituyen una función muscular.

Activas estabilizadoras: Sustituyen la función de músculos y/o ligamentos.

Pasivas: Las cuales van a pretender mantener un segmento del aparato locomotor en determinada posición, cuando no puede mantenerse por sí mismo y se dividen en:

Pasivas correctoras: Corrigen alguna deformidad.

Pasivas posturales: Su función va a ser mantener un ángulo articular obtenido por otros medios (quirúrgicos, kinésicos, etc).

En el caso que atañe a este proyecto, se va a desarrollar una Órtesis Estabilizadora/Funcional Activa, ya que trata de corregir los desequilibrios ocasionados por la rotura de los ligamentos de la articulación acromioclavicular permitiendo una agilidad en el movimiento articular y permitir un mayor fortalecimiento de la musculatura de la zona afectada.

2.2. Análisis de Mercado de Tipos de Órtesis de Hombro.

Dependiendo del tipo de lesión y de la rectificación de la postura que se quiera conseguir, existen diferentes tipos de modelos de órtesis, algunas destinadas a ser usadas durante la actividad deportiva, otras para proteger distintas articulaciones, otras para rectificación de posturas forzadas adquiridas por malas conductas, etc.

A la hora de seleccionar las marcas que confeccionan los productos de rehabilitación y para el tratamiento de dolor en articulaciones, se ha tenido en cuenta el tipo de producto y su uso específico, es decir, cual es el tratamiento que se quiere dar a la zona afectada. En el caso de las órtesis para el brazo, hombro y espalda, son numerosas las empresas que se dedican a la fabricación, distribución y venta de estas, pero entre ellas existen diferencias muy grandes a la hora de categorizar sus productos.

Por una parte, hay empresas que se dedican a fabricar prótesis para la protección de las articulaciones en general, sin necesidad de que su producto aporte algún valor a mayores que la protección. Por otro lado, están las que además de proteger la articulación, le dan una estabilidad a la misma a la hora de practicar una actividad deportiva o de sobreesfuerzo. Por último, se encuentran las empresas que manufacturan productos para proteger, estabilizar y tratar de corregir desviaciones articulares y ofrecer un mayor rendimiento de esta a la hora de practicar actividades deportivas o someter a sobreesfuerzo las articulaciones.

Las marcas seleccionadas para el análisis de marcas son las siguientes:

Oneil, Prim, Thermoskin, Rehband, Ultimate Performance, EVS, Shock Doctor, Zamst y medi.

2.2.1 Características del producto de estudio.

Un producto es más complejo que su simple utilidad. A la hora de analizar un producto, es necesario acotar muy bien hasta donde es interesante llegar y hasta qué punto se debe de llegar.

Si bien es cierto que se trata de una Órtesis de Asistencia, es necesario delimitar y acotar bien dicho producto. De todos los factores analizables a la hora de cuantificar el valor de un producto o de hacer un análisis cualitativo de un producto, lo más importante es decidir los valores clave que se van a tener en cuenta y que son los que finalmente acabarán definiendo al mismo.

Se han establecido cómo valores clave, que no quiere decir que sean los únicos analizables, los siguientes:

Los valores que se van a tener en cuenta son los siguientes:

Comodidad: La órtesis tiene que ser cómoda, tanto a la hora de hacer deporte como a la hora de llevarla puesta durante varias horas.

Flexibilidad: No se puede exigir comodidad sin una flexibilidad que nos permita realizar todo tipo de movimiento articular con el brazo.

Calidad: Tanto los tejidos como la composición de esta deben de ser de una calidad lo suficientemente buena como para aguantar sobreesfuerzos y tirones, que puedan provocar cambios de elasticidad y que pongan a prueba la resistencia de los tejidos.

Funcionalidad: No estamos buscando una funda para hombro y brazo, sino una prótesis que cumpla la función predefinida desde un principio.

Diseño: La estética y la apariencia es prácticamente la base sobre la que se cementa un producto. Desgraciadamente no siempre se consigue armonizar la eficiencia con la apariencia atractiva de un producto, lo que suele derivar en pérdida de ventas.

Precio: sin duda una de las cualidades que más peso tiene a la hora de seleccionar un producto u otro.

Marca: El usuario/comprador tiende a elegir productos de una marca conocida a experimentar con productos de otras marcas que puedan ofrecer soluciones más eficientes que la que tiene de confianza.

Ya sea para un uso o para otro, todas las prótesis analizadas tienen en común una serie de cualidades o características y que en mayor o menor medida servirán para obtener una serie de valores de calificación y cuantificación de cada producto. Debido a la gran variedad de productos que existen actualmente en el mercado destinados a un mismo uso o utilidad, se han analizado una serie de empresas que desarrollan o comercializan productos de asistencia al movimiento, centrandolo estudio en las que mayor impacto tengan dentro de las lesiones acromioclaviculares.

2.2.2 Análisis de los Productos del Mercado Actual.

Oneil:

Se trata de una marca que inició su andadura en el año 1960, centrándose en equipamiento para protección de motocross y ha sido uno de los pioneros e innovadores de la ropa de este deporte.



Figura 1: Órtesis de Protección Oneil

El producto analizado en este caso es la hombrera de protección para mountain bike, con un diseño que ofrece protección y sujeción del hombro mientras se practica la actividad deportiva. Tiene un diseño simple que permite colocarlo y retirarlo con facilidad. Al ser ajustable se adapta a todas las tallas sin problema. Al tener el ajuste adicional en el brazo, evita la fricción contra el lateral del torso mientras se practica la actividad deportiva. Está confeccionado en materiales acolchados y transpirables para dar mayor comodidad.

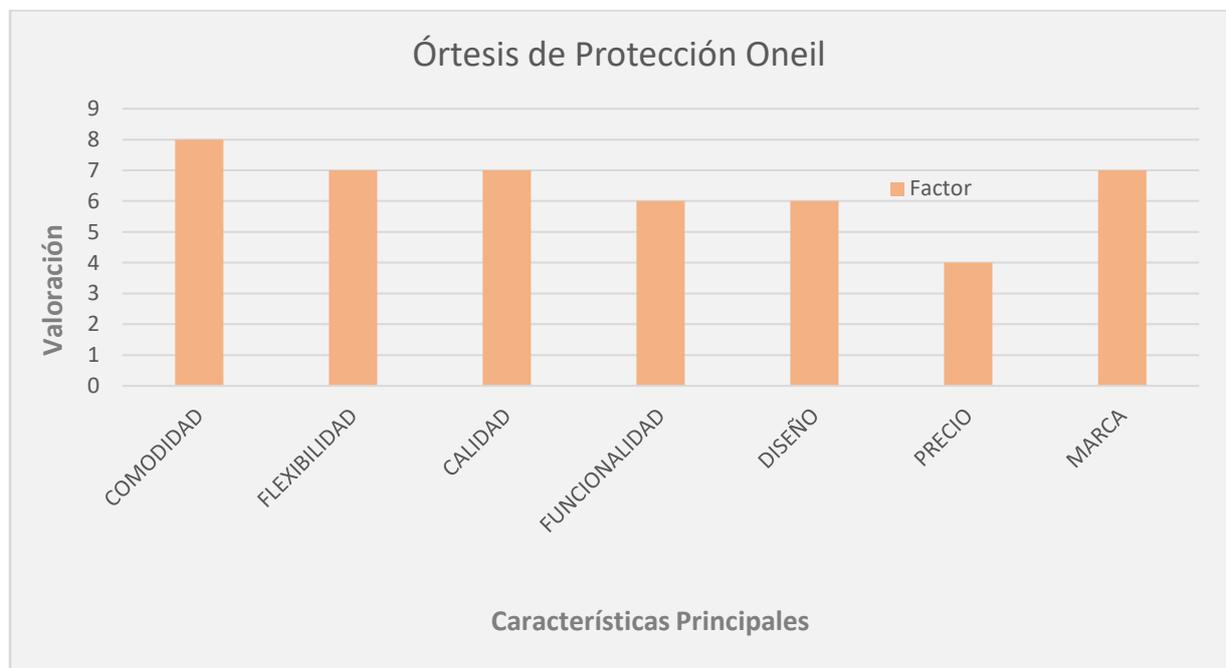


Figura 2: Comparativa Análisis de Marca Oneil

Prim:

Se trata de una división dentro de la marca PRIM, que se dedica al desarrollo, fabricación y distribución de productos ortopédicos y de ayuda técnica para la vida diaria a través de tiendas de suministro ortopédico. Dentro de la gama de productos, se analizan los modelos HEMISAFE y TOPLINE.



Figura 3: Órtesis de Protección y Estabilización Hemisafe y Topline

Hemisafe: Se utiliza en la prevención o tratamiento del dolor en el hombro hemipléjico y de la subluxación en el hombro. Indicaciones: Síndrome del hombro doloroso. Fracción subcapital del húmero. Tratamientos post-quirúrgicos.

Topline: Aporta compresión, calor y mejora de la capacidad propioceptiva del usuario. Indicaciones: Síndrome del hombro doloroso, esguinces leves y prevención de esguinces durante la práctica deportiva, tendinitis y postraumatismos de hombro.

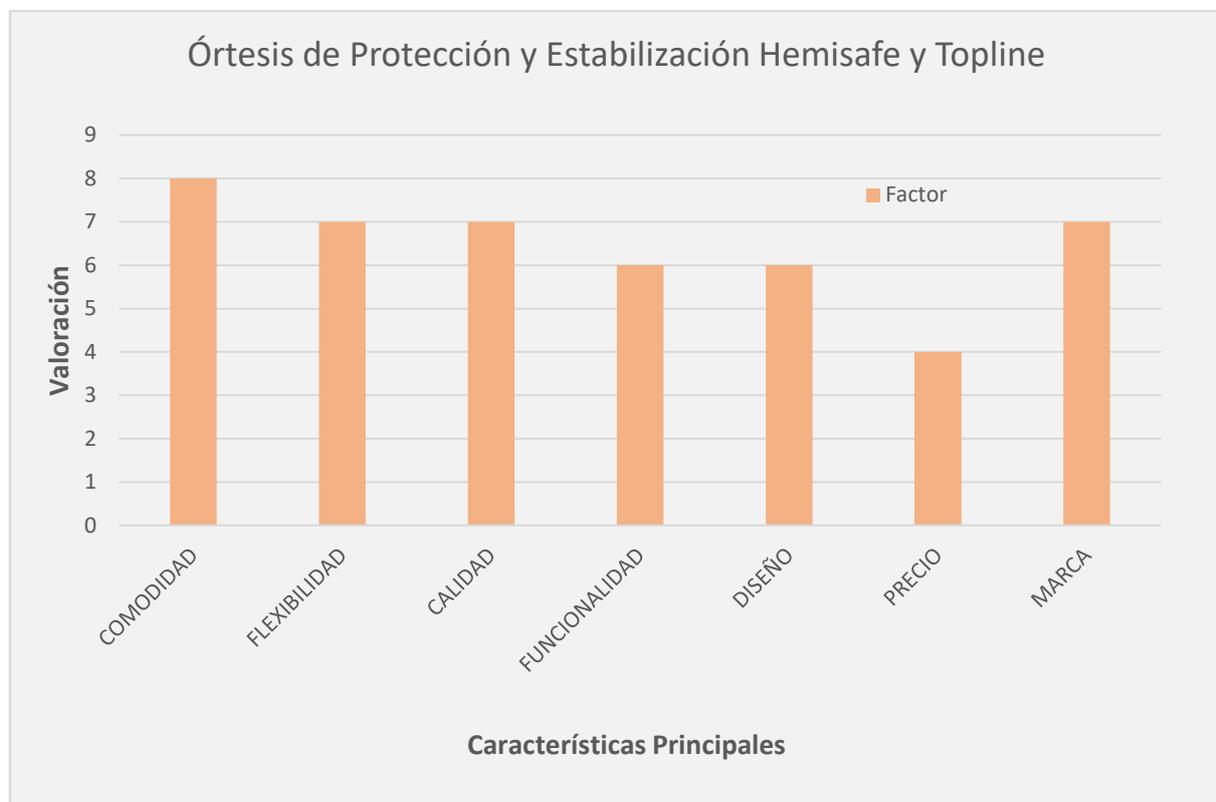


Figura 4: Comparativa Análisis de Marca Prim

THERMOSKIN:

Con una experiencia de más de 30 años, la marca Thermoskin ha ido desarrollando una enorme gama de productos para el tratamiento fisioterapéutico de las diversas articulaciones, siempre innovando en el uso de materiales y en el desarrollo de nuevas técnicas de recuperación física. Se trata de una de las empresas más punteras a nivel mundial en el desarrollo de productos de rehabilitación.



Figura 5: Órtesis de Asistencia y Protección Thermoskin

La órtesis tiene un exclusivo forro tridimensional que proporciona aislamiento y absorbe la humedad a través de la circulación del aire, confeccionado a partir de un novedoso material desarrollado por la marca, llamado Trioxon Advantage. Las propiedades que ofrece a la órtesis son las siguientes:

La promoción del aumento del flujo sanguíneo facilita la recuperación mejorada.

Proporciona una compresión ligera pero firme para contrarrestar la hinchazón de los tejidos.

Clínicamente probado para aumentar la temperatura de la piel y el músculo

Proporciona alivio temporal del dolor y la molestia asociados con lesiones deportivas, artritis y RSI.

Aumenta la elasticidad y la reactividad del músculo. Propiocepción (apoyo): implica la percepción de la posición correcta del cuerpo.

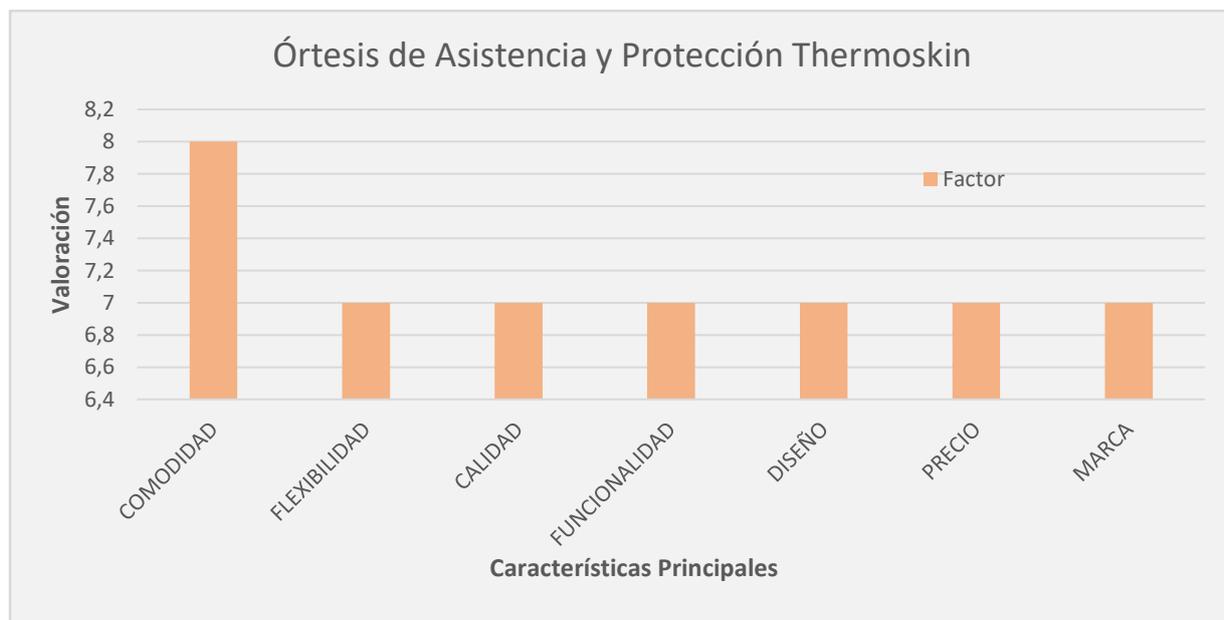


Figura 6: Comparativa Análisis de Marca Thermoskin

REHBAND:

Con más de 60 años de experiencia se han posicionado en el mercado internacional como una de las empresas más prestigiosas en el desarrollo y fabricación de prótesis y soportes deportivos y garantizar la práctica segura de cualquier actividad deportiva.



Figura 7: Órtesis de Estabilización y Rehabilitación Rehband

Se trata de un estabilizador de hombro con un diseño patentado ultraligero. El diseño abierto flexible provee a la articulación de una elevada movilidad, confort, y un ajuste perfecto. Su uso recomendado es para inestabilidad, tensión y roturas. Las cualidades clave de los soportes de Rehband son la calidez, compresión y el tensionamiento muscular receptor. Todo ello hace que el soporte tenga una composición única para la prevención de lesiones, la mejora continua y garantizar una rehabilitación de lesiones mucho más segura durante la práctica deportiva.

Material Y Protección:

Forro: 100% Poliamida // Espuma: 70% SBR, 30% Neopreno // Revestimiento: 100% Poliamida

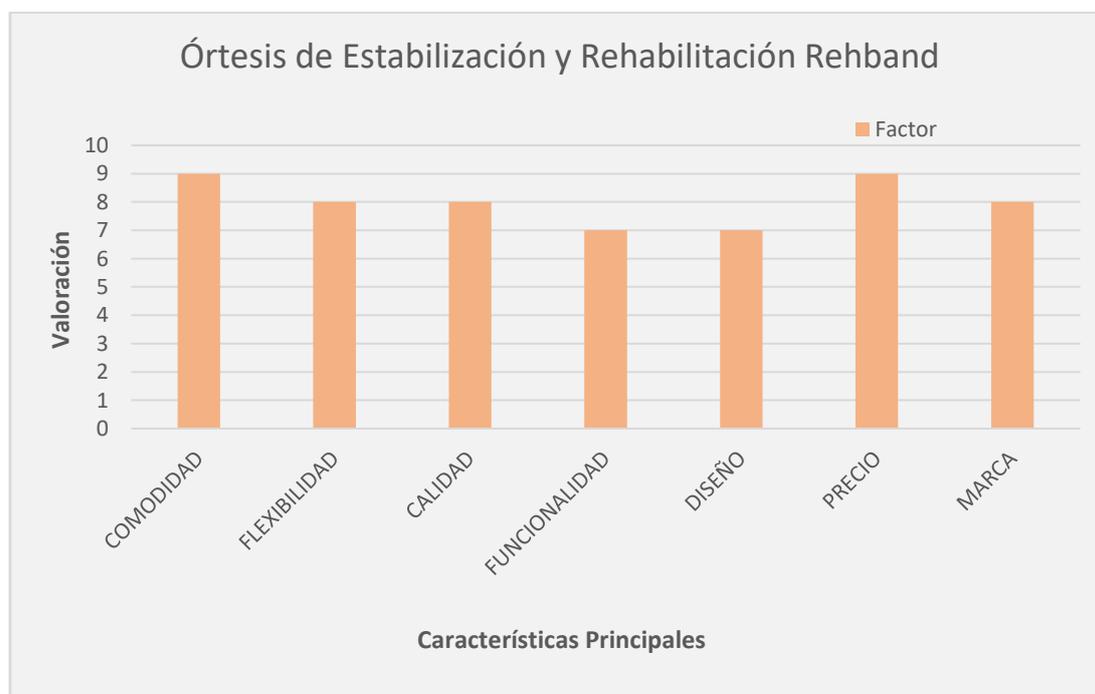


Figura 8: Comparativa Análisis de Marca Rehband

ULTIMATE PERFORMANCE:

De reciente creación y con sede en el Reino Unido, U.P. ha estado creando productos para la protección y soporte de articulaciones para mejorar la vida deportiva de los atletas. Los orígenes de U.P. se dirigen al atleta, el corredor de élite, el triatleta, en general a todos los deportistas de élite.



Figura 9: Órtesis de Protección y Estabilización Ultimate Performance

El soporte ajustable de hombro U.P. permite un rango de movimiento limitado por las correas ajustables para ayudar al alineamiento y a la correcta posición de este y prevenir exceso de sobre rotación y abducción. Tiene una cinta ajustable a la altura del pecho a lo largo de las costillas para asegurar la protección y el soporte en todo momento. Tiene, a mayores, una cinta ajustable en el bíceps para evitar el desplazamiento de la prótesis durante la actividad.

Diseño ergonómico bilateral que se ajusta a ambos hombros, lo que lo convierte en una alternativa muy versátil. Está confeccionado completamente en Neopreno que proporciona un agarre firme, así como un tratamiento a base de calor para la recuperación del tejido dañado. Contiene una serie de paneles que ayudan a regular la temperatura de la zona y reducir a su vez el peso total de la prótesis.

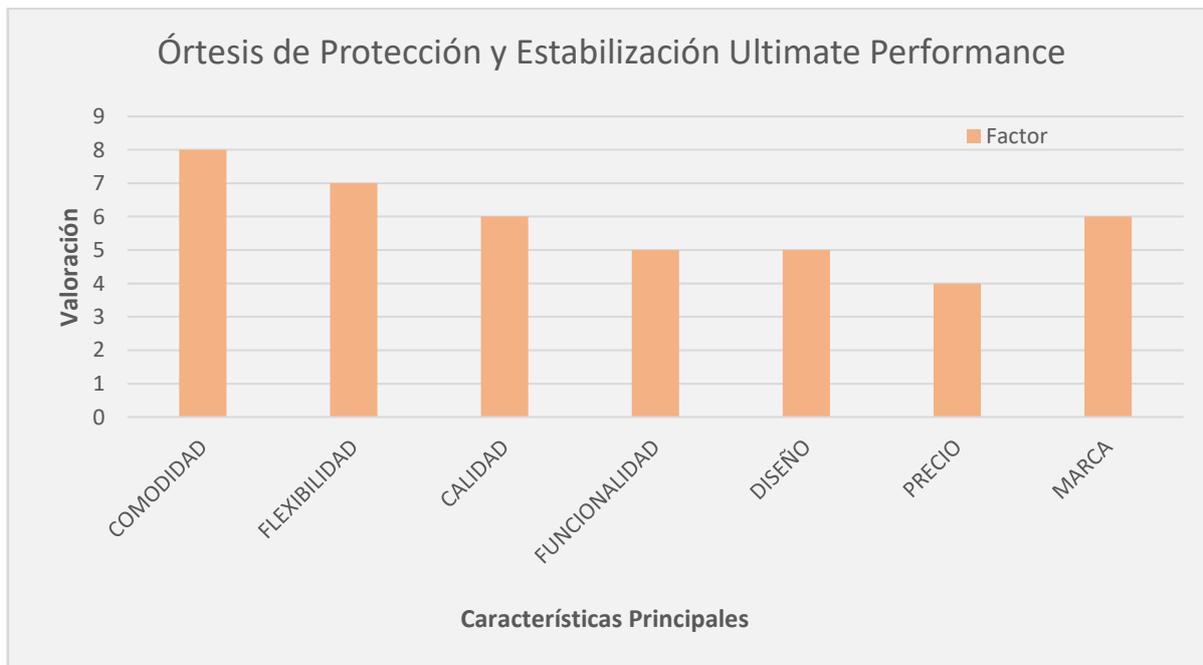


Figura 10: Comparativa Análisis de Marca Ultimate Performance

EVS:

EVS nace de la mano de dos atletas que dedicaron su vida al deporte del motocross. Fueron los pioneros en desarrollar el primer protector y estabilizador de rodilla específico para el motocross. Lo que empezó como un protector de rodilla ha ido evolucionando en protectores de cuello, cascos, pecho y espalda, hombro y una vasta lista de equipamiento protector para mantener a los corredores lo más protegidos posibles.



Figura 11: Órtesis de Protección y Estabilización EVS

El modelo de la Figura 6 es el SB04. Sus principales funciones son:

Proporciona compresión superior y Soporte para las lesiones de hombro.

Hombro de alta resistencia en etilvinilcelato (EVA) con nylon balístico 1680D.

Diseño ajustable de cierre en el hombro para eliminar la irritación en la axila.

Diseño universal para el hombro derecho y el izquierdo.

Facilidad a la hora de ponerlo y de quitarlo.

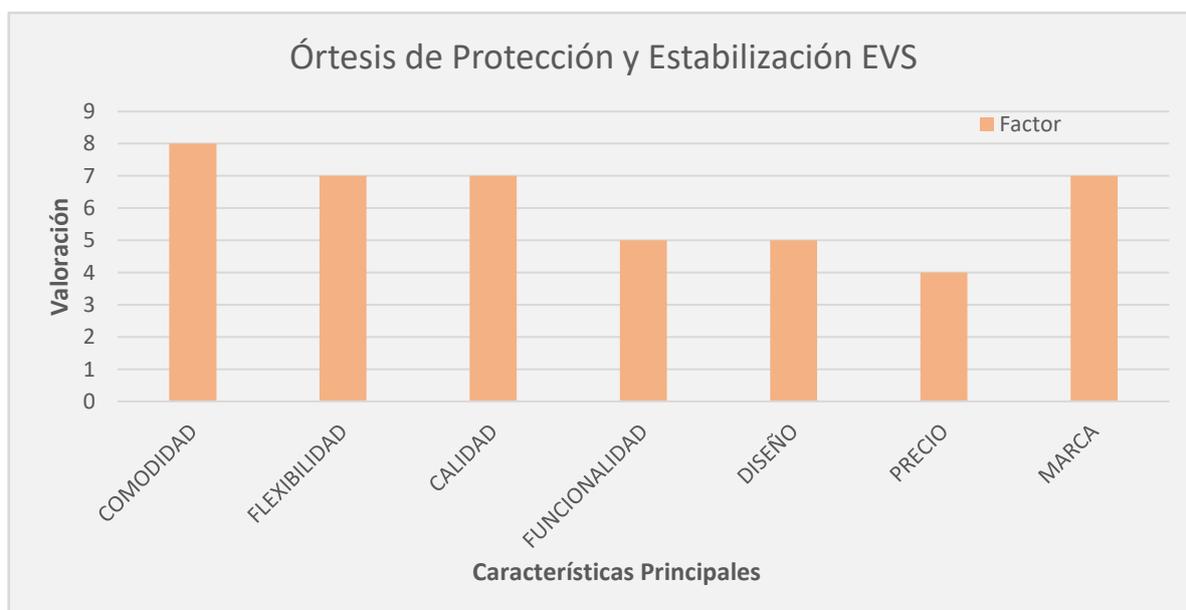


Figura 12: Comparativa Análisis de Marca EVS

SHOCK DOCTOR:

Shock Doctor comenzó como una pequeña empresa de desarrollo de protectores bucales para atletas y deportistas. Hoy en día, con una trayectoria de más de 25 años, se ha convertido en una de las empresas líderes en tecnología de protección bucal y se ha ido abriendo camino en el sector de la protección deportiva y extendiéndose a lo largo de los años a una gran variedad de productos, pero siempre siendo fieles a sus orígenes y nunca dejando de lado su producto estrella.



Figura 13: Órtesis Funcional Activa Shock Doctor

Gracias a sus tres bandas ajustables en el pecho, permite un mayor rango de ajuste para la correcta posición del hombro.

Diseñado para ser usado indistintamente en el lado derecho como en el izquierdo.

Multiposición X-Fit® que otorga estabilización y control para el soporte de bandas.

Banda ajustable en el brazo para dar mayor control de movimiento entre el brazo y el hombro.

Fabricado en Elastano con refuerzo de maya para ajustarse a un mayor rango de tallas y de formas en el pecho. Además, se consigue un mayor confort lo que incomoda menos a la hora de llevar puesta la órtesis durante más tiempo. Tiene un neopreno que otorga ventilación de la zona en todo momento.

Importante: No es un producto de sustitución de tratamiento médico y es recomendable un diagnóstico previo antes de utilizar el producto.

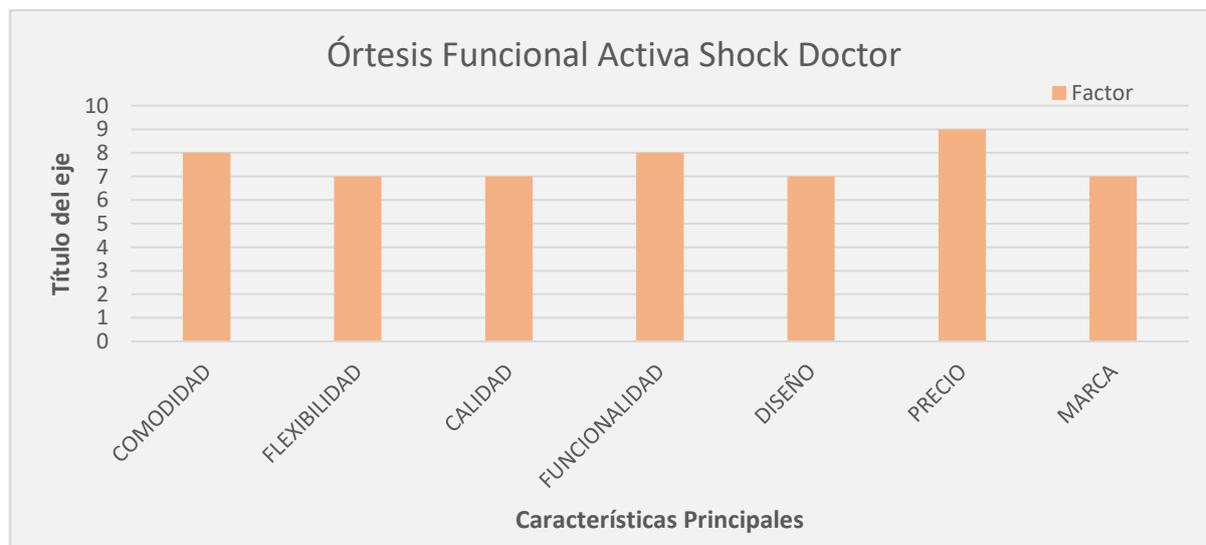


Figura 14: Comparativa Análisis de Marca Shock Doctor

ZAMST:

Creado en el año 1992 por Sigmax Corporation, una empresa japonesa líder en el mercado de prótesis ortopédicas. Zamst aprovecha su sólida experiencia médica para crear productos que maximizan la funcionalidad y el rendimiento anatómicos. Trabajan estrechamente con médicos, entrenadores deportivos y atletas profesionales para centrarnos en las necesidades de los atletas individuales y las demandas físicas únicas de su deporte.



Figura 15: Órtesis de Estabilización Dinámica Zamst

Se trata de una hombrera compresiva de estabilización dinámica, que permite un rango de movimientos naturales con una sujeción óptima. Para dar un máximo confort a la hora de utilizarla, todas las costuras son planas de manera que no molesten ni irriten la piel. A mayores de la función estabilizadora, tiene una correa de compresión ajustable. Para dar mayor agarre tiene un refuerzo para colocar en la posición media del biceps. Tiene la particularidad de que puede ser utilizada en ambos hombros sin necesidad de cambiar ningún componente. Fabricada en Neopreno de alta calidad: 42% nailon/13% poliuretano/15% poliéster/24% estireno/6% algodón.

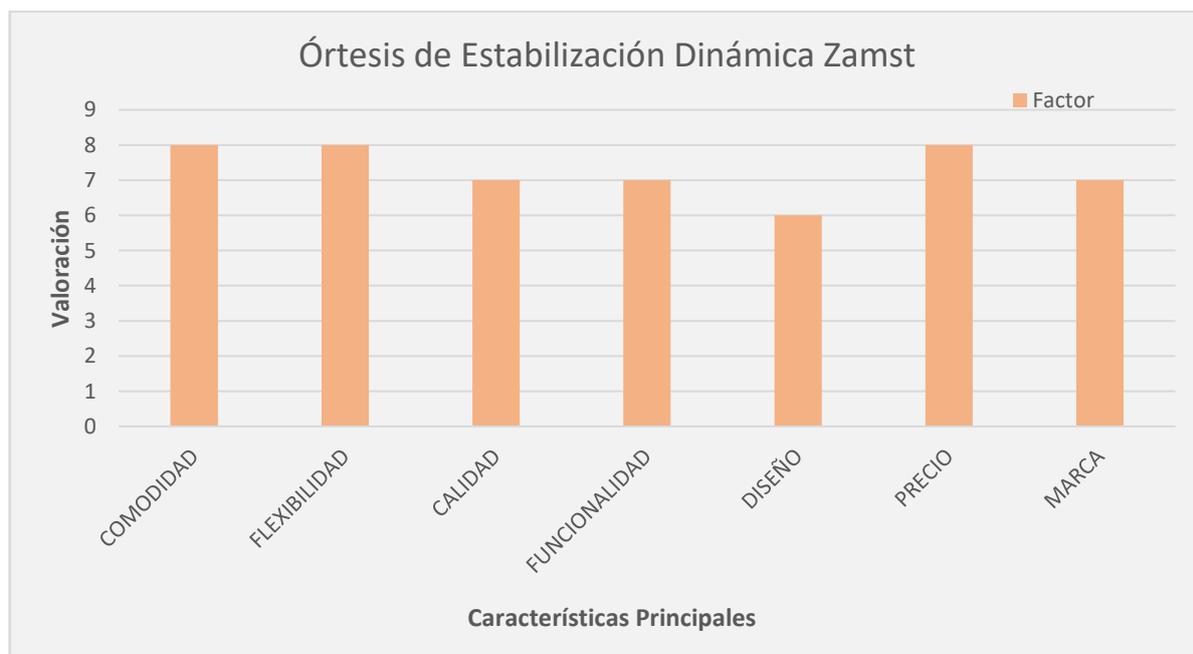


Figura 16: Comparativa Análisis de Marca Zamst

MEDI:

Fundada a principios de los 50, medi comienza a fabricar medias sin costuras en material superelástico, lo que los convierte en pioneros. Desde ese momento, pasan al terreno médico fabricando las primeras medias de compresión para tratar la trombosis, y de ahí a la fabricación de productos para el tratamiento de dolencias y lesiones. Con más de 60 años a sus espaldas y una larga experiencia, medi es ahora una empresa dedicada a los productos que dan ayuda médica para una gran variedad de condiciones.



Figura 17: Órtesis de Protección y Estabilización medi

El soporte de estabilización Omomed ofrece limitación y prevención de movimiento. Tiene una banda ajustable que limita la rotación externa, la abducción y la anteflexión del hombro. La órtesis Omomed es idónea para el tratamiento conservador para la artrosis dolorosa del hombro, el tratamiento postoperatorio después de colocar prótesis en la articulación del hombro y el tratamiento conservador para la luxación anterior aguda y crónica del hombro.

Su principal ventaja reside en el material en que está confeccionado. El tejido elástico ejerce una suave compresión local en los tejidos blandos superficiales para limitar y contrarrestar la hinchazón y reducir la tensión muscular. La reducción del tono en los músculos que rodean el hombro corrige los déficits posturales en el hombro, mejorando la posición de la cabeza humeral y aliviando el dolor de hombro.



Figura 18: Comparativa Análisis de Marca medi

Comparativa y Conclusión de los Distintos Productos:

Después de evaluar las diferentes características de cada marca, se ha procedido a realizar una comparativa entre los diferentes valores obtenidos en función a los datos obtenidos previamente. Cabe destacar que los datos han sido contrastados con compras reales de productos de las marcas analizadas, por lo que el resultado se acerca mucho a la realidad.

En lo que respecta a la **Comodidad** se puede apreciar en el gráfico que todos los productos analizados son bastante cómodos, se adaptan bien a la forma del hombro y no dan excesivos problemas de movilidad o exceso de presión en la zona, lo que permite a los usuarios un uso más funcional de la órtesis. Las marcas que más destacan en base a la **Comodidad** son Thermoskin, Rehband y Shock Doctor.

Al igual que con Comodidad, la característica **Flexibilidad** es un marcador muy importante a la hora de evaluar este producto, ya que, con una **Flexibilidad** elevada, el agarre al cuerpo puede ser demasiado flojo o que se estire fácilmente y quede holgado; en cambio si es reducida, el RDM no será el adecuado al hacer diferentes actividades cotidianas o practicando alguna actividad deportiva.

La **Calidad** del producto está relacionada indirectamente con todas las características que se están analizando, sin embargo, se puede acotar un valor de **Calidad** medio por producto en base a los materiales, resistencia, horas de usabilidad, costuras, elasticidad, etc. Los usuarios que han comprado los productos analizados han dado las mayores puntuaciones de Calidad a las marcas Rehband, Thermoskin y Shock Doctor.

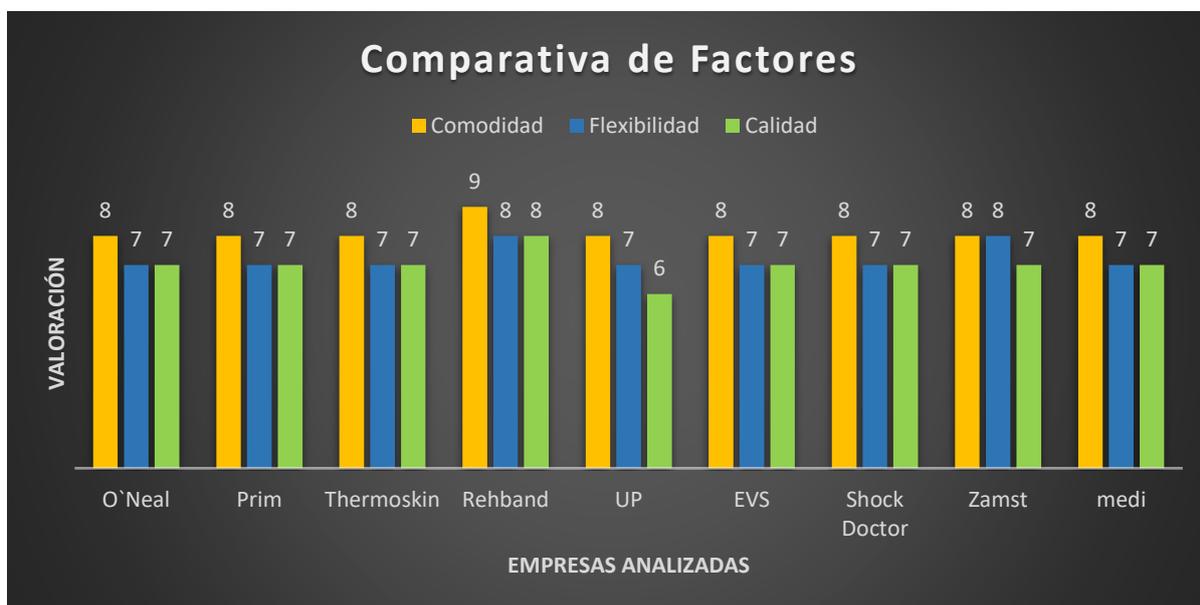


Figura 19: Comparativa de Factores Entre Empresas Analizadas: Comodidad, Flexibilidad y Calidad

Si la **Calidad** es un valor para considerar a la hora de adquirir un producto, la **Funcionalidad** no lo es menos. Un producto puede ser cómodo y flexible, con materiales de alta calidad, con un precio competente y de una marca con una larga experiencia adquirida a lo largo de los años, pero si el producto no cumple con el cometido para el que fue diseñado y no aporta el beneficio al usuario pierde valor global como producto, de hecho, debería de ser descartado inmediatamente de la selección de

alternativas. De los datos obtenidos, los productos que han resultado más funcionales son los de las marcas Rehband y Thermoskin.

A la hora de diseñar un producto, hay una serie de factores que van a acotar y limitar su composición, proceso de fabricación, materiales a usar, etc. El Diseño de una órtesis deportiva tiene que ser la clave para que se trate de un producto funcional y cómodo, con una calidad que se aprecie a simple vista y que sea atractivo para los usuarios ya que, al fin y al cabo, si un producto es visualmente atractivo vs otro producto que cumple la misma especificación pero que no es visualmente atractivo, el usuario se decantará por el que más le guste. Los mejor valorados han sido Rehband, Shock Doctor y O`Neal.

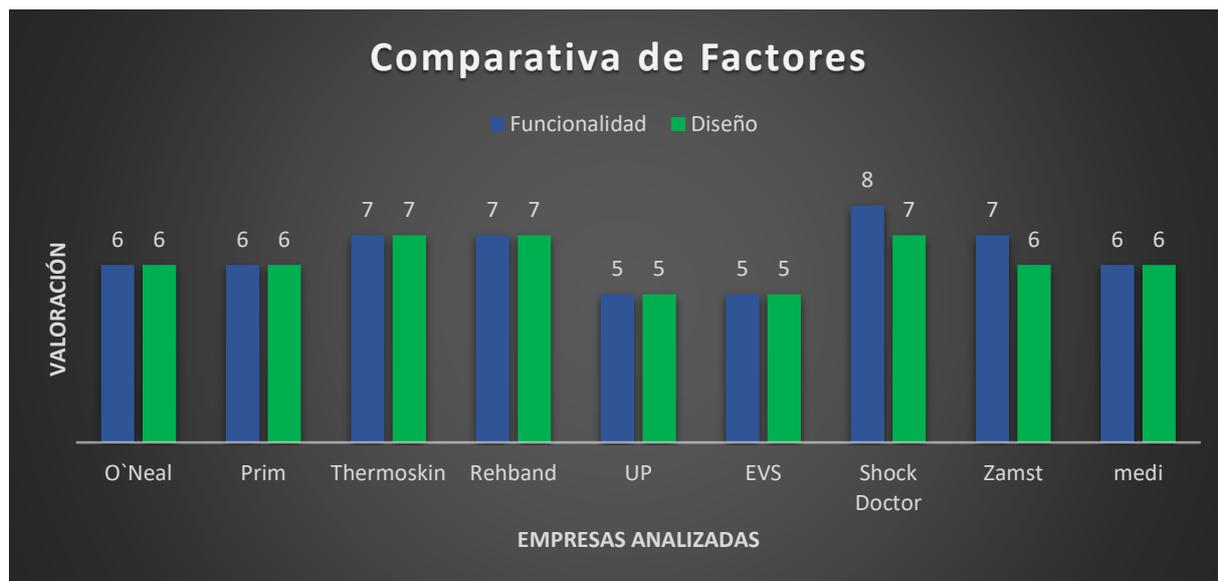


Figura 20: Comparativa de Factores Entre Empresas Analizadas: Funcionalidad y Diseño

En cuanto al Precio del producto, las diferentes marcas cifran el valor de su producto de diferente manera, aunque presumiblemente todas sirven para lo mismo, o prácticamente lo mismo. Cuanto mejores son los materiales empleados, o aporten algún valor añadido al producto bien sea por comodidad, flexibilidad o tratamiento más específico el precio puede variar varias decenas de euros.

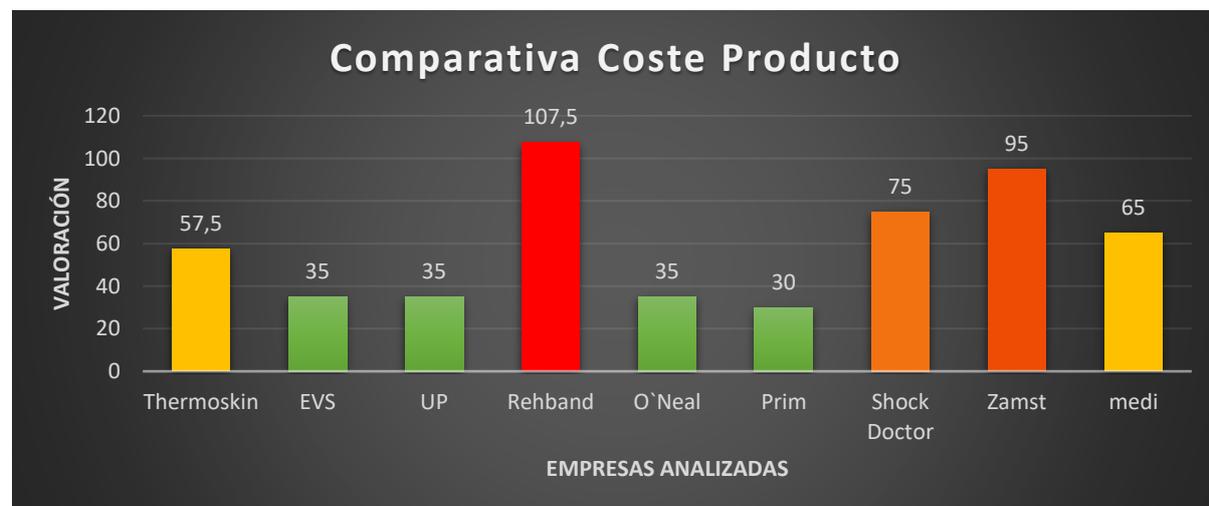


Figura 21: Comparativa de Precio de Venta por Producto Analizado

Los datos obtenidos del análisis de marcas se pueden apreciar en el siguiente gráfico:

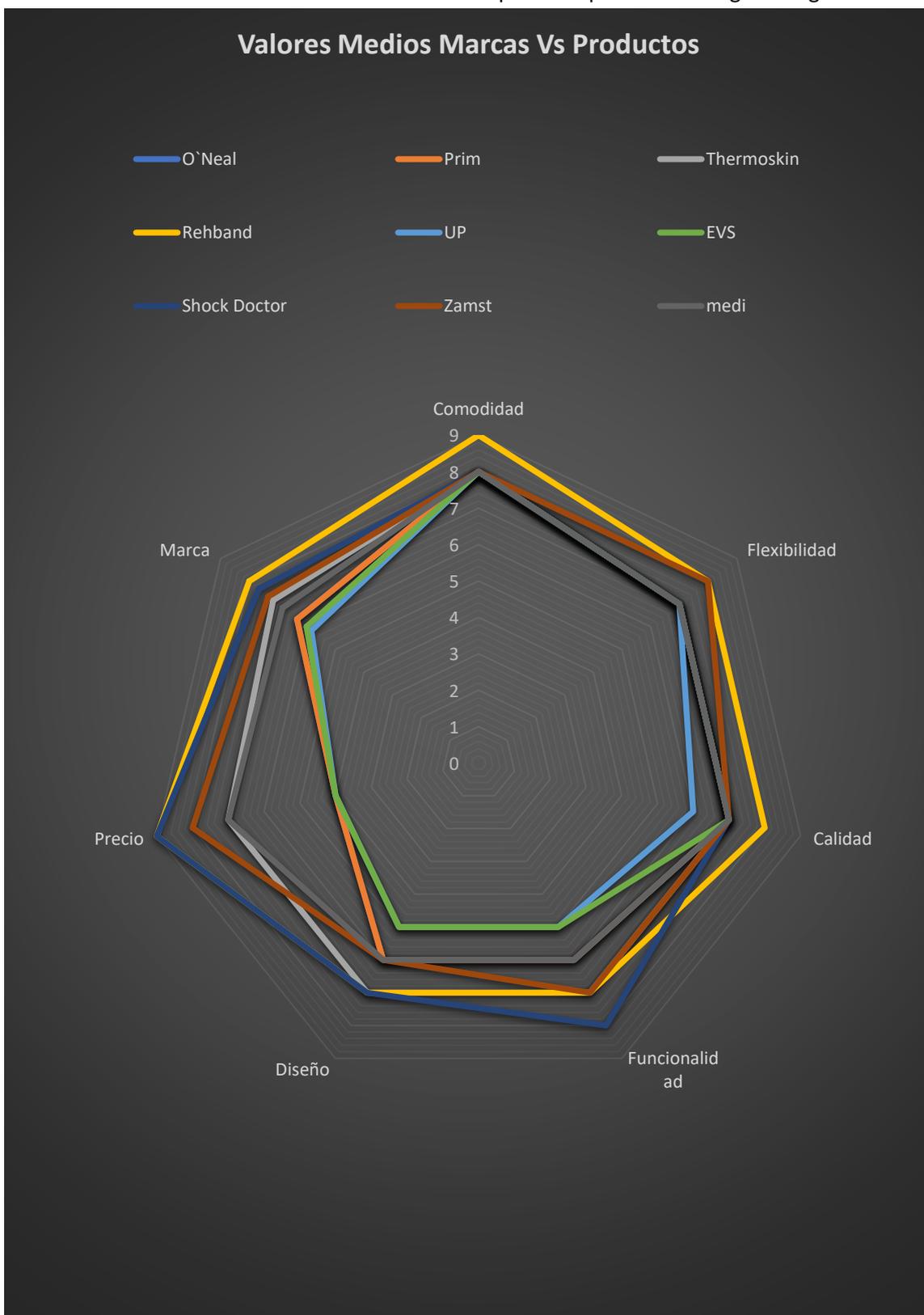


Figura 22: Comparativa Global de Todos los Productos Analizados En base a los Factores

Comodidad: Todos los productos presumen de ser muy cómodos, que se ajustan muy bien a la zona afectada o zona a proteger de posibles accidentes y el usuario comprobará que se trata de un producto que cumple con las características que demanda. Si bien es verdad que se trata de una característica de lo más subjetiva, se ve influenciada en gran manera por los materiales utilizados en la fabricación de la órtesis y en la anatomía de cada usuario.

Flexibilidad: ninguno de los productos analizados carece de flexibilidad, de hecho, varias marcas dan un plus a esta característica para reforzar su producto frente al de otras marcas. Es algo primordial a la hora de diseñar un producto fisioterapéutico, ya que ha de ser lo suficientemente flexible para dar elasticidad a la articulación, pero no demasiado para que la musculatura de la zona trabaje de manera natural.

Calidad: Si bien la calidad de un producto en gran parte depende de la calidad del material empleado, en este caso casi todas las marcas utilizan los mismos materiales, con una variación de las proporciones de estos. Los que más abundan son el Nylon, Neopreno y el Polyester. Hay alguna marca que añade otros materiales para dar más flexibilidad al producto, como es el caso del Spandex, que aparece en pequeñas proporciones.

Funcionalidad: El punto casi más importante de todos. Cada marca trata de manera diferente su producto, es decir, unos apuestan por la protección a la hora de realizar una actividad deportiva; otras apuestan por una funcionalidad de estabilización y protección, tanto a la hora de practicar deporte como para la vida cotidiana. En este último grupo, son varias las marcas que apuestan por la rehabilitación y recuperación de movimiento en la articulación, estabilizando la zona afectada para que el usuario pueda realizar movimientos a la hora de practicar actividad deportiva sin dolor, o simplemente para que la zona no cause molestias en actividades cotidianas.

Precio: Uno de los valores más importantes para tener en cuenta es el precio que está dispuesto el usuario a invertir en una órtesis. A simple vista son muy pocas las diferencias que se pueden apreciar entre un modelo y otro, por lo que el usuario tiende a inclinarse por las opciones más económicas si se trata de órtesis temporales, mientras que si las que necesita son permanentes, suelen invertir en calidad y comodidad. El precio medio de las órtesis analizadas ronda los 50€ aproximadamente.

Marca: Si bien es cierto que no es concluyente que una marca ofrezca siempre la misma calidad en toda la gama de productos que oferta, el usuario tiende a elegir las marcas más conocidas o que son familiares o han sido recomendadas por expertos. Si el producto de una marca en particular ha funcionado con anterioridad, el usuario seguramente vuelva a comprar un producto de la misma marca sin arriesgarse a que uno de una marca diferente le pueda dar resultados incorrectos o incómodos.

Tras esta breve investigación para apreciar los productos que se están comercializando es el momento de adentrarse en la parte anatómica y antropológica de la articulación del hombro, desde su parte más elemental que son las articulaciones que la componen, hasta la ergonomía de las distintas posiciones que van a determinar el uso/influencia de cada músculo, ligamento y tendón en la realización de estos movimientos. Antes de nada, se realiza una breve introducción a las lesiones más comunes en las articulaciones, en el caso de estudio del presente trabajo de la articulación del hombro.

2.3. Lesiones Relacionadas con la Articulación Acromioclavicular.

Desgraciadamente en la vida de todo atleta, bien sea profesional o amateur, hay un momento en el que se produce una lesión, más o menos grave, que le limita temporal o definitivamente de la práctica deportiva. Normalmente provocadas de manera involuntaria y fortuita, las lesiones se clasifican en 3 niveles en función de su gravedad: Leves, Moderadas y Graves.

Las lesiones Leves son las derivadas de contusiones o magulladuras que inhabilitan al atleta temporalmente y reducen el nivel de la actividad deportiva. No suelen requerir nada más que reposo momentáneo, aplicación de frío y calor o en algún caso algún calmante o antiinflamatorio local.

Las lesiones Moderadas son más complejas que las anteriores y suelen requerir algo más de trabajo. Van desde las Tendinitis, Luxaciones, Esguinces, etc. No requieren operación quirúrgica, simplemente reposo, inmovilización de la zona afectada, sesiones de rehabilitación, uso de prótesis, etc.

Las lesiones Graves son las relacionadas con Fracturas óseas, Roturas musculares, Rotura de Ligamentos y Tendones, etc. Son lesiones que requieren operación quirúrgica antes de poder ser tratadas físicamente. Los tiempos de recuperación se alargan durante meses debido a la recuperación celular de las zonas involucradas. No se puede garantizar en todos los casos la completa recuperación de la zona afectada. Requieren largos tiempos de rehabilitación y en muchos casos el uso permanente de prótesis de asistencia al movimiento.

A la hora de cuantificar la gravedad de una lesión es conveniente tener en cuenta los grupos musculares o las articulaciones que se ven afectadas. En el caso que atiene a este trabajo, las lesiones más comunes que envuelven a la articulación del hombro son las siguientes:

Tendinitis: La tendinitis es la lesión de un tendón (la unión del músculo con el hueso), que se caracteriza por la inflamación, irritación o hinchazón de este.

Luxación Clavicular/Acromioclavicular: Dislocación completa que se produce cuando un hueso se sale de su articulación.

Bursitis Subacromial: Es una causa común de dolor en el hombro por lo general relacionada con la inflamación del hombro de su bolsa entre los tendones del manguito rotador y los huesos (acromion).

Desgarro Rodete Glenoideo: Es una lesión del fibrocartílago que recubre el borde de la cavidad del hombro para aumentar la estabilidad de la articulación. Se suele producir en atletas que practican lanzamientos de objetos, levantamiento de pesas y todos los ejercicios relacionados con movimientos repetitivos del hombro.

Fractura ósea: Como su propio nombre indica, se produce por un debilitamiento del hueso debido a alguna patología, por lo que el hueso se rompe incluso frente a fuerzas leves o debido a contusiones e impactos de alta intensidad.

2.4. Ergonomía y Biomecánica de la Articulación Acromioclavicular.

Si bien es importante conocer y evaluar los productos que existen en el mercado a la hora de diseñar un producto, lo es también el conocimiento de la parte mecánica, en este caso biomecánica, que se va a ver implicada en este producto. Para tener la mayor cantidad de información posible, se va a evaluar el movimiento de la articulación del hombro y principalmente su anatomía. Es impensable diseñar un objeto de estas magnitudes fisioterapéuticas sin tener un conocimiento tanto de la articulación como de todas las partes que se ven involucradas en la misma.

El complejo articular del hombro está compuesto por 5 articulaciones que aglutinan todos los músculos, ligamentos y tendones implicados en su movimiento. En la figura inferior se puede observar la posición que ocupa cada una de las subarticulaciones que componen el complejo articular del hombro. Posteriormente, dichas articulaciones son las que se van a ver implicadas de manera directa o indirecta en los distintos tipos de movimiento del hombro.

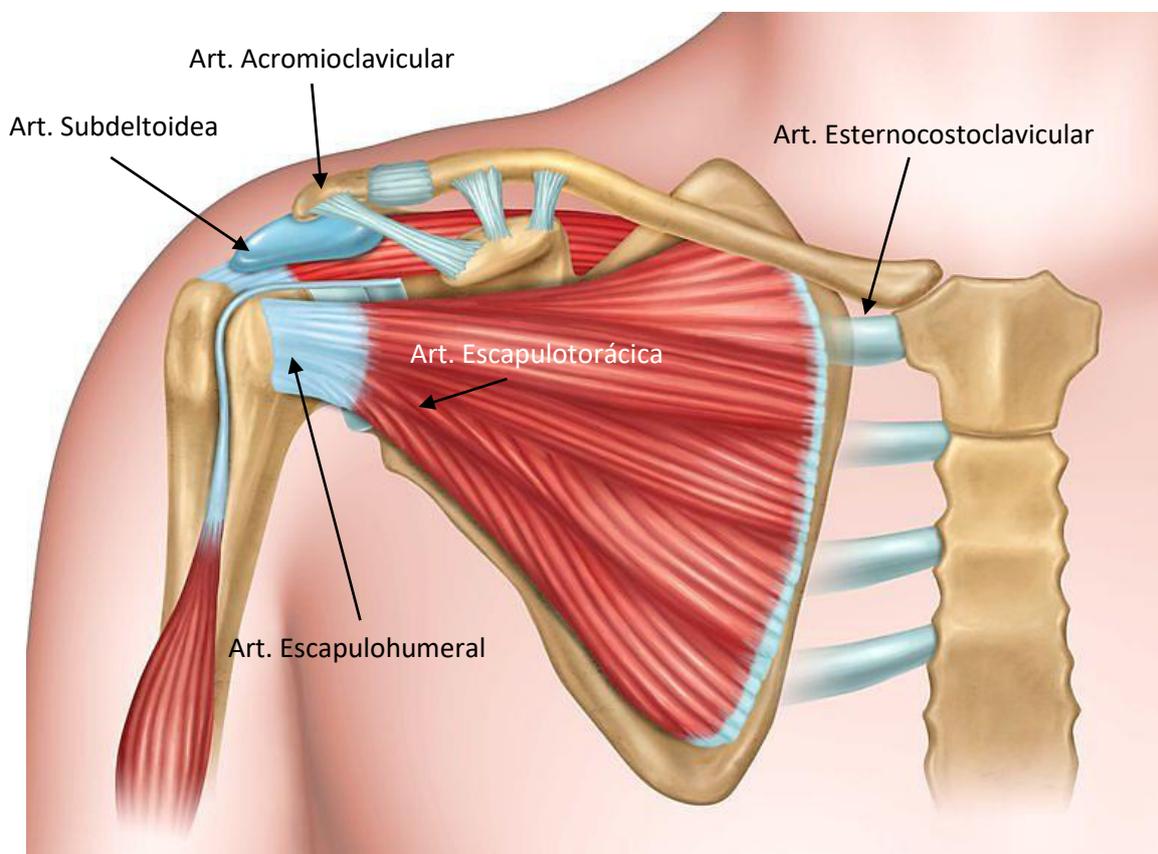


Figura 23: Complejo Articular del Hombro. Articulaciones que lo componen

Articulación Escapulohumeral o Glenohumeral

Es una articulación muy móvil. Los movimientos son fundamentalmente de rodamiento y deslizamiento (traslación y giro), de la cabeza del húmero con la cavidad de la Glena (Escápula). No toda la cabeza del Húmero está en contacto en toda la amplitud y tipo de movimiento con la Glena (Escápula). Son 5 los grupos musculares que se consideran como motores primarios de esta articulación: Deltoides, Supraespinoso, Infraespinoso, Redondo Menor y Subescapular.

Articulación Esternocostoclavicular

Se trata de una articulación sinovial, es decir, se mueve con libertad. Es la encargada de poner en contacto la Clavícula y el Esternón. Entre las superficies articulares se interpone un disco articular, que se amolda a las mismas y divide la articulación en 2 cavidades con funciones diferentes: superior (movimientos de ascenso y descenso de la clavícula en el plano frontal [30-40°]) e inferior (movimientos de deslizamiento en sentido anteroposterior en el plano sagital [30°]).

La estabilidad articular se consigue por la acción de una potente cápsula articular; el Ligamento Costoclavicular que es el encargado de dirigir los movimientos de la clavícula; y finalmente el músculo Subclavio, que actúa como ligamento activo.

Articulación Acromioclavicular

Esta directamente interrelacionada con la articulación esternocostoclavicular. Esta articulación sirve de estabilizadora gracias a los ligamentos coracoclaviculares (conoide y trapezoide), que forman un ángulo de aproximadamente 90 grados entre sí para controlar los movimientos claviculares de ascenso/descenso y anteposteriores.

La articulación acromioclavicular permite la posibilidad de levantar el brazo por encima de la cabeza. Esta articulación funciona como un punto de giro que actúa como un puntal para ayudar con el movimiento de la escápula que resulta en un mayor grado de rotación del brazo.

Articulación Subdeltoidea

Anatómicamente no estaría considerada como articulación, aunque fisiológicamente sí, son dos superficies que se deslizan entre sí; la cara profunda del deltoides y el manguito de los rotadores, aquí podemos encontrar una bolsa serosa (bursa) que facilita el deslizamiento. La articulación subdeltoidea está mecánicamente unida a la articulación glenohumeral.

Articulación Escapulotorácica

Vinculada directamente a la articulación Acromioclavicular y a la Esternocostoclavicular, la articulación Escapulotorácica establece una relación de movimiento sinérgico de la Clavícula al ser arrastrada por el omoplato a través de la articulación Acromioclavicular de forma que por cada 60° de movimiento escapulotorácico 20° pertenecen al Acromion y 40° a la articulación Esternocostoclavicular.

Músculos y movimientos de la escápula:

- Protractores: pectoral mayor y menor y serrato.
- Retractores: romboides mayor y menor, trapecio (fascículo medio) y dorsal ancho (en su inserción escapular).

- Elevadores: trapecio (fibras superiores), angular de la escápula y romboides mayor y menor.
- Báscula hacia fuera (glena orientada hacia arriba y fuera): serrato anterior y trapecio (fibras superiores e inferiores).
- Báscula hacia dentro (glena orientada hacia abajo y dentro): elevador de la escápula, romboides y dorsal ancho.

2.5. Movimiento y Biomecánica del Complejo Articular del Hombro.

Una vez analizada la anatomía principal de la articulación, se procede a realizar un estudio de los rangos de movimiento de la articulación. Hay 6 tipos de movimientos que se pueden realizar con el hombro: **Abducción, Aducción, Flexión, Extensión, Rotación Externa y Rotación Interna**. Para la realización de estos es necesaria la perfecta coordinación entre diferentes articulaciones del hombro y de distintos grupos musculares para cada uno.

Abducción:

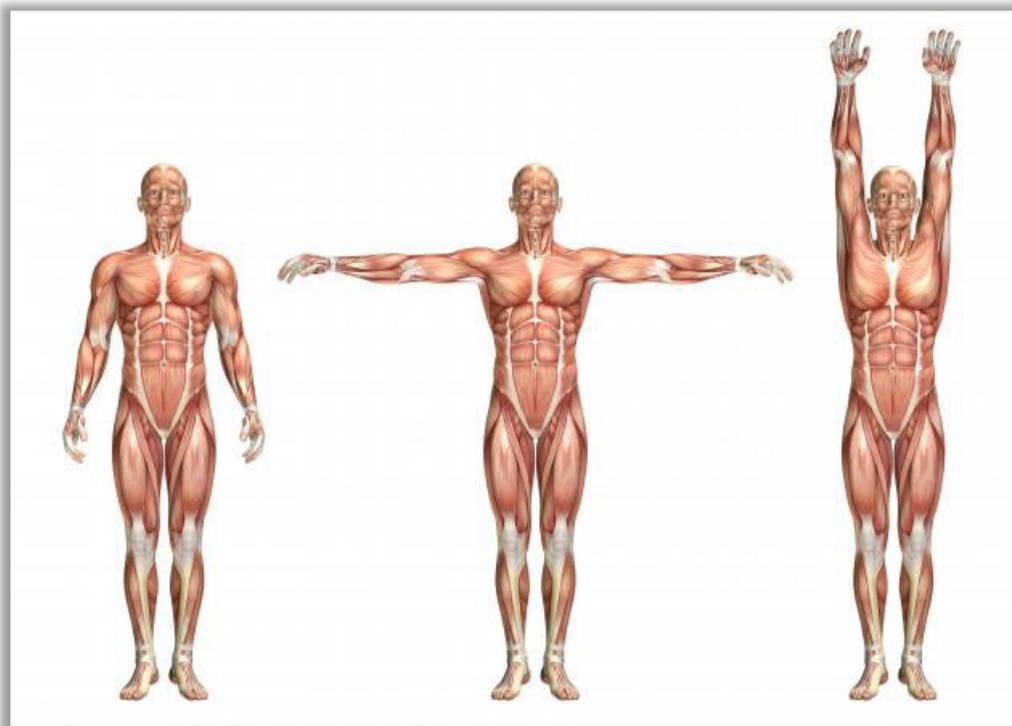


Figura 24: Movimiento Articular del Hombro: Abducción.

Implicación articular en la abducción del hombro

Los movimientos del húmero sólo se producen en los primeros 90°. De 0-60° se produce rodamiento y/o traslación y a partir de los +60° se produce deslizamiento (giro). Las articulaciones que intervienen en este movimiento son las siguientes:

De 0-90°: articulación escapulohumeral; de 90-150°: articulación escapulotorácica. También las articulaciones esternocostoclavicular y acromioclavicular; de 150-180°: la columna vertebral actúa a partir del bloqueo del plano de deslizamiento escapulotorácico mediante la inclinación toracolumbar contralateral.

Articulaciones vicariantes (capaces de suplir las carencias de otras) son las articulaciones esternocostoclavicular, acromioclavicular y subdeltaidea. Su lesión compromete el buen ritmo escapulohumeral.

Los músculos que mantienen la coaptación de la cabeza humeral durante la abducción evitando la componente luxante del deltoides y el atrapamiento subacromial son infraespinoso, supraespinoso y redondo menor.

Implicación muscular en la abducción del hombro:

Músculos agonistas (músculos en contracción durante la realización del movimiento):

De 0-90° el supraespinoso y deltoides (más la acción de: subescapular, infraespinoso y redondo menor. La acción de estos músculos se reduce progresivamente).

La falta del supraespinoso no es iniciadora de la acción y, por ello, la abducción es normal hasta los 30°, pero la reduce de forma importante a partir de estos grados. Sin embargo, la falta del deltoides origina una pérdida uniforme de la abducción en todo el arco de movimiento.

A partir de los 90° entra en acción el bíceps braquial (estabilizador del húmero), trapecio y serrato mayor (articulación escapulotorácica).

Aducción:

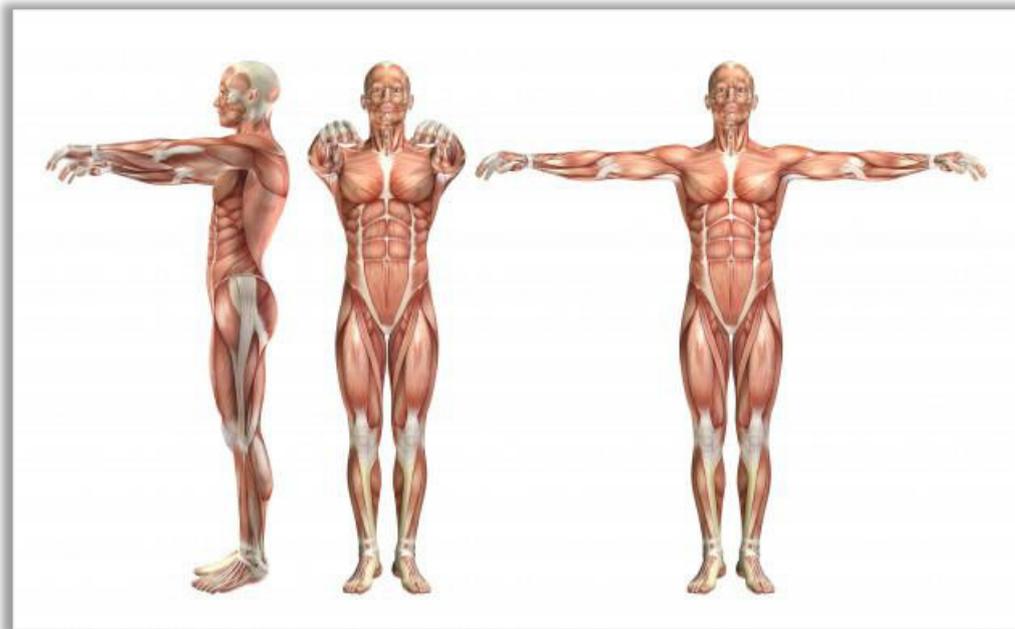


Figura 25: Movimiento Articular del Hombro: Aducción

Implicación articular en la aducción del hombro:

A partir de los 70º/80º no puede realizarse ni en el plano frontal ni en el escapular (orientación de la glena de 30º). Se suele realizar una aducción del húmero de 45º asociado a una flexión del hombro.

Implicación muscular en la aducción del hombro:

Músculos agonistas: pectoral mayor, dorsal ancho, tríceps braquial, redondo mayor y subescapular. Estos músculos necesitan la fijación de la escápula a través de la acción simultánea de trapecio, romboides, angular de la escápula, pectoral menor y subclavicular. Se establecen pares musculares entre tríceps braquial y dorsal ancho (la cabeza larga del tríceps anula la componente luxante descendente del húmero que tiene el dorsal ancho) y entre redondo mayor y romboides (la rotación interna del redondo mayor es anulada por la acción del romboide transformándose en aductor).

Músculos sinergistas (músculos encargados de estabilizar, direccionar o contribuir en el movimiento articular): fibras internas del deltoides, porción corta del bíceps braquial, coracobraquial e infraespinoso.

Flexión y Extensión del hombro:

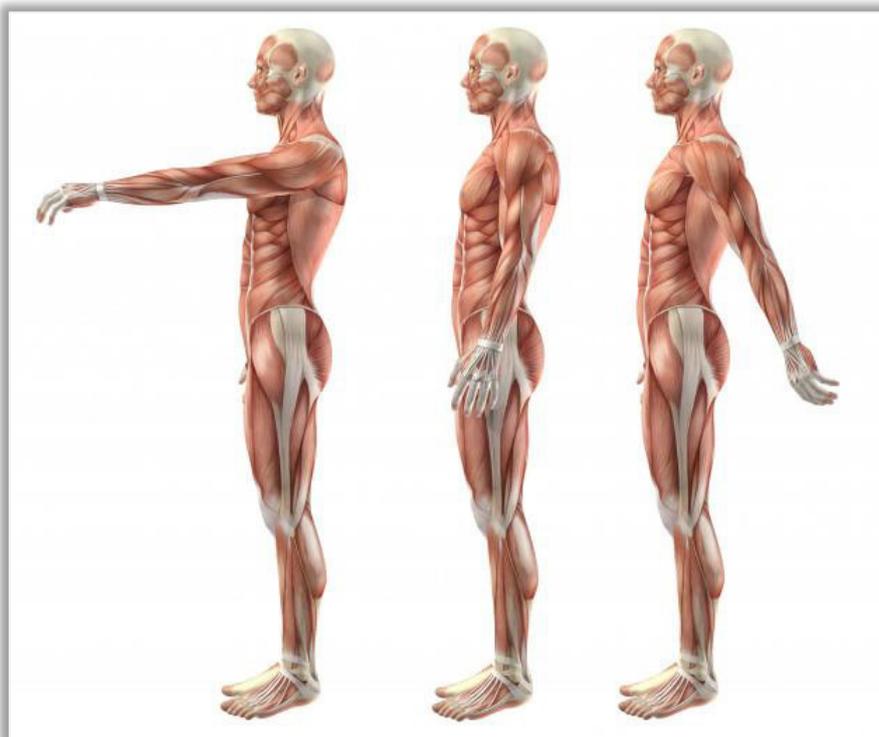


Figura 26: Movimiento Articular del Hombro: Flexión y Extensión del Hombro

Implicación articular en la flexión del hombro:

De 0-60°: articulación escapulohumeral. A partir de 60° y hasta los 120°: articulación escapulotorácica. Desde 120° hasta 180°: la columna vertebral (músculos homolaterales y contralaterales que aumentan la lordosis lumbar).

Implicación muscular en la flexión del hombro:

Los músculos agonistas son el deltoides (fascículo anterior), coracobraquial y pectoral mayor (fascículo clavicular). En cuanto a los sinergistas involucrados están el subescapular y bíceps braquial (porción corta y larga). El ligamento coracohumeral frena el movimiento a los entre los 60° y los 80° de flexión, bloqueando de esta manera la articulación escapulohumeral. Llegados a este punto, comienzan a actuar el serrato mayor y trapecio llevando la glena hacia arriba, hacia fuera y hacia delante. El movimiento a los 120° es frenado por la tensión del dorsal ancho e infraespinoso.

Implicación articular en la extensión del hombro:

- Articulación escapulohumeral, Articulación escapulotorácica y Columna vertebral.

Implicación muscular en la extensión del hombro:

Se da una aducción de escápula en el plano frontal pivotando la escápula hacia abajo y hacia dentro (báscula interna). Los músculos agonistas son el romboide, dorsal ancho, trapecio (fascículo medio), redondo mayor y tríceps braquial (cabeza larga). En cuanto a los músculos sinergistas involucrados en el movimiento están el infraespinoso y redondo menor.

Rotación Externa e Interna del hombro:

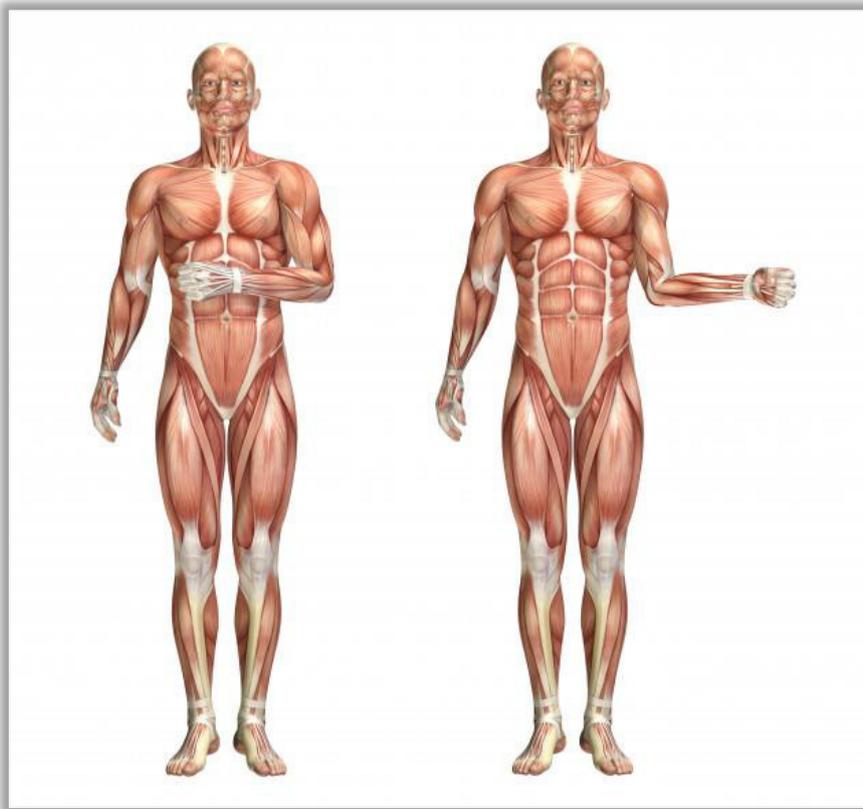


Figura 27: Rotación Externa e Interna del Hombro

Implicación articular en la flexión externa del hombro:

Se valora con el codo en flexión. Participan todas las articulaciones (también la columna vertebral) excepto la subdeltoidea.

Implicación muscular en la flexión externa del hombro:

Los músculos agonistas en este caso son, por una parte en la actuación de la articulación escapulohumeral: infraespinoso (durante todo el movimiento) y redondo menor (a partir de los 30°). Como músculo sinergista se encuentra al deltoides (espinal y fibras más mediales). Y como músculo agonista, en la articulación escapulotorácica, el trapecio (aducción de la escápula).

Implicación articular en la flexión interna del hombro:

Participan todas las articulaciones excepto la subdeltoidea y la columna vertebral. Ahora la glena hace abducción. Implicación muscular en la flexión interna del hombro: Los músculos agonistas en el movimiento son el dorsal ancho, redondo mayor, subescapular, redondo mayor y deltoides (porción anterior o clavicular).

A continuación, se muestra una tabla a modo de resumen de los movimientos del complejo articular del hombro, haciendo énfasis en la implicación muscular de cada movimiento.

MOVIMIENTOS ARTICULARES VS IMPLICACIÓN MUSCULAR		
Acción del Hombro	Como se Realiza la Acción	Músculos Primarios
Abducción del hombro	Levantar los brazos hacia los lados	Deltoides: todas las fibras y supraespinoso.
Aducción de hombro	Bajar los brazos a ambos lados	Pectoral mayor y dorsal ancho
Flexión de hombro	Levantar los brazos hacia el frente	Pectoral mayor y fibras anteriores del deltoides.
Extensión del hombro	Bajar los brazos desde la flexión del hombro o levantar los brazos por detrás de la espalda.	Latissimus dorsi, teres mayor ("little lat")
Rotación interna del hombro	Desde la posición anatómica, girar el brazo para que el codo quede hacia delante. Esta acción en el hombro puede ocurrir cuando el brazo está en diferentes posiciones (flexión, abducción, etc.).	Subscapularis Latissimus dorsi y pectoral mayor
Rotación externa del hombro	Desde una posición de rotación interna del hombro, girar el brazo de manera que el codo quede hacia atrás. Además, la posición anatómica requiere que los hombros estén en rotación externa. Esta acción en el hombro puede ocurrir cuando el brazo está en diferentes posiciones (flexión, abducción, etc.).	Infraspinatus y teres minor
Abducción horizontal	Para la posición inicial, levantar los brazos hacia el frente. La acción ocurre cuando se mueven los brazos hacia un lado.	Latissimus dorsi y fibras posteriores deltoides
Aducción horizontal	Desde la posición inicial, levantar los brazos hacia un lado. Las acciones ocurren cuando se mueven los brazos hacia el frente.	Pectoral mayor y fibras anteriores del deltoides.

Tabla 1: Resumen Global de Movimiento Articular e Implicación Muscular

2.6. Materiales: Comportamiento y Resistencia durante el uso de la Órtesis.

Al margen de la importancia del diseño y de cómo va a utilizarse la Órtesis, es siquiera más importante la utilización de unos materiales acordes con el propósito de la Órtesis. No tiene sentido diseñar un producto perfecto si los materiales a utilizar son abrasivos o acaban provocando irritaciones a los pacientes que lo utilizan.

De esta manera, para el propósito de este trabajo, al tratarse de una Órtesis de Asistencia Acromioclavicular, es un producto que va a estar en contacto directamente con la piel, por lo que ha de diseñarse con materiales que sean adecuados cutáneamente. Además, es un producto que va a estar sometido a unos esfuerzos compresivos y de elongación constantes, por lo que ha de ser lo suficientemente flexible para aguantar el movimiento continuo de la articulación y resistente para no deformarse al hacer los esfuerzos.

En el apartado del presente trabajo referente al análisis de productos existentes en el mercado, se ha hecho una comparativa de los materiales más habituales utilizados para la fabricación de los diferentes tipos de Órtesis y los materiales más habituales son:

Neopreno:



Figura 28: Material Policloropreno

Neopreno o policloropreno es una familia de cauchos sintéticos que se producen por polimerización de cloropreno.¹ El neopreno presenta una buena estabilidad química y mantiene la flexibilidad en un amplio rango de temperaturas. El nombre neopreno es la marca comercial del polímero de cloropreno. El neopreno, llamado originalmente dupreno (duprene en inglés), fue la primera goma sintética producida a escala industrial. El neopreno se vende tanto como caucho sólido o en forma de látex, y se utiliza en una amplia variedad de aplicaciones, como fundas de portátil, aparatos ortopédicos (muñeca, rodilla, etc.), aislamiento eléctrico, etc.

Entre sus propiedades más destacadas están su elevada resistencia a la degradación a causa del sol y de agentes climáticos adversos; resistencia aceptable a diversos agentes químicos; resistencia a daños causados por flexión y torsión.

PFM (Phase Change Material):

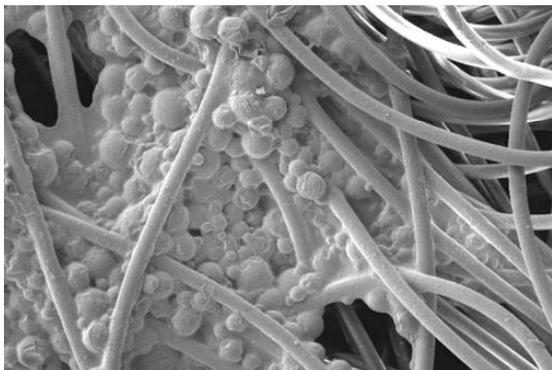


Figura 29: Material Cambio de Fase

Dentro de la gran variedad de materiales inteligentes, una de las tecnologías que más utilidad tiene dentro de los textiles, son los materiales de cambio de fase (en inglés PCM). Se basan en una cera de parafina no tóxica que, debido a los cambios de temperatura, pasan del estado sólido al líquido y viceversa. Contiene unas microcápsulas que intercambian, durante el proceso de cambio de fases, una gran cantidad de energía (calor). En otras palabras, las microcápsulas almacenan y reciclan el calor corporal: si éste es demasiado elevado, se absorbe y almacena

el calor excedente; si el cuerpo se enfría, el regulador le devuelve el calor almacenado. Dicho proceso se repite sin fin, propiciando la regulación térmica, con ausencia de frío o calor.

Los PCM tienen poca oscilación térmica al pasar del frío al calor, o viceversa. La tecnología tiene ilimitados usos, que incluyen su integración en fibras acrílicas para fabricar tejidos, así como la incorporación directa a los tejidos de una capa de microcápsulas PCM, o incorporación a los materiales esponjosos para fabricar forros con distintos usos (calzados, etc.). También puede combinarse con tejidos membrana. El resultado es la adaptación del cuerpo a su entorno o actividad, manteniendo una temperatura estable que redunde en un óptimo equilibrio térmico (ni frío ni calor).

Orthoplast:

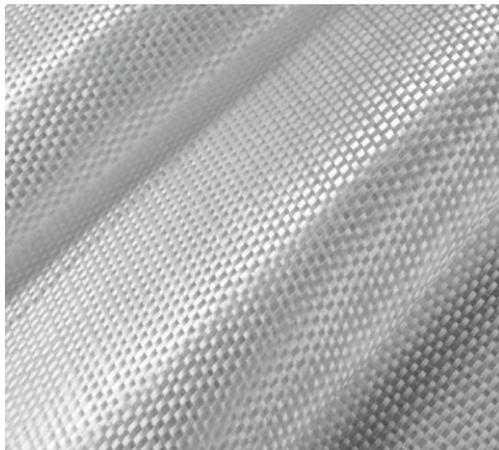


Figura 30: Material Orthoplast

Es un tipo de termoplástico que se presenta en láminas. Cuando se calienta a no muy alta temperatura, el Orthoplast se vuelve maleable, con una textura casi de goma, y puede ser moldeado alrededor del área que va a ser tratada. A medida que se enfría, se endurece hasta rigidizarse por completo. De esta manera se puede obtener una órtesis de manera sencilla y rápida. Se suele colocar directamente en los pacientes con una capa acolchada por el interior, ya que de esta manera se previenen laceraciones o sudoraciones inapropiadas para la salud de la piel del paciente.

Pese a sus grandes ventajas como material ortésico, el Orthoplast no suele ser el material más utilizado debido a su escasa vida útil en comparación a otros termoplásticos.

Fibra de vidrio:



La fibra de vidrio se conoce comúnmente como un material aislante. También se usa como un agente de refuerzo con muchos productos poliméricos; normalmente se usa para conformar plástico reforzado con vidrio que por metonimia también se denomina fibra de vidrio, una forma de material compuesto consistente en polímero reforzado con fibra. Por lo mismo, en esencia exhibe comportamientos similares a otros compuestos hechos de fibra y polímero como la fibra de carbono. Aunque no sea tan fuerte o rígida como la fibra de carbono, es mucho más económica y menos quebradiza.

Figura 31: Fibra de Vidrio

Nylon PA11 por impresión 3D.



Figura 32: Nylon PA11 Por 3D Print

PA11 tiene un menor impacto ambiental, consume menos recursos no renovables para ser producido y tiene una resistencia térmica superior. De hecho, PA11 es estable a la luz, a los rayos UV y se adapta a cualquier clima. Además, otras de sus características son una buena elasticidad, un gran alargamiento a la hora de quebrarse y una alta resistencia al impacto, algo que lo diferencia mucho de otros materiales. Además, esta poliamida negra tiene una excelente resistencia a

los productos químicos, especialmente hidrocarburos, aldehídos, cetonas, alcoholes, combustibles, detergentes, aceites, grasas, bases minerales y sales.

Nylon PA12 por impresión 3D:



Figura 33: Nylon PA12 Por 3D Print

El nylon PA12, por otro lado, es excepcionalmente fuerte incluso cuando las temperaturas bajan del punto de congelación. Se caracteriza por ser un material súper fuerte, muy rígido, con una gran resistencia al agrietamiento y un excelente comportamiento a largo plazo. Además, este plástico presenta una menor concentración de amidas (compuestos orgánicos que contienen nitrógeno) que cualquier otra poliamida disponible comercialmente, y absorbe muy poco el agua y la humedad. Por otro lado, tiene una magnífica resistencia a químicos - incluyendo fluidos hidráulicos, aceite, combustibles, grasa, agua salada y solvente, es un gran amortiguador del ruido y de la vibración, y es altamente procesable.

Fibra de Carbono:



Figura 34: Fibra de Carbono

La fibra de carbono es una fibra sintética constituida por finos filamentos de 5–10 μm de diámetro y compuesto principalmente por carbono. Cada fibra de carbono es la unión de miles de filamentos de carbono. Se trata de una fibra sintética porque se fabrica a partir del poliacrilonitrilo. Tiene propiedades mecánicas similares al acero y es tan ligera como la madera o el plástico. Por su dureza tiene mayor resistencia al impacto que el acero.

La fibra de carbono (FC) se desarrolló inicialmente para la industria espacial, pero al bajar de precio, se ha extendido a otros campos donde tiene múltiples aplicaciones. La industria del transporte y el deporte de alta competición, industria aeronáutica y automovilística, diseño de buques y

bicicletas, diseño de prótesis y órtesis son ejemplos de aplicaciones de la FC donde sus propiedades mecánicas y ligereza son muy importantes.

2.7. Normativa y Legislación Aplicada al Diseño de Prótesis de Asistencia al Movimiento.

A la hora de diseñar una Órtesis es necesario tener en cuenta el marco legal dentro del cual se encuentran todas las normativas y directrices que regularizan en cierta manera el proceso de diseño, la clasificación de los tipos de Órtesis, las deficiencias funcionales de los pacientes, etc.

Dentro de las diferentes normativas internacionales, el producto se va a diseñar siguiendo las normas ISO.

Normativa ISO

- ISO/TC 168 Órtesis Y Prótesis.
- ISO 8549-1:1987 Prótesis y órtesis: Términos de vocabularios generales para las prótesis externas de las extremidades y las órtesis externas.
- ISO 3549-3:1989 Prótesis y órtesis: Términos de vocabulario relativos a órtesis externas.
- ISO 8551:2003 Prótesis y órtesis: Deficiencias funcionales. Descripción de la persona que se va a tratar con una órtesis, objetivos clínicos del tratamiento y requisitos funcionales de la órtesis.
- ISO 13404:2005 Prótesis y órtesis: Clasificación y descripción de las órtesis externas y de los componentes ortopédicos.

Estas normas están más enfocados al momento de escribir la descripción del producto en la patente o los artículos que puedan surgir de él o en los instructivos que se realicen para que su uso sea más fácil.

Se ha incluido en este apartado una resolución de buenas prácticas de fabricación de prótesis y órtesis que no llega a ser una norma de obligado cumplimiento, sino una guía para poder adaptar dispositivos médicos externos a los pacientes. Dicha resolución es del año 2010 y aparece reflejada en el siguiente apartado:

Normativa MPS

Resolución 1319 de 2010: “Manual de buenas prácticas de manufactura para la elaboración y adaptación de dispositivos médicos sobre medida de prótesis y órtesis ortopédica externa”.

En esta resolución se consideran aspectos como:

- Elaboración y adaptación de los dispositivos médicos sobre medida de prótesis y órtesis ortopédica externa.
- Principio de seguridad y funcionamiento.
- Información y documentos para la prescripción y entrega de órtesis y prótesis.
- Requisitos sanitarios y de calidad.
- Máquinas, equipos, herramientas e instrumentos.
- Manejo de materias primas e insumos.
- Inspección, vigilancia y control.

Se trata simplemente de un manual de buenas prácticas para tratar de controlar todo el proceso de la creación de dispositivos médicos, para hacerlos más confiables desde un inicio y no perjudicar a los usuarios.

3. Diseño Conceptual de la Órtesis

Para poder realizar un diseño que aporte un valor añadido al usuario/comprador de la órtesis, es necesario definirlo y analizarlo. Para ello se ha realizado el siguiente diagrama, determinando hacia dónde va a estar enfocado el producto a diseñar, hacia qué sector de la población y sobre todo los gustos de los usuarios dentro del sector. El diagrama está dividido en 4 cuadrantes en función de los intereses y necesidades del usuario/comprador:

Yo-Descubrir: Engloba a todos los usuarios que son impulsivos, que buscan la diversión y el placer por encima de todo. Tienen gustos de alta gama, pero imposibilidad económica para conseguir lo que desean. Viven el momento, el ahora, el presente sin pensar en el futuro.

Descubrir-Nosotros: Engloba a todos los usuarios que son creativos, pioneros tecnológicamente hablando, deportistas, tienen un especial interés por las novedades a nivel global, piensan en su propio futuro utópico.

Nosotros-Conocer: Engloba a todos los usuarios que son moralistas, disciplinados, estructurados. Un tipo de usuario más analítico, con gran sentido de la responsabilidad y altamente concienciados medioambientalmente.

Conocer-Yo: Engloba a todos los usuarios que son tradicionales, serios, con gusto por lo clásico, grandes marcas, productos de alta gama y que valoran el estatus social y la economía por encima de todo.

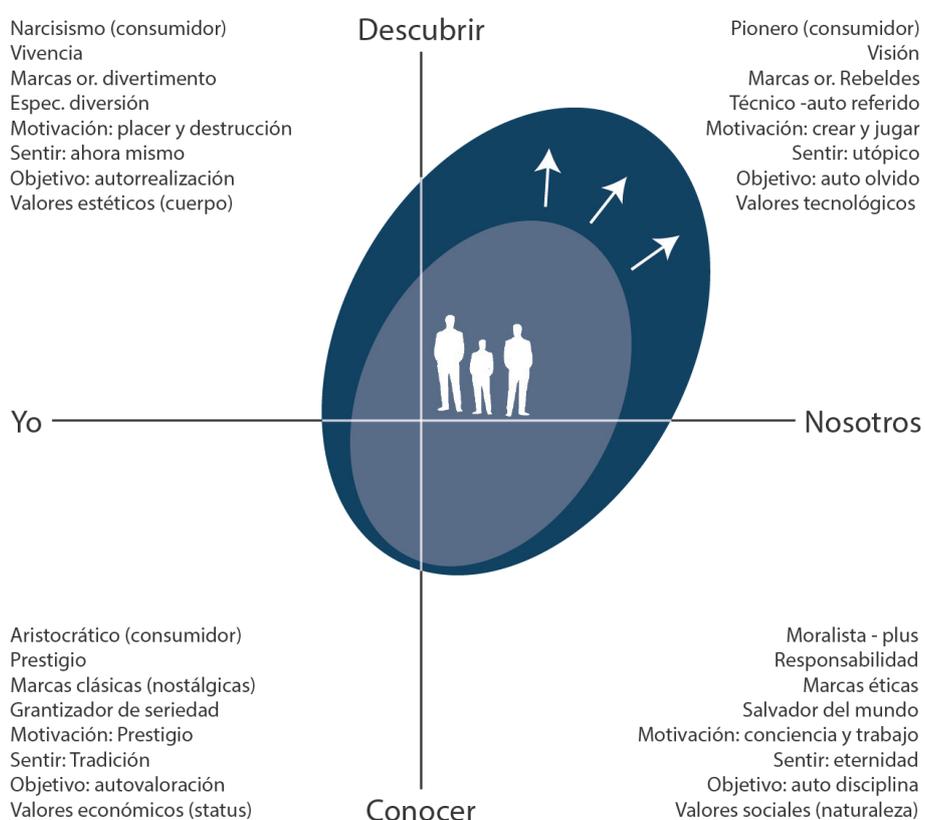


Figura 35: Diagrama Conceptual de Enfoque y Estrategia de Diseño a Seguir

El perfil que se busca de usuario/comprador es el de una persona de clase media, con inquietudes y curiosidades, siempre en la búsqueda de lo pionero, de la novedad y las tendencias del mercado. Es una persona creativa, activa y deportiva que trata de mantener hábitos saludables. Siente un gran aprecio por la naturaleza y por el ecosistema en el que convive. En lo que a la moda se refiere, busca diferenciación y diseños rompedores por encima de lo clásico y tradicional. A la hora de elegir entre dos productos siempre se decantará por el más llamativo estéticamente hablando o un impacto medioambiental más bajo.

A través de la siguiente figura se puede apreciar con más claridad hacia donde está enfocado el producto que se está diseñando, teniendo en cuenta todo lo anterior.

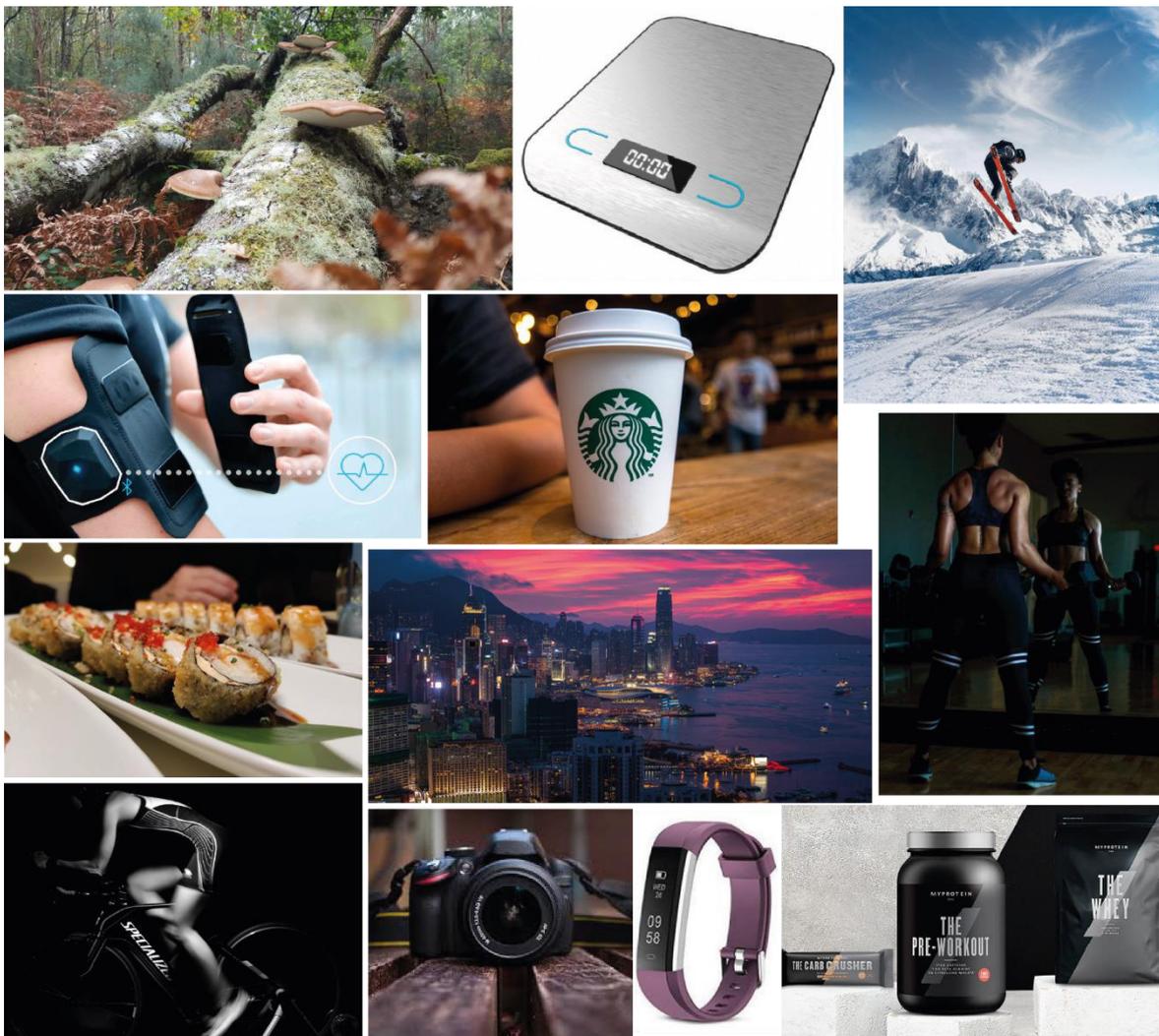


Figura 36: Intereses y Gustos de los Usuarios del Sector al que Está Enfocado el Diseño de la Órtesis

Gracias a las conclusiones obtenidas en el apartado anterior y después del análisis de mercado, ya se pueden sentar las bases sobre las que se va a realizar el diseño de la órtesis, los puntos fuertes que se quieren potenciar y las partes de esta que puedan comprometer el diseño. Para ello se procede a la fase experimental, una tormenta de ideas enfocándose en diseños válidos y en propuestas atractivas y funcionales.

Pre-bocetos

Dentro de esta sección se van a ver una serie de diseños de los cuales se ha extraído el concepto final a desarrollar. Al tratarse de una fase conceptual del diseño, se han tomado una serie de libertades a la hora de hacerlos bocetos, ya que a lo largo del proceso de diseño se van a ir refinando los mismos y así llegar al diseño final de la órtesis. Además, no se van a tener en cuenta ni los materiales ni los procesos de fabricación a la hora de juzgar los bocetos.

Propuestas Conceptuales:

Propuesta 1:

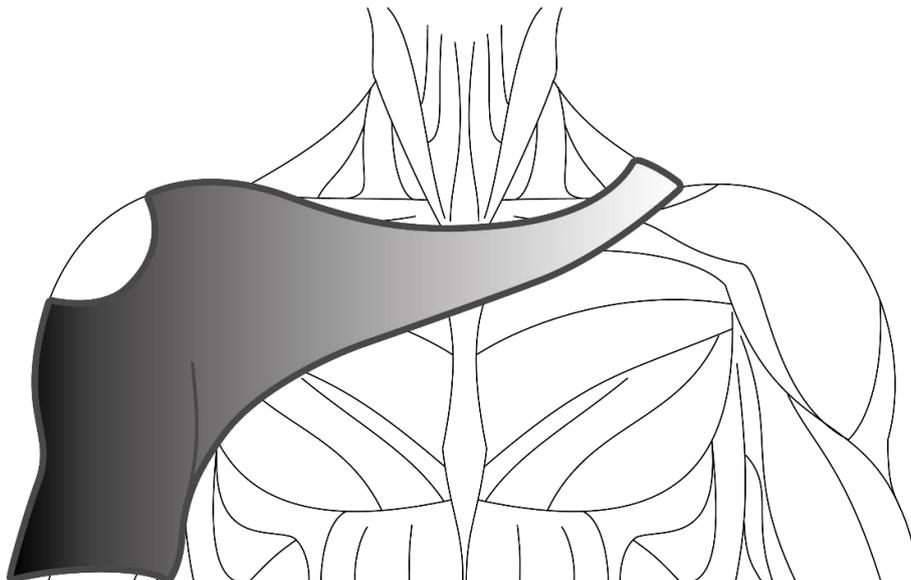


Figura 37: Pre-boceto Propuesta 1

En este primer boceto se presenta un diseño de agarre enfundado en el plano medio del bíceps, con una abertura en el hombro para dar una liberación a la tela a la hora de realizar los movimientos, con un agarre superior al cuello para dar firmeza a toda la zona clavicular.

Propuesta 2:

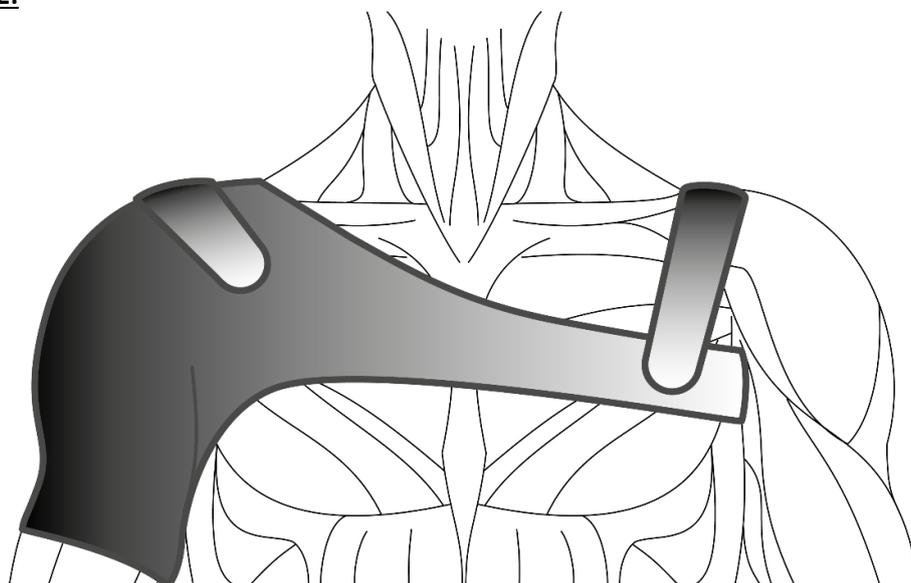


Figura 38: Pre-boceto Propuesta 2

En este caso el agarre enfundado al bíceps es similar a la anterior, con la variación de que solo se agarra al primer tercio del mismo. Tiene un soporte adicional por encima de la articulación acromioclavicular para dar un mayor soporte a la zona y para ejercer un poco de sobrepresión en la zona afectada a

tratar. Para estabilizar la órtesis, se utiliza un agarre inferior por debajo de la axila contraria al hombro de colocación de la órtesis sumado a un agarre superior por encima del hombro.

Propuesta 3:

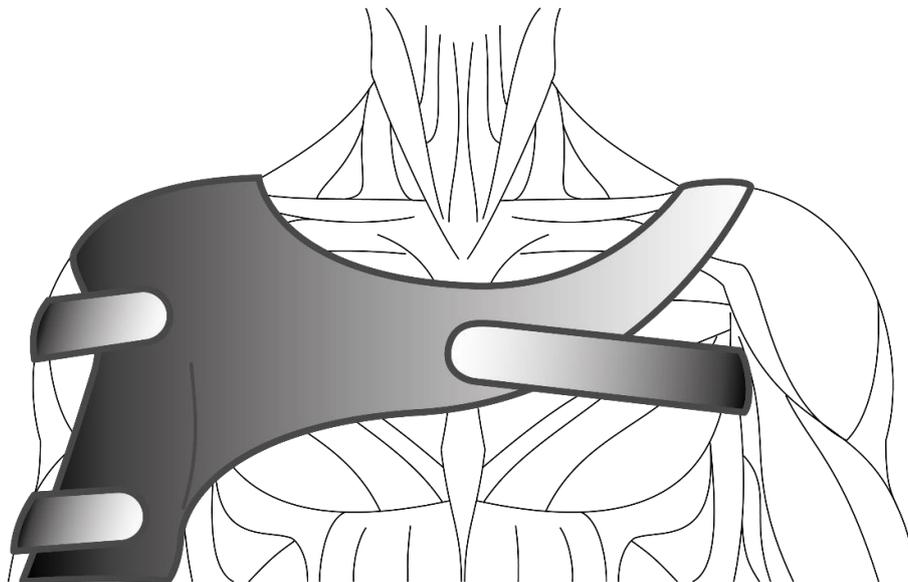


Figura 39: Pre-boceto Propuesta 3

En esta propuesta se presenta un agarre lateral interior del bíceps con unas bandas ajustables al exterior del brazo. Enfundado interiormente y con un doble agarre superior y lateral en el lado contrario, con una banda ajustable que va por debajo del hombro y cruza el pectoral para fijarse en la parte media del torso en la órtesis.

Propuesta 4:

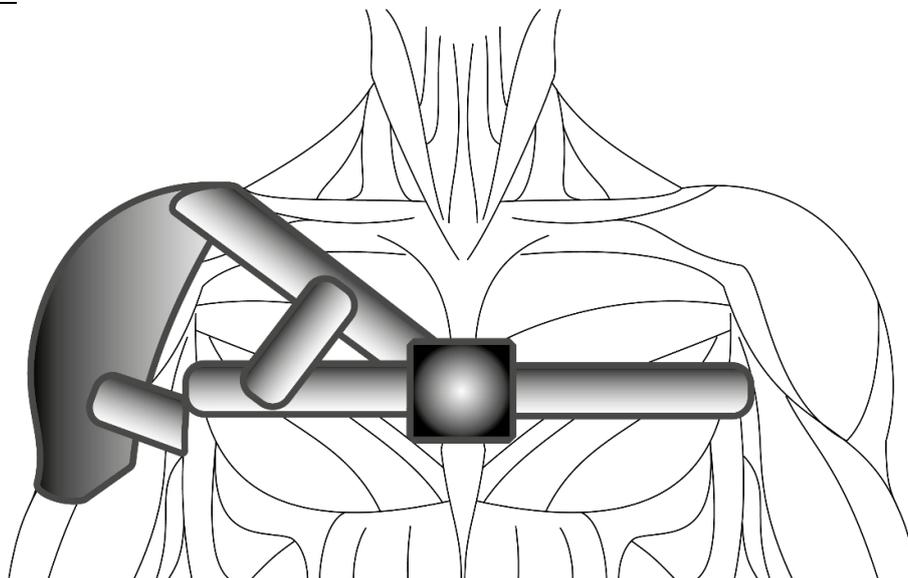


Figura 40: Pre-boceto Propuesta 4

Se trata de un diseño diferente a los anteriores. Tiene un agarre en el centro del torso que recorre ambos lados de este por el pectoral, con un agarre cruzado delantero por encima del pectoral para estabilizar la tira que cruza por encima de la articulación acromioclavicular. El agarre en el hombro es un soporte lateral hasta el primer tercio del bíceps con una banda ajustable por el interior del brazo.

Propuesta 5:

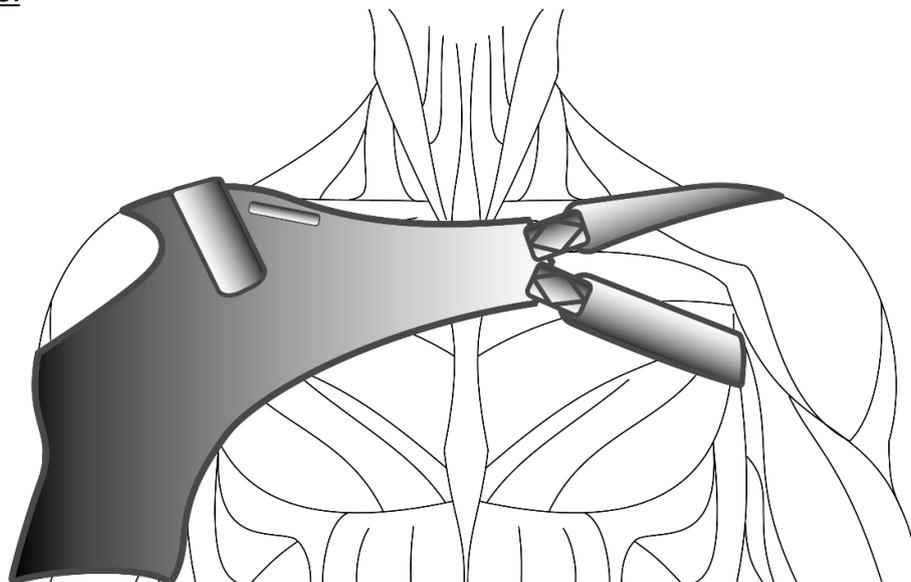


Figura 41: Pre-boceto Propuesta 5

Tiene un doble agarre lateral superior con dos cierres ajustables que recorren la espalda hasta la parte alta del pectoral. Tiene un agarre por encima de la articulación acromioclavicular para tratar de bajar lo más posible la cabeza de la clavícula que sobresale por encima de su posición original. A mayores tiene una apertura en la cabeza del humero para dar mayor libertad de movimiento en la articulación.

Propuesta 6:

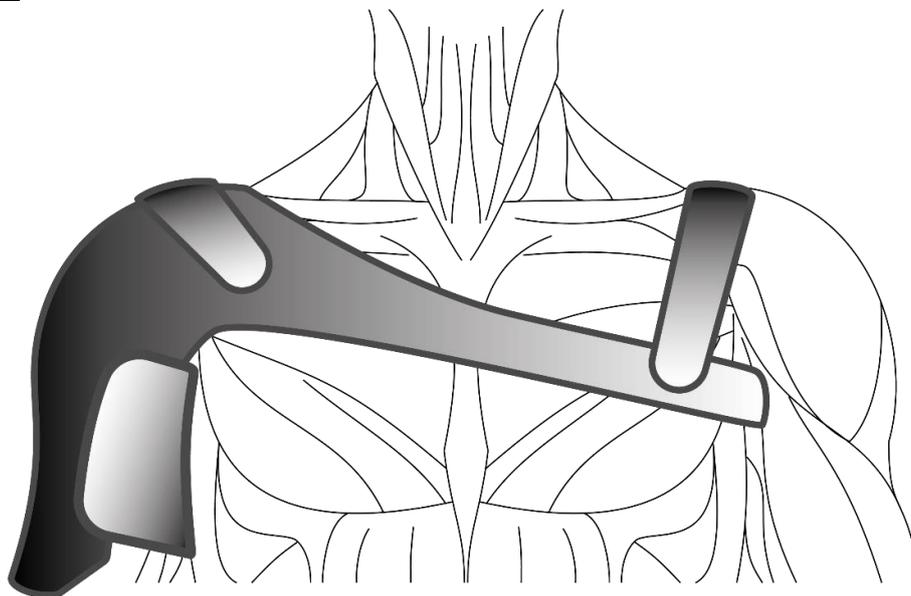


Figura 42: Pre-boceto Propuesta 6

En este caso se trata de un diseño sencillo en el que el cierre contra el bíceps se hace interiormente y tiene el doble agarre lateral superior con una banda por encima del hombro ajustable. Igual que en diseños anteriores, tiene ese cierre ajustable por encima de la cabeza de la clavícula.

Propuesta 7:

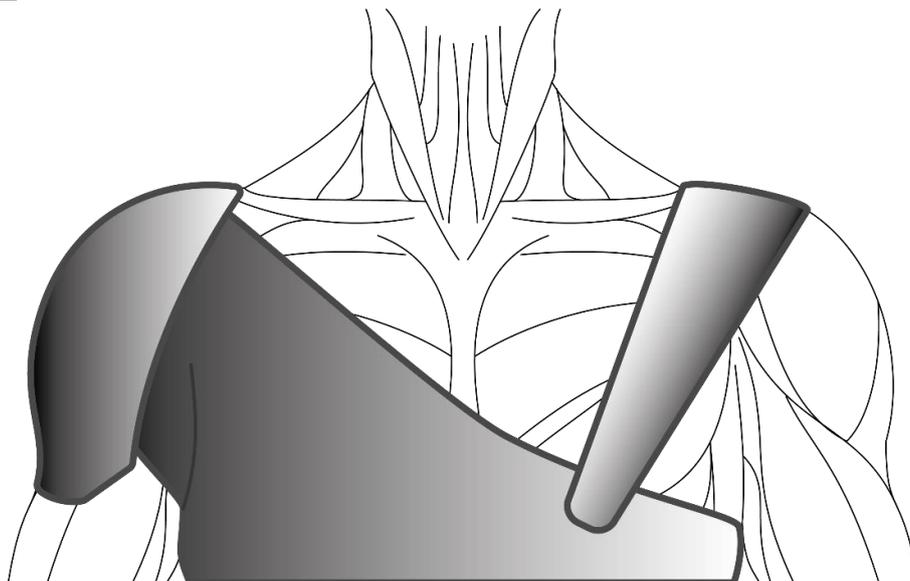


Figura 43: Pre-boceto Propuesta 7

En este caso el diseño es completamente diferente. El cierre se hace por la parte baja del pectoral, ofreciendo un mayor agarre en la zona del torso. El cierre se hace cruzado desde el hombro hasta la parte media del pectoral. Tiene una parte ajustable en el hombro a tratar que cierra completamente la cabeza humeral hasta el primer tercio del bíceps.

Propuesta 8:

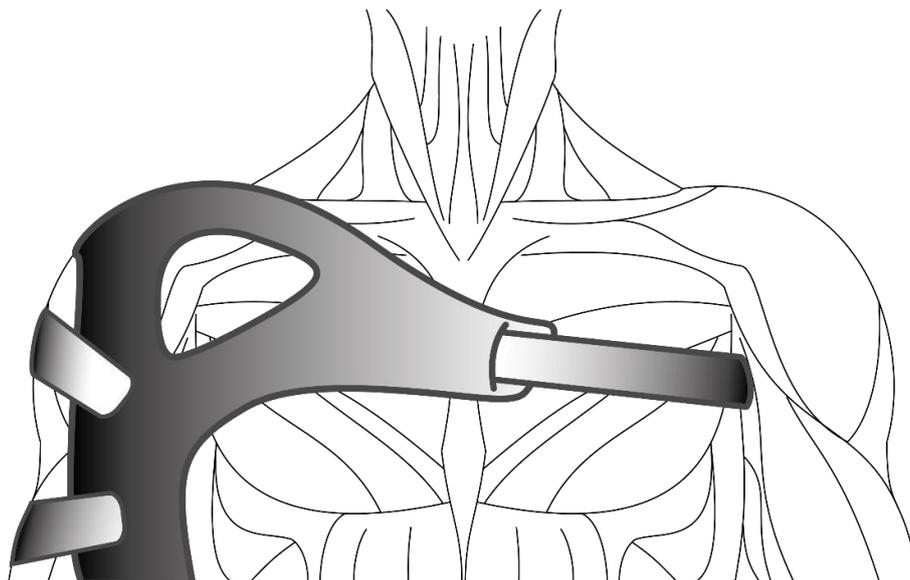


Figura 44: Pre-boceto Propuesta 8

En este caso se presenta una órtesis con cierre lateral externo y enfundado al interior del brazo. Tiene una apertura por encima del pectoral y el cierre ajustable va enfundado por el interior de la órtesis en la parte media del torso. El cierre ajustable por el lateral interior del torso y cruzando la espalda.

Propuesta 9:

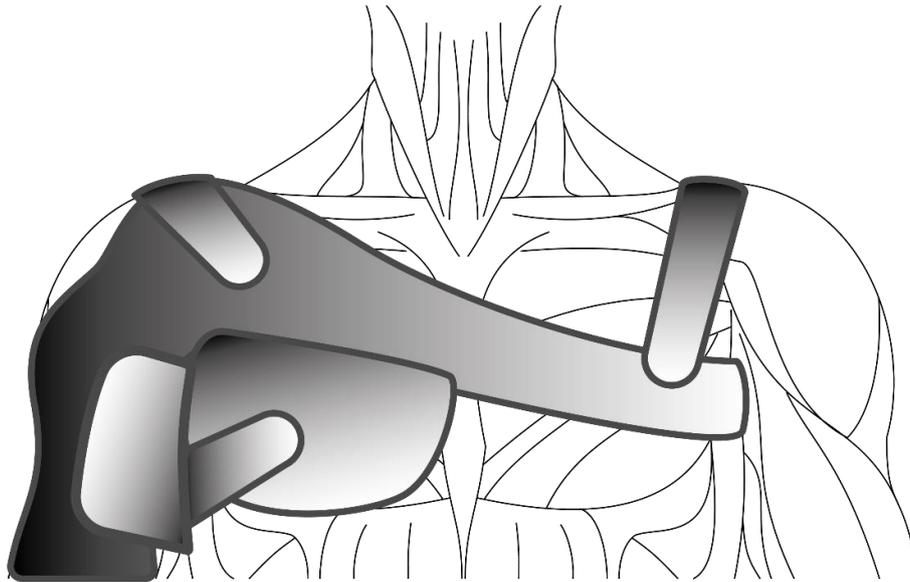


Figura 45: Pre-boceto Propuesta 9

En este caso el cierre es interior al bíceps con semiapertura en la cabeza del humero. Tiene el cierre cruzado en la articulación acromioclavicular y el agarre cruzado lateral superior. A mayores, tiene una parte que se añade para cubrir completamente el pectoral, con un cierre desde la escápula hasta la parte baja del pectoral para dar mayor sujeción a la órtesis.

Conclusiones Conceptuales:

De todas las propuestas que se han generado, se van a extraer las 3 que cumplan con los requisitos de diseño que se han preestablecido como primordiales y se van a extraer a mayores aquellos detalles sobresalientes y den un mayor soporte o que se adapten mejor al diseño ergonómico de la órtesis.

Si bien es cierto que se sigue tratando de una fase conceptual del proyecto, a estas alturas no se debe de descuidar ningún detalle a la hora de juzgar cual es la propuesta más eficiente, ya que puede ser motivo de descarte la cantidad de material empleado tanto como el costoso proceso de fabricación de alguna de las partes que componen la misma. De esta manera pasamos a la siguiente fase del diseño conceptual, donde se van a presentar las 3 propuestas con mayor nivel de detalle para poder ir definiendo mejor el diseño final de la órtesis. Se ha optado por la realización de tres vistas para dar apoyo visual y una mejor comprensión del método de colocación y de ajuste de estas. Así mismo se pueden diferenciar las diferentes partes que van a componer cada diseño de cada propuesta, de los cuales se puede extraer las medidas principales y una estimación de la cantidad de material que se va a necesitar para la confección de estas.

Propuesta Final 1:

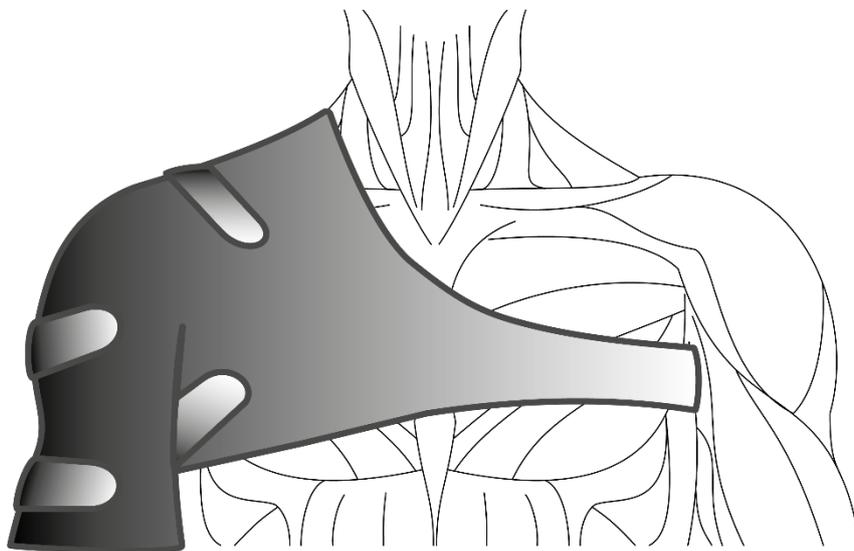
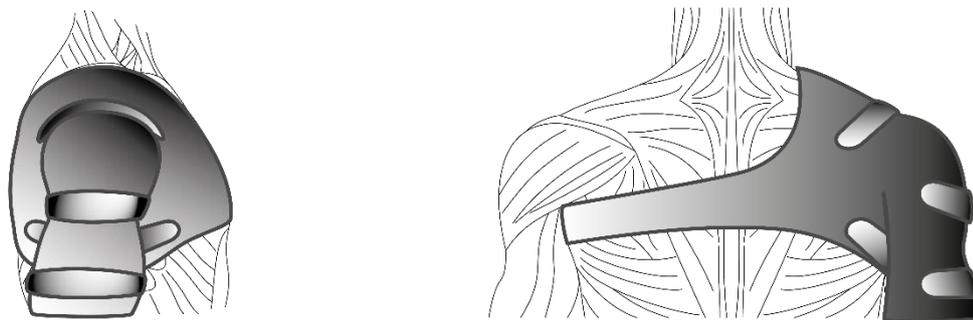


Figura 46: Propuesta Final 1



En esta primera propuesta se muestra un diseño que permite una colocación simple, con varios puntos de ajuste en el hombro a tratar y que cierra por completo la cabeza humeral. Para poder colocarla adecuadamente, se deben levantar ambos brazos y colocar primero el lado del hombro a tratar y luego pasar la banda de ajuste por el otro y fijarla en la zona media del torso por debajo de la escápula. La órtesis se enfunda en el hombro, con la fijación superior sobre la articulación acromioclavicular y se cierra lateralmente en la parte externa del torso. Para evitar movimientos indeseados de la misma durante su uso, se han colocado dos cierres en la parte externa del biceps que impedirán en todo momento el deslizamiento a la vez que facilitan el ajuste en función del tamaño del brazo del usuario.

Propuesta Final 2:

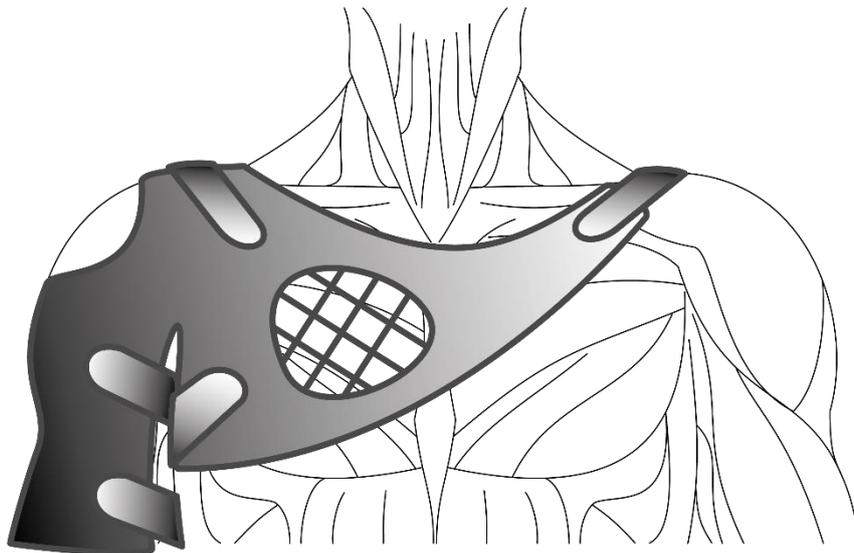
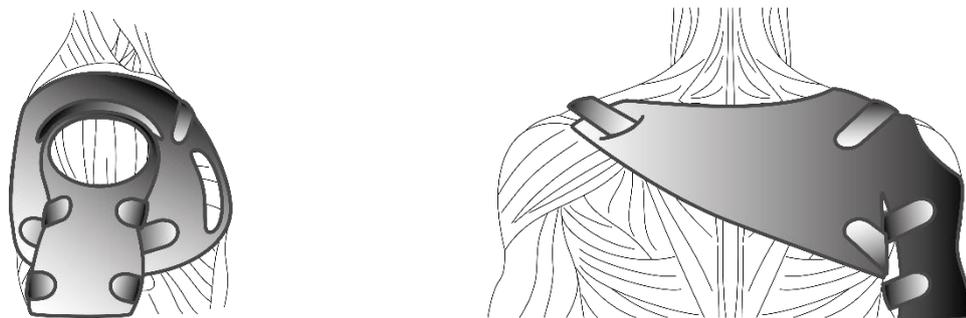


Figura 47: Propuesta Final 2



En este caso se ha optado por un diseño abierto en la cabeza humeral dejándola al descubierto, de esta manera la articulación tendrá un movimiento más fluido. Los cierres laterales del biceps están colocados en la parte interior del brazo que, junto con el cierre interior del pectoral hasta la escápula y el superior cruzado del lado opuesto, hacen de cierre de la órtesis para dar la firmeza necesaria. Para la colocación de la misma, basta con abrir los cierres internos del brazo, el cierre lateral del torso y el superior cruzado. Para ajustarla, se empieza por el cierre lateral que hay en el torso y luego el superior cruzado. Una vez fijados los dos es probable que se tenga que reajustar uno de ellos o ambos hasta que quede completamente ceñida. El último punto de ajuste es el cierre en el lateral interno del brazo que impedirá que la órtesis se desplace durante el uso. En la parte frontal a la altura del pectoral, se ha colocado una rejilla, una maya transpirable para disipar de manera más eficiente el calor que ésta pueda generar.

Propuesta Final 3:

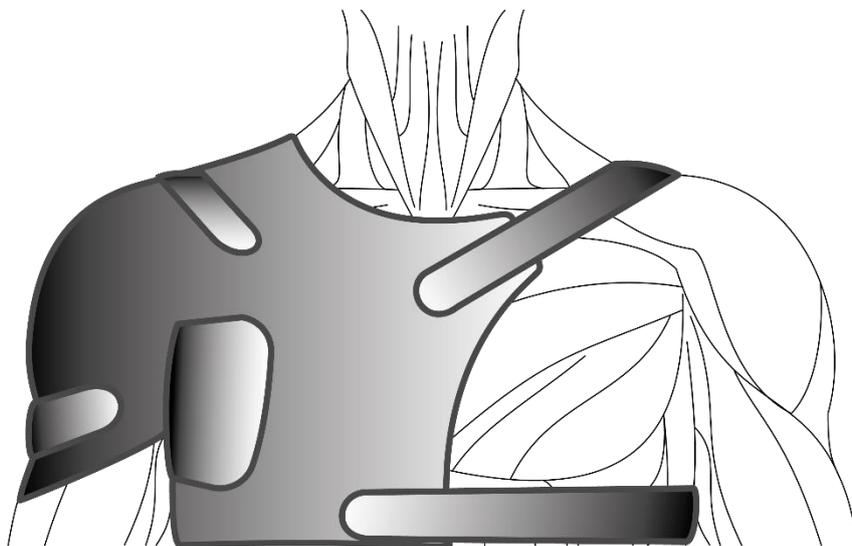


Figura 48: Propuesta Final 3



En este caso, se ha optado por un diseño funcional más simple que los anteriores. La colocación se hace de manera intuitiva introduciendo un brazo y luego llevando por el torso en la parte baja del pectoral una de las correas de cierre que viene de la parte trasera que se coloca por debajo de las escápulas. El cierre se hace en la parte delantera para no tener que hacer esfuerzos inútiles. Por la parte superior se hace exactamente igual, se lleva una de las correas de cierre por la mitad de la espalda recorriendo la parte superior de la escápula y llegando a la parte delantera donde se hace el cierre en mitad del torso. Tiene un ajuste extra en el lateral del torso, para dar mayor versatilidad a la hora de hacer el ajuste. En el bíceps, en la parte alta del mismo justo debajo de la cabeza humeral, tiene otro cierre ajustable para que no se mueva durante el uso de la misma.

3.1. Análisis Ergonómico del Hombro: Tabla de medidas.

La órtesis se va a tratar como una prenda de ropa más que cualquiera puede ponerse en su día a día, de tal manera que es importante que el usuario sea consciente de la talla que más le conviene en función a las medidas corporales de cada uno. Si bien es cierto que no todos los cuerpos tienen las mismas formas ni medidas, las órtesis en general suelen estar orientadas a que un mismo modelo abarque varias tallas para facilitar a los usuarios la elección de estas.

La órtesis que se está diseñando en este proyecto está pensada para tener 3 tallas:

XS-S M-L XL

La razón por la que se han elegido estas tres tallas es muy simple: El producto está enfocado a un tipo de usuario muy específico que dedica parte de su tiempo semanal a hacer deporte, su vida gira en torno a algún deporte específico y lleva unos hábitos de vida saludables. Al margen de eso, las medidas corporales de un adulto en lo que se refiere a hombro, pectoral y torso varían escasos centímetros entre un adulto de gran tamaño y otro de menor tamaño. En la siguiente imagen y tabla se ven las medidas a considerar a la hora de la elección de la talla correcta para la órtesis.

TABLA MEDIDAS TALLAJE TEXTIL				
Medidas		Talla		
		XS-S	M-L	XL
A	Largo Antebrazo	64-65	65-67	67-69
B	Largo Bíceps	30-32	33-35	37-40
C	Alto Espalda	44-45	45-46	47-49
D	Anchura Hombros	39-41	42-44	44-46
E	Contorno Torso	73-77	82-86	89-98
F	Contorno Pectoral	92-96	98-104	106-110
G	Contorno Cuello	37-39	40-41	42-44
H	Contorno Bíceps	56-60	61-66	67-70
I	Sisa Hombro	23-24	24-26	26-28

Tabla 2: Listado de Medidas Para Tallaje Textil de Tronco Superior

Estas medidas están basadas en los libros de Winifred Aldrich, 1980. [Metric Pattern Cutting for Menswear](#). La tabla de medidas está basada en tablas europeas de medidas de cuerpo humano para hombres. Otra alternativa para la determinación de las medidas podría haber sido el uso de la media antropométrica de la población española, como se cita en el artículo [Datos antropométricos de la](#)

[población laboral española. Prevención, trabajo y salud](#) elaborado por Benjumea A.C. en el año 2001 para la Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

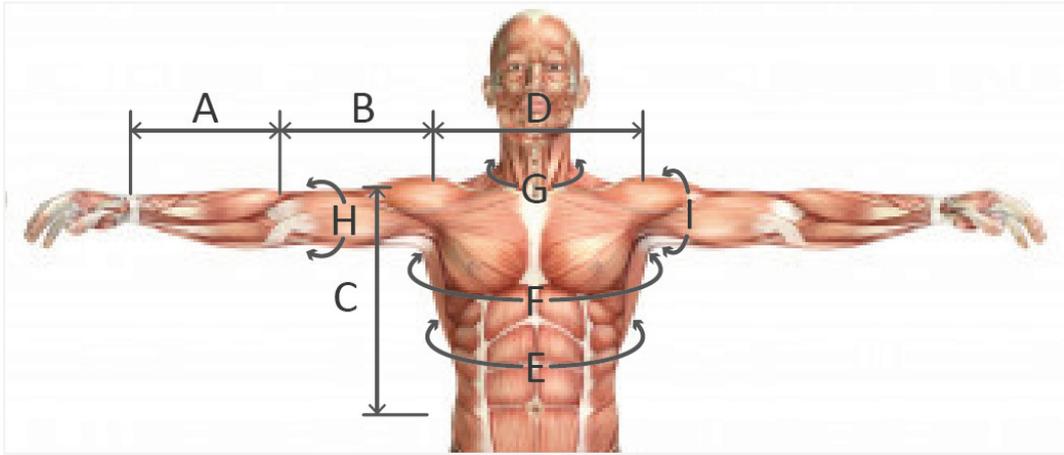


Figura 49: Medidas Anatómicas

3.2. Selección de Materiales

De todos los materiales analizados a la hora de hacer el estudio analítico de mercado, se ha hecho una selección de los que finalmente van a ser utilizados para la manufacturación de la órtesis. Antes de nada, es conveniente tener en cuenta una serie de aspectos a tener en cuenta:

La **Resistencia** del material, que será mayor cuanto mayor sea el peso, la actividad y el patrón de usabilidad que el usuario vaya a darle a la misma.

El **Peso** de la órtesis, es importante tener en cuenta cuanto material del que se va a emplear en la fabricación de la órtesis es de alta densidad para tratar de minimizar el peso total y así no incurrir en escaso o nulo efecto en el usuario. En muchos casos se puede incurrir en empeoramiento si el peso de la misma excede el que el usuario es capaz de cargar con la articulación lesionada.

El **Volumen**, ya que junto con el Peso van de la mano para determinar la cantidad de material que se va a utilizar. Una órtesis muy voluminosa y aparatosa acabará por no ser útil para el usuario.

La **Acción** que se quiere que tenga la órtesis: Se debe de tener muy claro la intención de la órtesis a la hora de fabricarla, bien sea para darle una funcionalidad activa o dinámica y para ello buscar materiales con memoria o histéresis elevada para poder conseguir tales efectos.

Y, por último, pero no menos importante, la **Estética**. Actualmente se podría decir que es el punto más importante de todos. Una órtesis atractiva estéticamente siempre va a ir por delante de una que ofrezca las mismas características pero que no resulte tan llamativa, por ello es muy importante no descuidar la apariencia del producto final.

Por tanto, para la confección de la órtesis se van a estar utilizando diferentes capas de telas, cada una con una serie de propiedades y de características que van a dar un valor añadido al producto. Para la determinación de los planos de corte de material de cada una de las tallas se han tomado las medidas masculinas de cuerpo humano de la Tabla 2 del apartado 3.1.

Composición de la Órtesis:

Como se ha comentado previamente, la órtesis no va a estar confeccionada con un solo tipo de tela, sino que van a ser tres capas de tejido las que se van a superponer una sobre otra para dar el mayor confort y comodidad al usuario durante el tiempo que la esté usando. El propósito de las tres capas no es el de conseguir que la piel respire lo máximo posible, ya que muchas veces se dará el caso en que el usuario sude durante una actividad y la lleve puesta, por lo tanto, es muy importante que la órtesis sea capaz de conseguir una transpiración y un secado rápido.

La primera capa, la que va a estar en contacto con la piel directamente, es una capa de tela compuesta por Poliéster (92%) + PU (Poliuretano)(8%), con Elastano para dar flexibilidad, de 1mm de grosor que es transpirable de rápido secado y de rápida absorción. Se trata de un tejido de tacto agradable, microperforado para dar ese plus de transpiración.



Figura 50: QL-017814 Forro Interior Poliéster + PU + Elastano

La segunda capa, la capa interna, es la que va a aportar rigidez, la que va a dar cuerpo a la órtesis. Para ello se va a emplear una capa de Neopreno de 2mm de espesor cuya composición es la siguiente: Nylon(43%) Poliéster (43%) PU (Poliuretano)(14%)+Elastano.

Se trata de una tela de doble capa, de aproximadamente 400g cada m2 de material. Tiene una función antibacteriana excelente, es un material multidisciplinar ya que es utilizado tanto para la confección de ropa de deporte, de trajes de baño, ropa de cama, uniformes, ropa interior, etc. Se trata de un material con rápida absorción de sudor y con una gran capacidad de secado. Además, este neopreno tiene una característica muy importante y es que protege de los rayos UV, por lo que le da un valor añadido al producto.

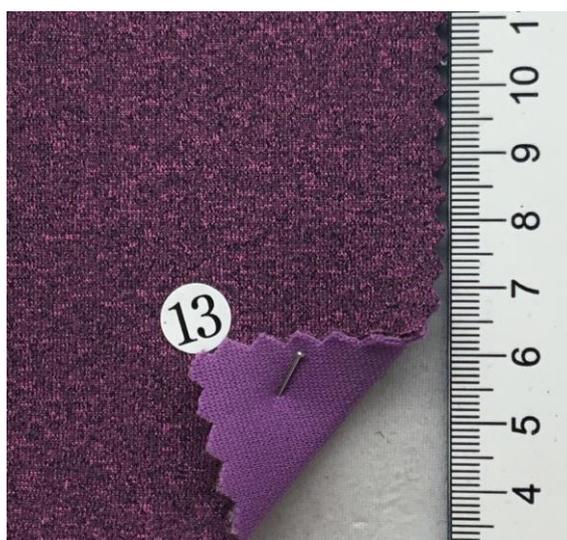


Figura 51: QL-018358 Capa Intermedia Neopreno

Finalmente, la capa exterior, la que va a estar expuesta en todo momento al ambiente y al entorno en el que se mueva el usuario, es una capa de Poliéster (93%) + PU (Poliuretano)(7%), con Elastano para dar flexibilidad, de 1mm de grosor que es transpirable de rápido secado y de rápida absorción, al igual que la primera capa. La textura y el acabado es diferente, pero en esencia está compuesta prácticamente por los mismos porcentajes de material.



Figura 52: QL-018400 Forro Exterior Poliéster + PU

Obviamente, el material con el que van a ser tejidas las capas entre sí y con el resto de las partes del patronaje, va a ser hilo de alta resistencia para asegurar que el producto final resiste los esfuerzos a los que va a ser sometido. No necesita ser un hilo elástico, ya que, si las costuras entre telas mantienen la elasticidad del material, no es necesario derivar la elasticidad al hilo. De esta manera, basta con emplear un hilo de alta resistencia comercial.



Figura 53: Hilo de Alta Resistencia

Además de las partes que tienen que ser tejidas, la órtesis tiene una pieza clave que ha de ser manufacturada mediante otro tipo de proceso industrial. Se ha elegido la Impresión 3D por sinterizado láser como método de fabricación ya que permite crear formas orgánicas de manera sencilla, rápida y a un coste reducido en comparación a otros procesos productivos.

El material seleccionado es Nylon PA11, un material que tiene un bajo impacto ambiental, ya que su creación está basada en ácido ricinoleico que constituye el 85-90% del aceite de ricino.

El PA11 es un material que se mantiene estable al impacto de los rayos UV, tiene una gran elasticidad y alta resistencia al impacto. Tiene una excelente resistencia a los productos químicos, lo que es altamente positivo ya que se puede lavar sin ningún tipo de problema. Además de eso, es un material que no provoca irritaciones cutáneas y puede ser utilizado directamente sobre la piel. El color y acabado final de la pieza pueden ser tratados una vez finalizado el SLS (Sinterizado Láser).



Figura 54: Nylon PA11 en polvo para impresión 3D por SLS

3.3. Proceso de Fabricación Asociado al Diseño

El proceso de producción de la órtesis comienza con la selección de los materiales, en este caso las diferentes telas que van a componer el producto final. Una vez seleccionadas se pasa al corte de las mismas a través de patrones preestablecidos con anterioridad. En la parte de costura se unen las diferentes capas que componen la órtesis para después ensamblarlas entre sí. Una vez instalados todos y cada uno de los componentes y de las piezas que componen la órtesis, se hace una inspección visual para verificar que todo está correcto. Finalmente se pasa al etiquetado de los productos y a su embalaje y almacenaje hasta su distribución y venta.

Selección de Materiales

Dentro de la gran variedad de materiales que hay hoy en día en el mercado, se ha hecho una selección previa de cuales van a ser los materiales que se van a emplear para la fabricación de la órtesis. En su mayor parte las telas son de Poliéster y Poliuretano con un porcentaje de Nylon, y para las partes que necesitan ser impresas en 3D se ha optado por el Nylon PA11.

Corte

Para la fabricación de la órtesis será necesario disponer de un patrón a partir del cual se van a extraer mediante corte las diferentes partes que van a componer la misma. El patrón es único para cada una de las tallas (3) que se han definido previamente y tiene una medida determinada que ha de ser respetada rigurosamente durante el proceso de corte. Son patrones permanentes, que no se van a modificar las medidas en ningún caso a menos que haya alguna mejora asociada al cambio.

Cada trozo de tela que se corte ha de ser clasificado para su confección. Cada trozo tiene asociado un número de patrón y se ha de seguir un orden preestablecido de costura de cada uno. De no seguirse el orden, se puede incurrir en errores y sobre todo en pérdida de optimización del proceso de fabricación, ya que se vería interrumpida en muchos casos la cadena de producción.

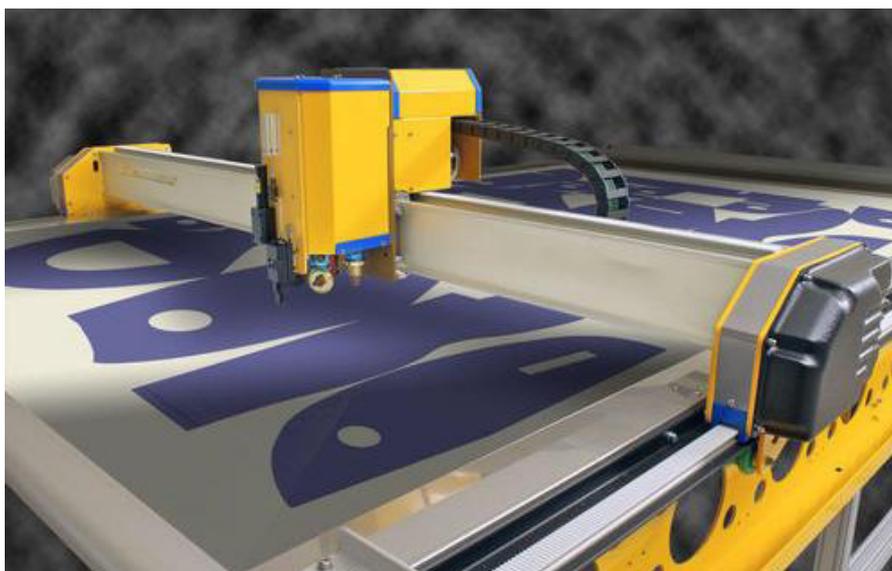


Figura 55: Máquina Automática de Corte Industrial de Patrones

Costura

Una vez cortados y clasificados, se pasa a la costura de las diferentes capas entre sí para garantizar que no se queda ninguna capa suelta. Una vez cosidas, se le da un corte a todos los finales de tela ya que se juega con unas holguras a la hora de cortar las piezas. Esta holgura no excede el 1 o 2% de la medida final de la pieza. Es importante que las medidas finales no se vean alteradas por estos excesos de material. Una vez finalizado el ajuste, se pasa a la confección de las diferentes partes entre sí. Igual que en los pasos previos, hay un orden preestablecido que se debe de seguir, ya que cuanto más definido esté el proceso de fabricación más sencillo es para los trabajadores realizar cada función.



Figura 56: Detalle de Costura de las capas que componen la órtesis

Ensamblaje

En este punto se van a colocar todas las piezas que sean móviles o que necesiten de apoyo de otras que son comerciales o se han prefabricado previamente, como es el caso del soporte superior que irá colocado sobre la articulación acromioclavicular. Esta pieza tiene un plano asociado y se va a fabricar en serie por medio de impresión 3D en Nylon PA11. Para la colocación de esta pieza es necesario seguir al pie de la letra el plano, es la pieza clave de la órtesis y se tiene que colocar de una manera determinada.



Figura 57: Impresora 3D por sinterizado láser SLS

Inspección visual

Una vez instaladas todas las piezas comerciales y todos los cierres se hace una inspección visual de todas y cada una de las costuras que componen el producto final. Cada cierto número de unidades producidas se extrae una para hacer un control de calidad más exhaustivo. Se coloca en el banco de pruebas y se procede a tensar el material para comprobar que las costuras no se rompen ni que la tela supera en ningún momento el límite elástico. Las piezas comerciales no son testeadas, cada una tiene un certificado y una garantía que validan el producto.



Figura 58: Ensayos de elongación y tensión de materiales elásticos

El soporte superior de la articulación acromioclavicular es sometido a unas pruebas de tensión y deformación para comprobar que está dentro de los límites preestablecidos. Al usar Nylon PA11 la pieza va a ser altamente maleable, pero sin perder resistencia. En el apartado 4.2 se hace un análisis más detallado acerca de la resistencia de esta pieza.

Etiquetado y embalaje

Una vez finalizada la fabricación de la órtesis, se limpia en seco para sacar cualquier tipo de suciedad que pueda tener la tela. Se plancha y se dobla para posteriormente embalarla en una bolsa ciplock con ventilación y se almacena hasta su distribución y venta.



Figura 59: Embalaje en bolsa transpirable ciplock

4. Diseño Mecánico: Conceptualización 3D.



Figura 60: Modelado Cad 3D del Diseño Final de la Órtesis

4.1. Modelado CAD.

Para la finalización del diseño se ha hecho un modelo en 3D para ver las diferentes piezas que componen la órtesis.

Hay 3 partes claramente diferenciadas que han sido las que se ha querido hacer énfasis:

-Los cierres(bandas ajustables): Se trata de unas tiras de compuestas de tres capas de tejidos, dos de poliéster+PU con una capa intermedia de neopreno, todo con elastano para ajustar las partes entre sí al torso del usuario. Estos cierres elásticos se pasan por unas piezas de plástico que van a ir cosidas al cuerpo de la órtesis y se van a cerrar sobre sí mismas ya que llevan cosido a la punta una parte de velcro para dar mayor versatilidad al ajuste de cada una de las bandas.

-Sujección Brazo: la parte que va a dar estabilidad y fijación lateral a la órtesis está centrada en el cierre ajustable lateral del bíceps. La órtesis es abierta en esa zona por la parte interior donde va la banda de cierre. Gracias a la alta elasticidad de este cierre se puede ajustar a cualquier tipo de bíceps, ya sea demasiado grande o muy reducido.

-Banda Lateral Cruzada: se trata del ajuste perfecto una vez que el hombro está sujeto por el cierre del bíceps. Gracias a esta sujeción, el usuario va a poder ajustar lateralmente la órtesis de manera que ésta quede tan ceñida como se desee al torso.

El punto clave de diferenciación de diseño está en la parte superior que va a quedar en la articulación acromioclavicular. La pieza de soporte que está situada encima esta igualmente cosida entre el forro y el neopreno externo, con la diferencia de que esta pieza tiene una parte más acolchada debajo para amortiguar mejor la zona. En muchas ocasiones el usuario puede tener una lesión de grado III en la que el hueso de la clavícula va a sobresalir prominentemente por encima de la articulación y lo que se busca es que la órtesis se acomode lo mejor posible a la zona.

En el siguiente apartado se va a ahondar más en profundidad en esta serie de piezas que tiene la órtesis, su forma, acabado, resistencia, material, etc.

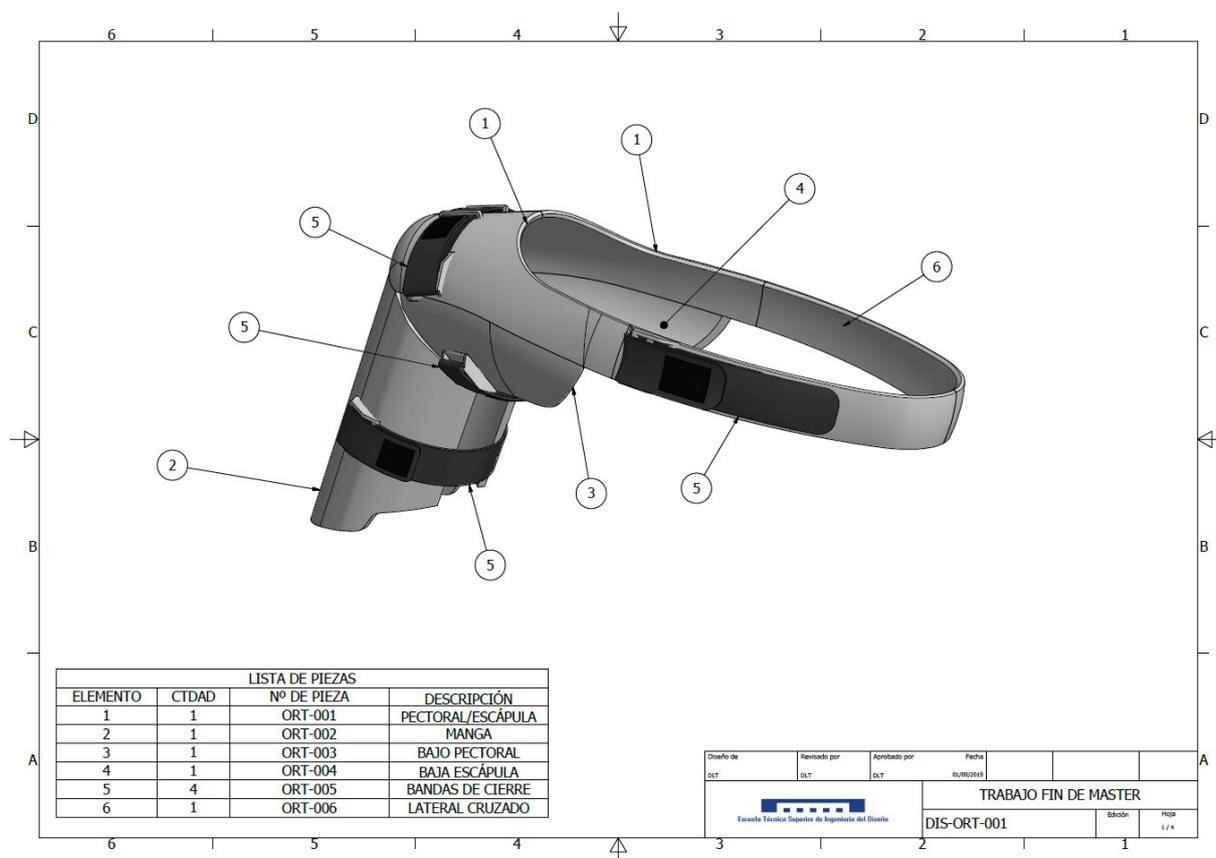


Figura 61: Plano Descriptivo del Número de Piezas y Posición de Cada una en el Modelado Cad

4.2. Simulación Virtual de la Órtesis.

En el presente apartado se va a hacer un análisis de tensión de las partes de la órtesis que más van a sufrir durante su uso. La pieza clave, la que va colocada sobre la articulación acromioclavicular, es la primera pieza en analizarse debido a que su tamaño, flexibilidad y resistencia van a ser clave para el diseño final del producto. En este caso, se ha generado un estudio estático de una carga puntual de 1000N, que va colocada en la componente -Z, ya que es la articulación la que va a ejercer la fuerza sobre la pieza. Se ha restringido la pieza para que no ejerza movimiento en las dos zonas por donde va a pasar la tira del cierre extensible.



Figura 62: Análisis de Tensión, Restricciones

Las deformaciones que se generan por la acción de esta fuerza son de aproximadamente 20mm, una deformación bastante elevada, pero teniendo en cuenta que el material con el que está fabricada la pieza tiene un coeficiente de elongación del 280%, se admiten los resultados obtenidos. De hecho, es fundamental que la pieza se desplace en la acción de la fuerza generada por la articulación, ya que se busca que la pieza actúe como estabilizador de la misma.

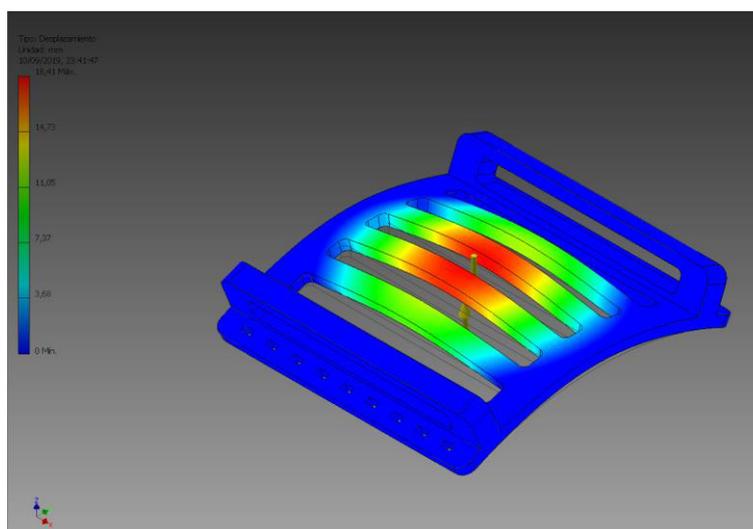


Figura 63: Análisis de Tensión, Deformaciones

Las tensiones a las que se va a someter la pieza se pueden ver perfectamente que no provocan apenas unos valores que vayan a generar dudas en el diseño. Se mantienen estables y siempre por debajo de los límites de elongación y fluencia.

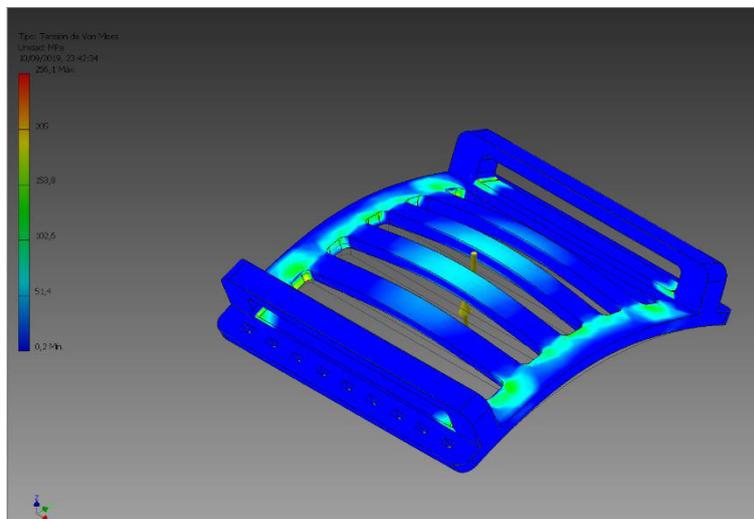


Figura 64: Análisis de Tensión, Von Mises

Por último, se ha generado un estudio del factor de seguridad que tiene la pieza. No es concluyente al 100% debido a que de tratarse de una pieza en un material que no tuviese un coeficiente de elongación elevado, sería poco recomendable fabricar la pieza con los espesores que se ha diseñado.

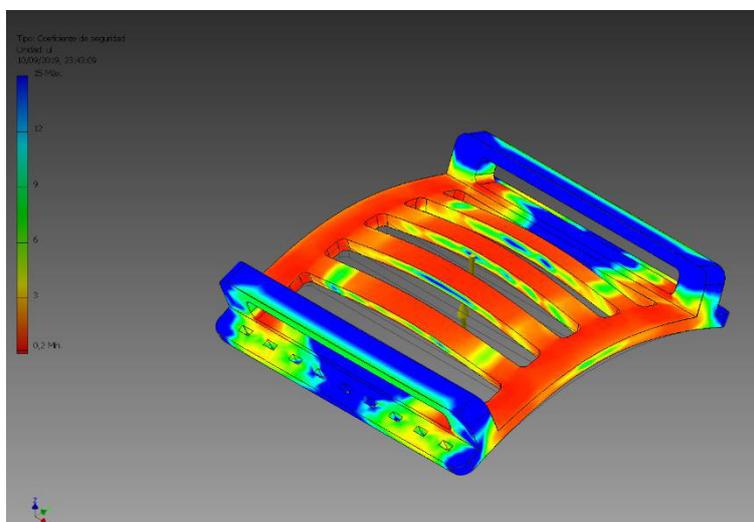


Figura 65: Análisis de Tensión, Factor de seguridad

La poliamida PA11 es el material perfecto para este tipo de aplicaciones en las que se requiere de una gran flexibilidad combinada con la alta resistencia.

5. Diseño Final

La última parte del proyecto está enfocada directamente al aspecto, a la apariencia del producto, todo lo que el potencial comprador va a ver en la órtesis que consiga decantarse por una opción o por otra. El usuario de hoy en día es cada vez más exigente a la hora de comprar cualquier tipo de producto, y las empresas deben de ir modificando y perfeccionando las estrategias comerciales con el fin de anteponerse a lo que el usuario desea y así conseguir ventas antes que la competencia.

5.1. Color & Trim

Dentro de este apartado se van a plasmar todas y cada una de las propuestas de textura y color que el usuario puede elegir para la apariencia final de la órtesis. Cuanto más personalizable sea el producto y cuantas más opciones de elección tenga el usuario para modificar el producto final, más inmersiva será la experiencia que éste tenga con el producto. Un producto personalizable siempre va a ser más costoso que uno standard, ya que lo hace diferente y exclusivo. Si el producto tiene una personalización especial que un usuario en específico le da a su producto, el producto pasa a ser una edición exclusiva limitada, la cual da un valor extra añadido al producto.



Figura 66: Muestras de Telas y Paletas de Color

Lo que se trata de hacer con esta personalización es ofrecer al usuario la posibilidad de crear su propio producto dentro de las opciones que se facilitan. De esta manera, la selección de texturas y de colores pasa por un gran abanico de tonalidades y de acabados.

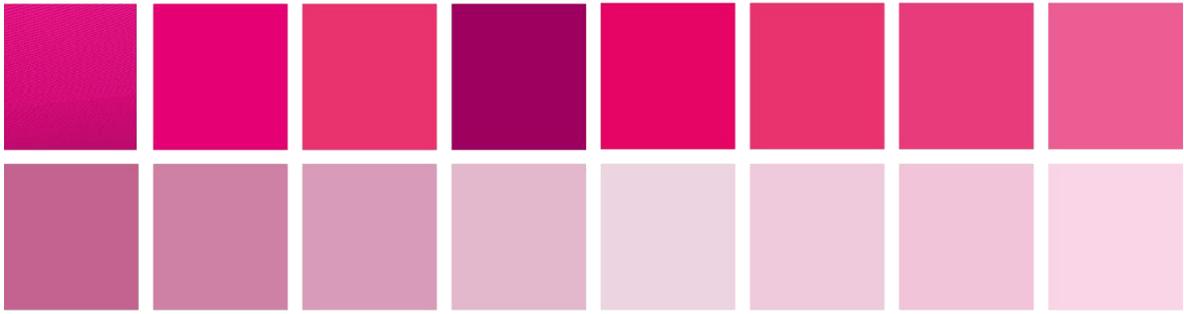


Figura 67: Paleta de Muestras de Colores.Panel 1

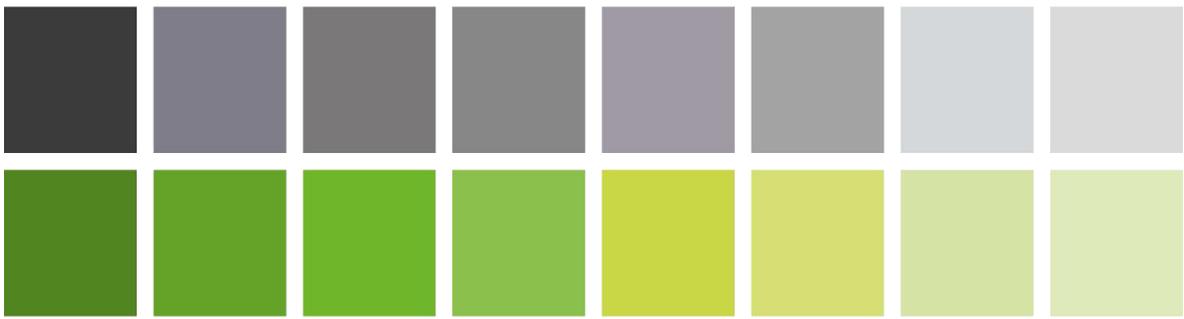


Figura 68: Paleta de Muestras de Colores.Panel 2

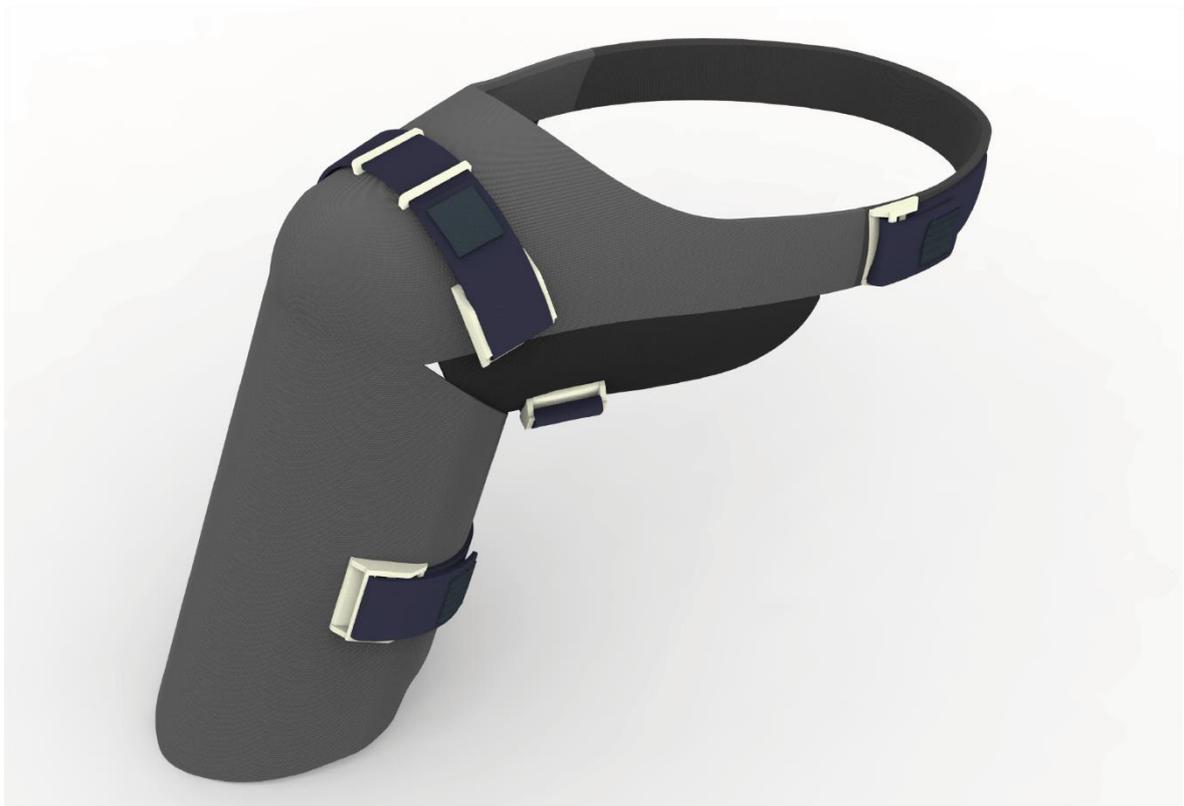
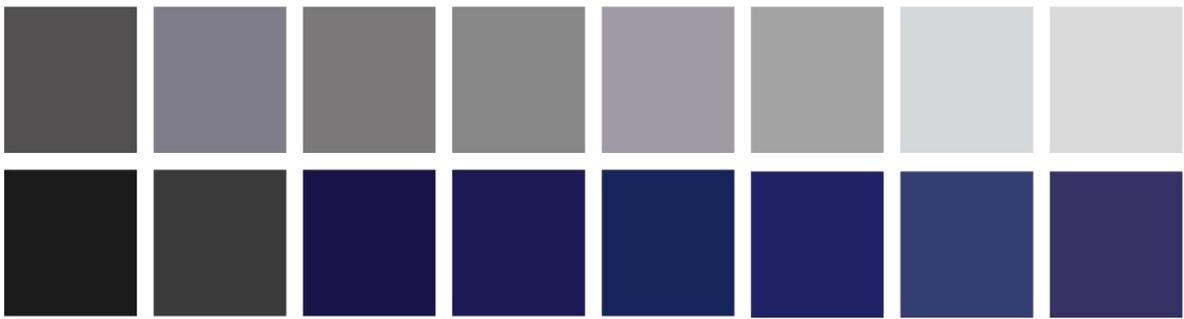


Figura 69: Paleta de Muestras de Colores.Panel 3

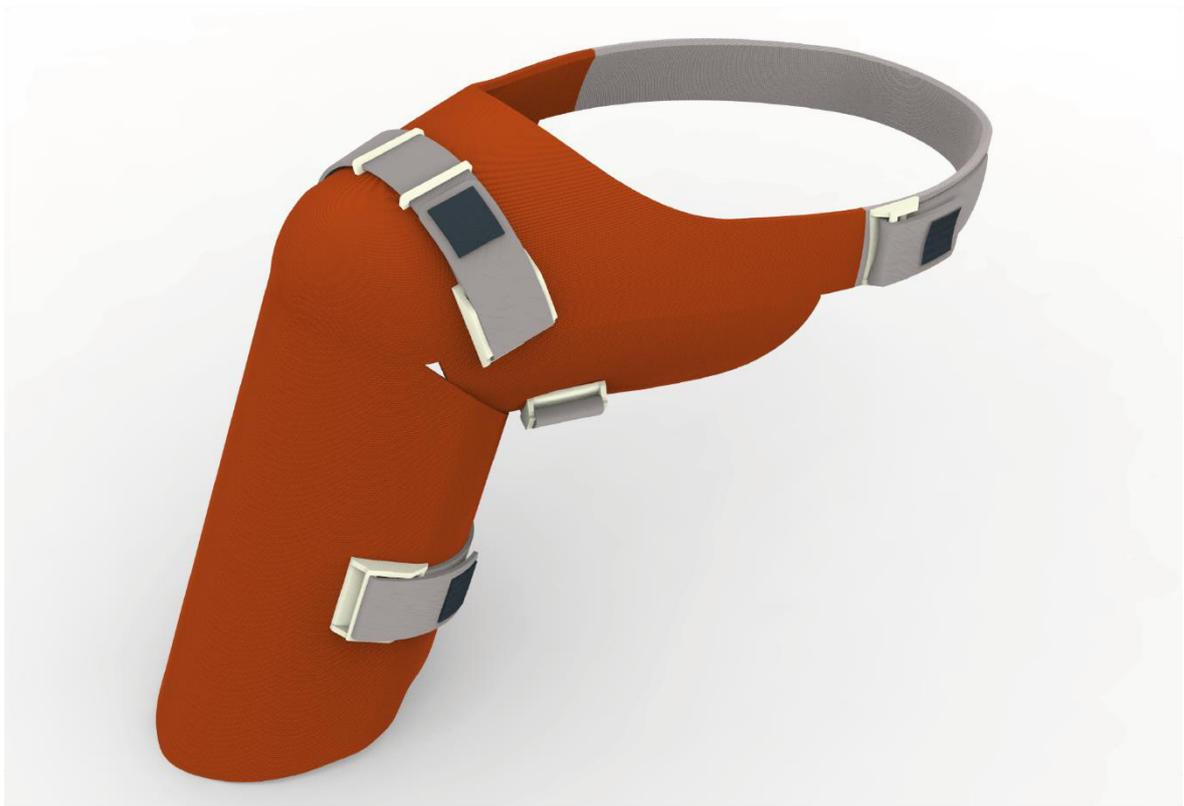
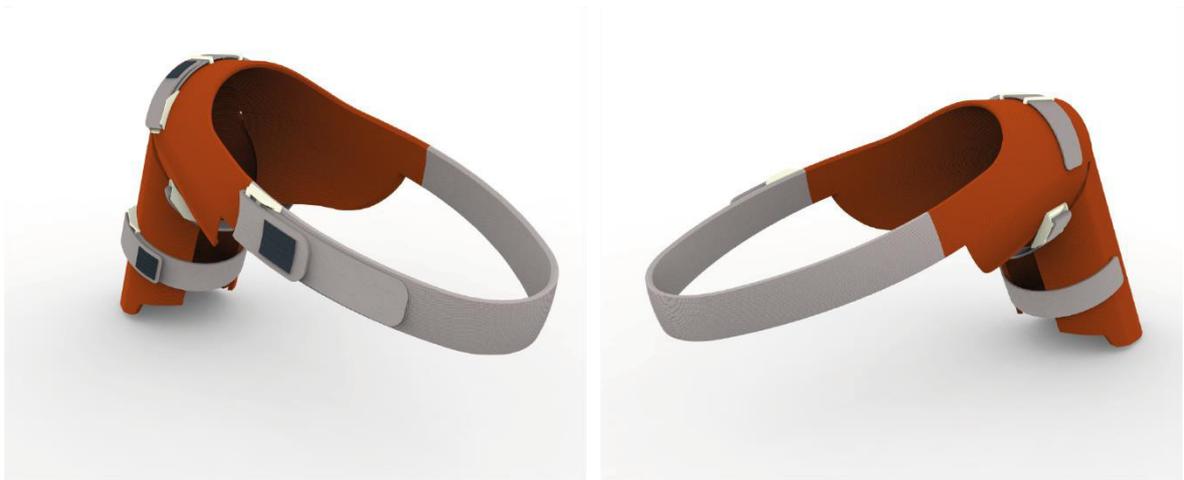
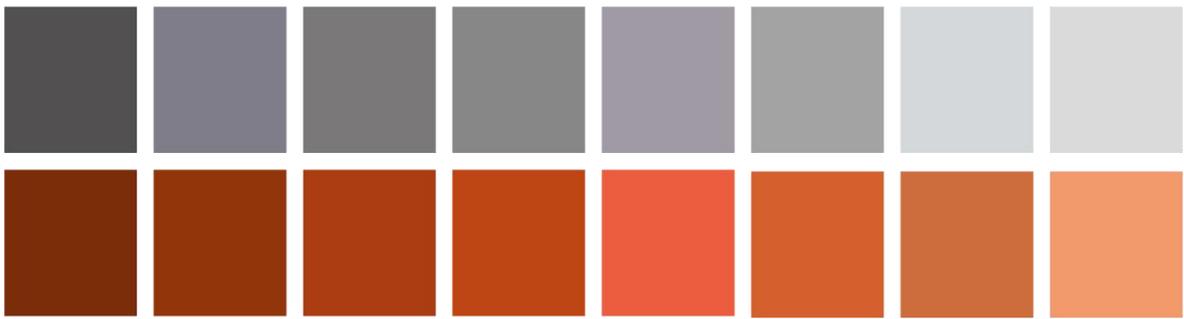


Figura 70: Paleta de Muestras de Colores.Panel 4

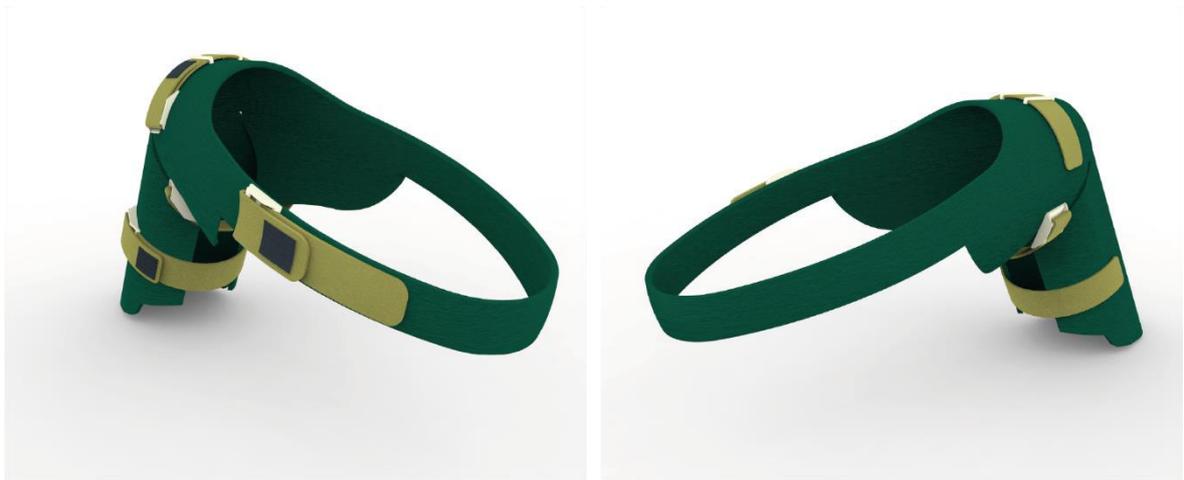
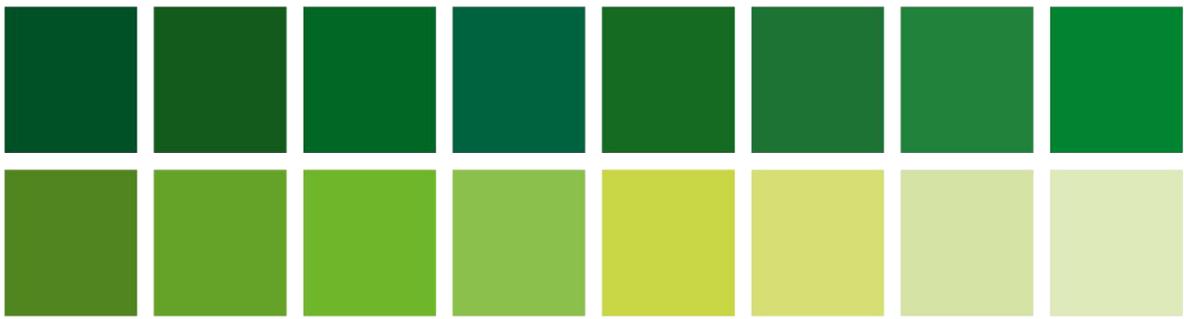


Figura 71: Paleta de Muestras de Colores.Panel 5

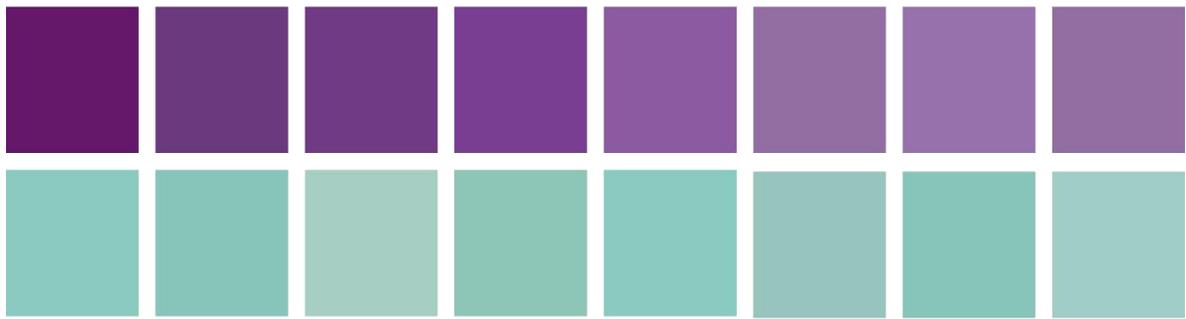


Figura 72: Paleta de Muestras de Colores.Panel 6



Figura 73: Paleta de Muestras de Colores.Panel 7

5.2. Modelo Final

El diseño final de la órtesis ofrece al usuario la posibilidad de escoger dentro de una gran variedad de colores y de mezclar diferentes colores en la misma órtesis. A continuación, se pueden ver los detalles de costuras y la colocación de la órtesis final.

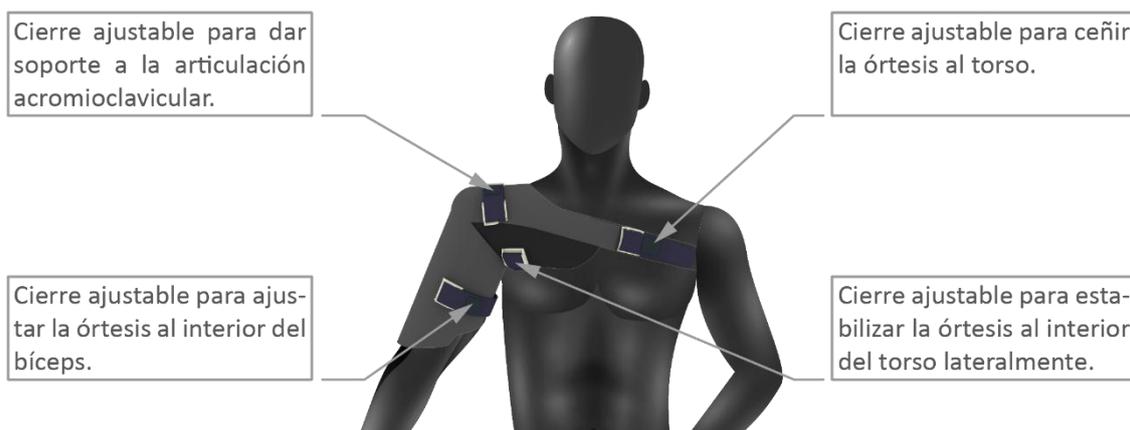


Figura 74: Descripción de las Diferentes Partes de la Órtesis

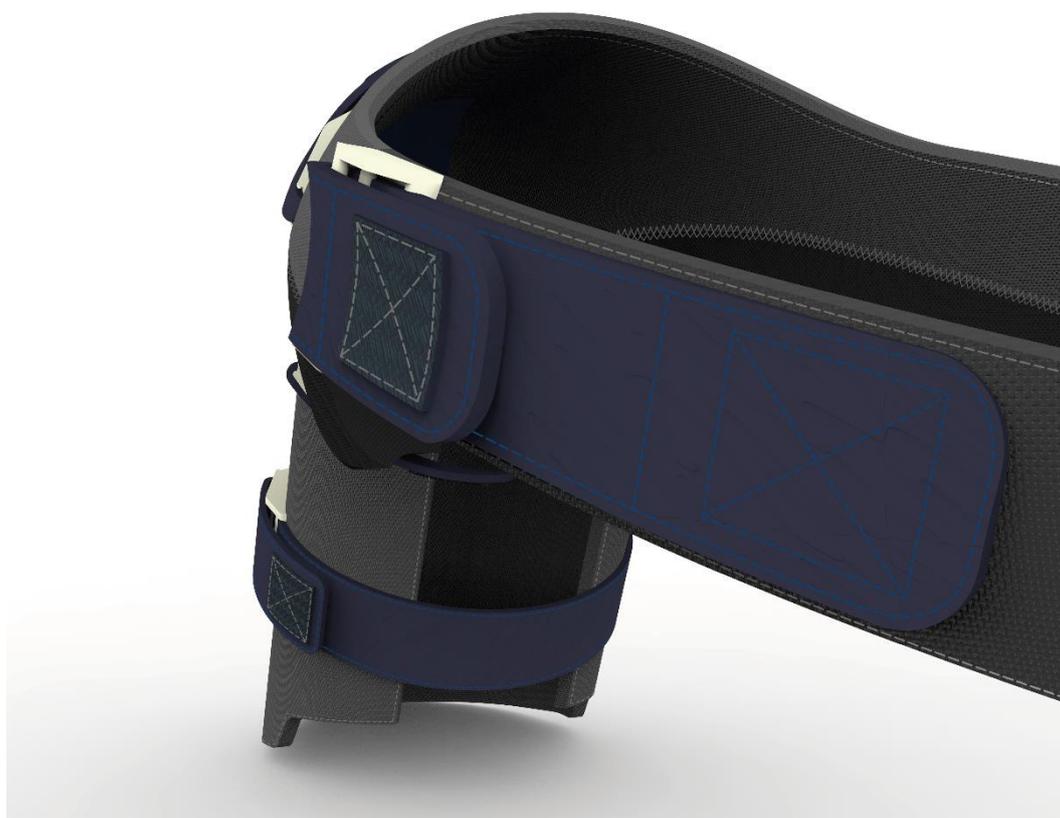


Figura 75: Detalles de Costura de las Partes que Componen la Órtesis

Gracias al diseño ajustable que tiene la órtesis es muy fácil de colocar en la posición adecuada y fijarla correctamente al cuerpo. Los cierres ajustables permiten ceñirla al torso y reajustar el apriete para no incurrir en molestias por estar demasiado ajustada al cuerpo.



Figura 76: Detalles de Costura de las Partes que Componen la Órtesis

Además, se ha hecho un diseño versátil que se ajusta perfectamente tanto al torso femenino como al masculino, independientemente del volumen pectoral del usuario.



Figura 77: Adaptación de la Órtesis al Torso Femenino y Masculino

6. Presupuesto

A la hora de considerar la viabilidad de un proyecto, es necesario saber en qué costes se va a incurrir a la hora de fabricar un producto. Para ello se van a calcular tanto los costes directos como los indirectos asociados a todos los procesos de producción para una fabricación de 400 uds de Órtesis. De esta manera, será más fácil imputar los valores a cada uno de los procesos.

Se van a dividir los costes directos en función de las operaciones que se van a llevar a cabo en cada una de las piezas:

Corte:

En función de la talla, la cantidad de tela empleada será diferente, pero es la misma cantidad de piezas tanto para las tallas más pequeñas como para las más grandes.

Se van a cortar 3 capas de tela para conformar el tejido final, por lo que hay que recurrir a los patrones de cada talla para sacar el coste de material derivado de cada una:

TABLA DE COSTES DIRECTOS EN BASE AL MATERIAL Y CANTIDAD DE CADA ITEM						
ITEM	CANTIDAD	TAMAÑO(m2)	PATRON	COSTE m2	COSTE UD.	TOTAL (€)
ORT-001	2	0,1	1	7	0,7	1,40 €
ORT-002	1	0,125	2	7	0,875	0,88 €
ORT-003	1	0,05	3	7	0,35	0,35 €
ORT-004	1	0,05	4	7	0,35	0,35 €
ORT-005	4	0,0125	5	7	0,0875	0,35 €
ORT-006	1	0,025	6	7	0,175	0,18 €
ORT-001	2	0,1	1	20	2	4,00 €
ORT-002	1	0,125	2	20	2,5	2,50 €
ORT-003	1	0,05	3	20	1	1,00 €
ORT-004	1	0,05	4	20	1	1,00 €
ORT-005	4	0,0125	5	20	0,25	1,00 €
ORT-006	1	0,025	6	20	0,5	0,50 €
ORT-001	2	0,1	1	7	0,7	1,40 €
ORT-002	1	0,125	2	7	0,875	0,88 €
ORT-003	1	0,05	3	7	0,35	0,35 €
ORT-004	1	0,05	4	7	0,35	0,35 €
ORT-005	4	0,0125	5	7	0,0875	0,35 €
ORT-006	1	0,025	6	7	0,175	0,18 €
TOTAL						17,00 €

Tabla 3: Coste Unitario por Pieza de Patronaje

El tiempo de corte de todas las piezas (27) es de 1 min cada set de 9 piezas, que serán las que se corten de cada capa de tela. El tiempo de cambio de bobina de tela oscila entre los 5 y los 10 minutos. Un operario supervisará todo el proceso de corte y el cambio de bobina de tela.

El coste de cada hora de trabajo de un operario (Tejedor en este caso) está valorado en 33,5€/día de trabajo según el último convenio de la Industria Textil. Por tanto, para poder obtener los 3 cortes de material el operario tendrá una ocupación entre 12 y 22 minutos para las 27 piezas, que agrupará y pasará al siguiente operario. El coste por hora es de 4,2€/h, por lo tanto, el coste de mano de obra será de 0,85 hasta 1,4€/ud. La media es de 1,12€/ud.

Tejido:

Dado que la órtesis está compuesta por una capa triple de tela, será necesario hacer las costuras que mantengan las tres capas unidas y las diferentes piezas entre sí. Para ello se sigue el procedimiento de ensamblado de cada pieza o conjunto de piezas. El tiempo máximo de costura de toda la órtesis es de aproximadamente 10 minutos, teniendo en cuenta que en todo este proceso se han ensamblado todas las piezas comerciales añadidas a la órtesis, se ha hecho la inspección visual de cada órtesis, se ha limpiado y planchado (si fuese necesario), y se ha embolsado y etiquetado individualmente cada prenda. De esta manera se optimiza al máximo el proceso productivo, desarrollándolo todo un solo operario que está altamente cualificado para realizar todas las operaciones. Se obtiene un coste derivado de mano de obra de 0,7€/ud.

El coste directo de todas las piezas comerciales, así como el embalaje y etiquetado es de 1,8€, aproximadamente. En este coste se incluyen las piezas plásticas, los velcros de cierre de las cintas de soporte, el hilo con el que están todas las piezas cosidas entre sí, la bolsa ciplock de embalaje y la etiqueta que lleva cada prenda.

Impresión 3D:

Esta pieza se va a externalizar su fabricación, por lo tanto, el coste de esta unitario engloba todos los costes derivados de materia prima, fabricación, embalaje y transporte. El coste unitario de cada pieza es de 4,5€/ud, dependiendo del número de piezas que se encarguen, ya que cuanto mayor es el número, más bajo será el coste que va a repercutir en la órtesis.

Diseño:

Un valor que va a repercutir directamente en el coste de la órtesis es el que está directamente relacionado con las horas imputadas al diseño y desarrollo del prototipo, desde la idea inicial hasta las pruebas en la fábrica del prototipo. Se estiman unas 120h de trabajo desde el análisis de mercado hasta la obtención de los planos de corte, bien sea de 1 o de varias personas. El coste/h de trabajo de diseño está valorado en 30€/h, obteniendo un valor total de 3600€.

COSTES DIRECTOS (400u)	
MATERIA PRIMA TEXTIL	6800 €
MANO DE OBRA	728 €
MATERIAL COMERCIAL+EMBALAJE+ETIQUETADO	720 €
IMPRESION 3D	1800 €
MANO DE OBRA (DISEÑO)	3600 €
TOTAL	13648 €

Tabla 4: Resumen Costes Directos Asociados a la Órtesis

Los costes indirectos en los que se va a incurrir para la fabricación de la órtesis son todos los relacionados con amortización de maquinaria, mantenimiento industrial, utillería, supervisión de personal, facturas de luz, gas y agua, trámites administrativos, telefonía, etc. Para este proyecto en particular, se han calculado los costes totales en función al gasto total anual que tiene la empresa que manufactura una gran variedad de productos y entre ellos, la órtesis. De esta manera, el total de coste indirecto asciende a 700€ para las 400 uds.

COSTES INDIRECTOS (400u)	
AMORTIZACIONES, MANTENIMIENTO, UTILLERÍA, SUPERVISIÓN PERSONAL, ELECTRICIDAD, AGUA, GAS	700 €
TOTAL	700 €

Tabla 5: Resumen Costes Indirectos Asociados a la Órtesis

El coste total de producción de las 400 uds de órtesis sería el siguiente:

COSTES DIRECTOS + COSTES INDIRECTOS (400 Uds)	
COSTES DIRECTOS	13648 €
COSTES INDIRECTOS	700 €
TOTAL	14348 €

Tabla 6: Coste Total Producción

El total de coste de una unidad completa finalizada y lista para ser enviada al cliente o usuario final, contando los costes directos e indirectos, asciende a:

COSTE UNITARIO	
COSTE TOTAL	13648 €
UNIDADES PRODUCIDAS	400 Uds
TOTAL	35,87 €/Ud

Tabla 7: Coste Unitario Final de la Órtesis

Se quiere establecer un margen mínimo de beneficio del 25 ya que, en el caso de hacer descuentos, el producto siga siendo rentable aun aplicando un porcentaje de descuento alto. De esta manera el resultado final de precio de venta al público sería:

P.V.P.	
COSTES TOTALES	35,87 €
MARGEN DE BENEFICIO	25%
TOTAL	47,82 €

Tabla 8: Precio de Venta y Margen de Beneficio

Si tenemos en cuenta la tabla 12, donde se ha hecho una comparativa de costes de las marcas analizadas en el apartado [2.3](#) del presente trabajo, se puede ver que el precio se ajusta muy bien a la comparativa de precios de las empresas analizadas. La media de precio de venta de los productos

analizados se sitúa en torno a 54€. Dado que se trata de una órtesis que se ha diseñado para dar un valor añadido que está por encima de la media de las soluciones que ofrecen el resto de los productos de la misma clase en el mercado, se espera que el producto supere la media de precio de venta de los productos analizados. En este caso, el precio de venta obtenido es muy asequible para potenciales compradores ya que se encuentra por debajo del precio medio de mercado.

7. Conclusiones

Se ha logrado el objetivo marcado de diseño de una órtesis ergonómica orientada a un tipo de usuario específico. Gracias a la determinación de las características fundamentales, al análisis de los productos del mercado actual y a la definición del tipo de usuario potencial al que va dirigido el producto, se han obtenido los valores principales para poder fundamentar el diseño de la órtesis. A través del análisis anatómico del tren superior del cuerpo humano se ha podido definir con precisión el enfoque de tratamiento para la lesión y el tipo de tratamiento que ofrece la órtesis. El recorrido a través del proceso productivo enlazado con las diferentes partes que componen la órtesis ha supuesto un reto a la hora de definir las tecnologías de fabricación y ensamblaje de estos, así como la definición de todos los materiales con los que se va a fabricar. Con ayuda de las herramientas de cad 3D has sido posible determinar de manera más efectiva el rendimiento y la funcionalidad de la órtesis, así como los costes directos de la misma.

Como líneas futuras a desarrollar en línea con el presente proyecto se propone realizar un prototipo y así poder testarlo en un piloto con seguimiento médico para así obtener unos valores que ayuden al perfeccionamiento de la órtesis y para poder implementar futuras mejoras al producto.

8. Referencias

Referencias electrónicas:

ALDRICH, W. (1976). *Metric Pattern Cutting for Womenswear*. Oxford: Blackwell Publishing.

<https://epdf.pub/metric-pattern-cutting.html>

[Consulta : Agosto 2019]

ALDRICH, W. (1980). *Metric Pattern Cutting for Menswear*. Oxford: Blackwell Publishing.

https://books.google.es/books?id=fmDQPycSyGoC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

[Consulta : Agosto 2019]

BENJUMEA, A. C. (2001). *Datos antropométricos de la población laboral española. Prevención, trabajo y salud*: Revista del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 14, 22-30.

http://comisionnacional.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Rev_INSHT/2001/14/artFondoTextCompl.pdf

[Consulta : Agosto 2019]

D. HSU, J., MICHAEL, J., FISK, J. (2008). *Atlas of Orthoses and Assistive Devices*. Philadelphia: Mosby Elsevier.

https://books.google.es/books?id=mFmoyOesalMC&hl=es&source=gbs_similarbooks

[Consulta: Febrero 2019]

PÉREZ ARES, J., SAINZ DE MURIETA RODEYRO, J., VARAS DE LA FUENTE, A. B. (2004). *Fisioterapia del complejo articular del hombro*. Madrid: Escuela Universitaria de Fisioterapia de la ONCE. Universidad Autónoma de Madrid. Masson.

<https://books.google.es/books?id=t-xrJDxIZ8C&printsec=frontcover&dq=hombro&hl=es&sa=X&ei=ikaMUODVD4-KhQeSwoGwAQ&ved=0CE8Q6AEwBg#v=onepage&q=hombro&f=false>

[Consulta : Mayo 2019]

RAMOS LEGUEL, L.G. 2017. *Diseño Conceptual De Una Prótesis Deportiva De Miembro Inferior*. Trabajo Fin de Carrera. México: Universidad Nacional Autónoma De México.

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/12631/Tesis%20Final.pdf?sequence=1>

[Consulta : Febrero 2019]

WEISE, K. et al. (2004). "Effectiveness of Glenohumeral-Joint Stability Braces in Limiting Active and Passive Shoulder Range of Motion in Collegiate Football Players" en *Journal of Athletic Training*, vol. 39, issue2, p. 151-155.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC419509/>

[Consulta : Marzo 2019]

Tesis/Proyectos:

RUIZ GONZÁLEZ, V. 2015. *Diseño del Modelo de Costes de una Empresa del Sector Textil*. Trabajo de Fin de Grado. Alicante. Universidad de Alicante.

https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/49466/1/TFG_Veronica-Ruiz.pdf

[Consulta : Agosto 2019]

TFG/TFM Riunet:

AGUADO PÉREZ, J. 2018. *3D Printed Orthosis Design*. Trabajo Final de Grado. Alcoy: Escuela Politécnica Superior de Alcoy.

<https://riunet.upv.es/handle/10251/104704>

[Consulta : Julio 2019]

Páginas Web:

Página Oficial Amazon:

https://www.amazon.co.uk/Ultimate-Performance-Advanced-Adjustable-Shoulder/dp/B00P6JNEKS?ref=ast_sto_dp

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Arkema:

<https://www.extremematerials-arkema.com/en/product-families/rilsan-polyamide-11-family/>

[Consulta : Julio 2019]

Página Oficial Arturo Mahiques: <http://cto-am.com/hombro.htm7>

[Consulta : Febrero 2019]

Página Oficial de Comisiones Obreras (CCOO). Convenio Industria Textil.

<https://industria.ccoo.es/dcf6d779e46c81f01a7373b8d3d014f2000060.pdf>

[Consulta : Agosto 2019]

Página Oficial Designerdata: <https://www.designerdata.nl/plastics/thermo+plastics/PA11>

[Consulta : Agosto 2019]

Página Oficial EVS-Sports:

<https://www.evs-sports.com/products/sb04-shoulder-support?variant=4425279176745>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Ficep3D: <http://ficeps3.com/plasticos-avanzados/>

[Consulta : Julio 2019]

Página Oficial Fitflex: <https://www.fitflex.com/measure-muscle-size.html>

[Consulta : Julio 2019]

Página Oficial Infomed: <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=18657>

[Consulta : Julio 2019]

Página Oficial medi española: <https://www.mediespana.com/productos/omomed/>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Myprotein: <https://www.myprotein.es/sports-trousers/mallas-sin-costuras-contrast-blanco/12016444.html>

[Consulta : Agosto 2019]

Página Oficial Oneal: <https://www.oneal.eu/shop/?content=detail&id=49408>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Prim Farma: <https://www.primfarma.es/producto/hombrera-top-line/>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Prim Ortopedia: <http://www.primortopedia.es/portfolio-item/ortesis-de-hombro-ref-hemisafe/>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Rehband: <https://www.rehband.co.uk/ud-x-stable-shoulder-brace>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Shapeways: <https://www.shapeways.com/materials/pa11>

[Consulta : Agosto 2019]

Página Oficial Shock Doctor: <https://www.shockdoctor.com/products/ultra-shoulder-support-with-stability-control>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Swatch On: <https://swatchon.com/>

[Consulta : Agosto 2019]

Página Oficial Thermoskin: <https://www.thermoskin.com/products/view/adjustable-shoulder-stabiliser-with-harness/>

[Consulta : Marzo 2019]

Página Oficial Under Armour: <https://www.underarmour.com/en-us/protective-gear/g/37y>

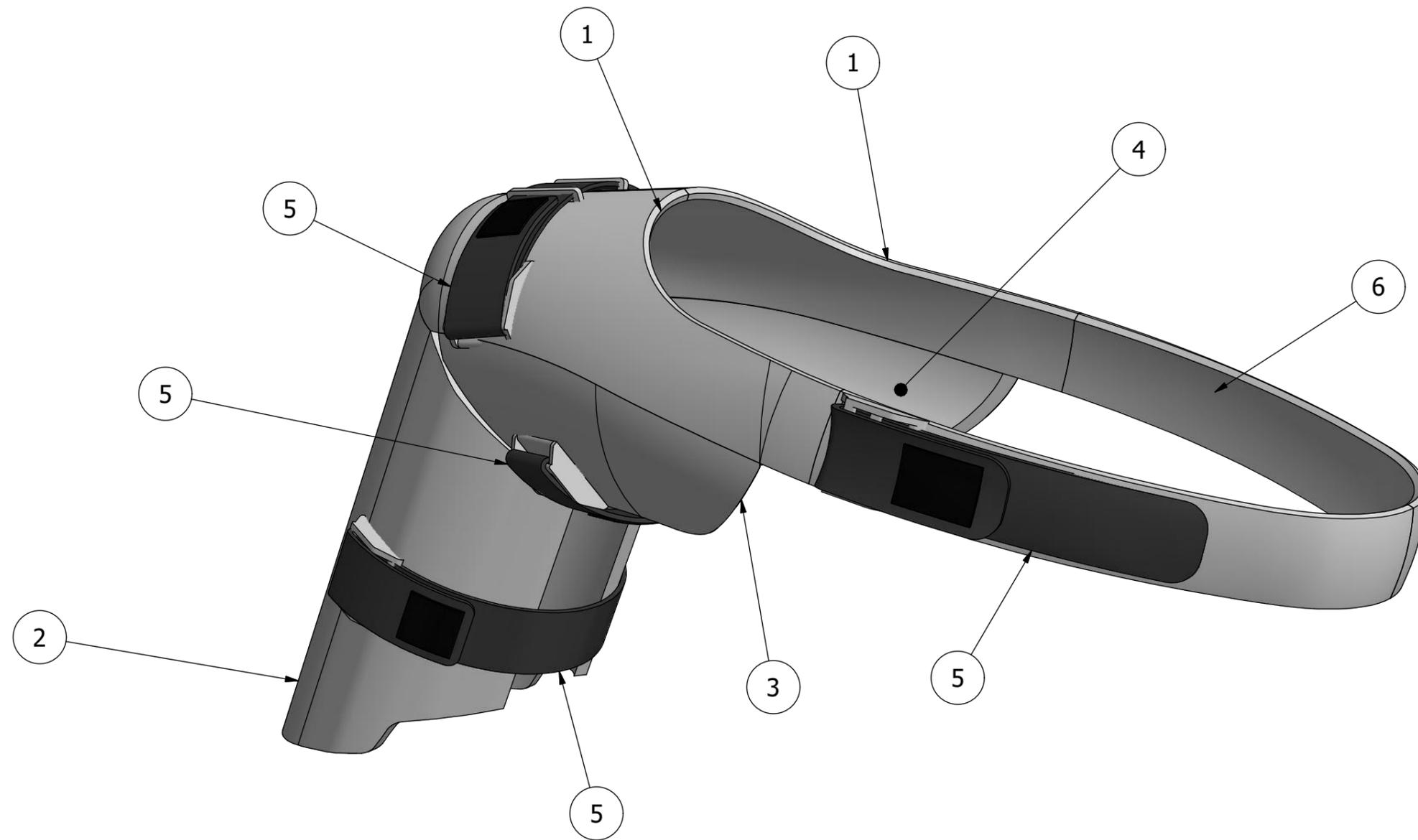
[Consulta : Agosto 2019]

Página Oficial Zamst: <https://www.zamst.us/product/shoulder-wrap.34.html>

[Consulta : Marzo 2019]

9. Anexos

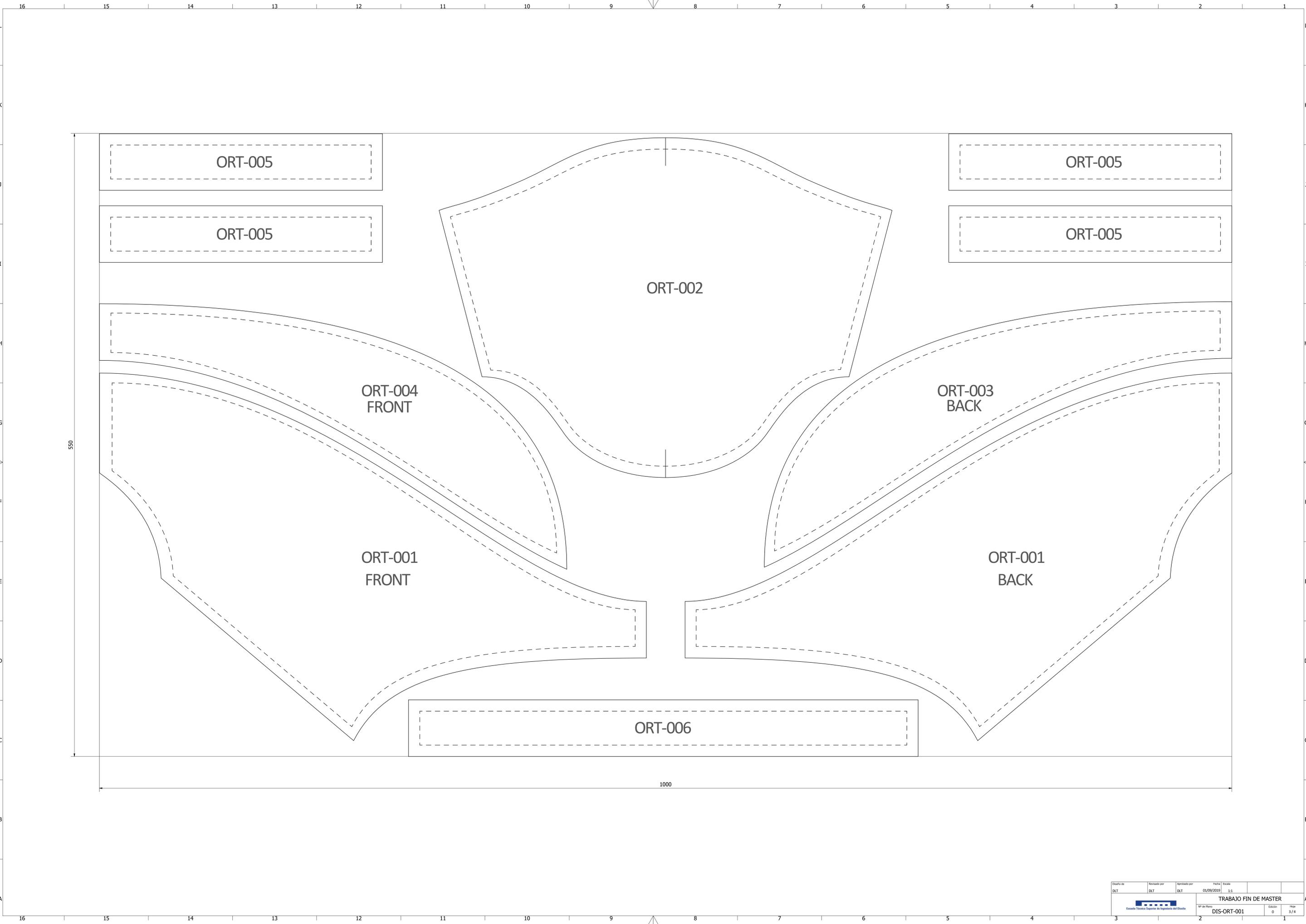
9.1. Planos Técnicos: Patronaje y Despiece



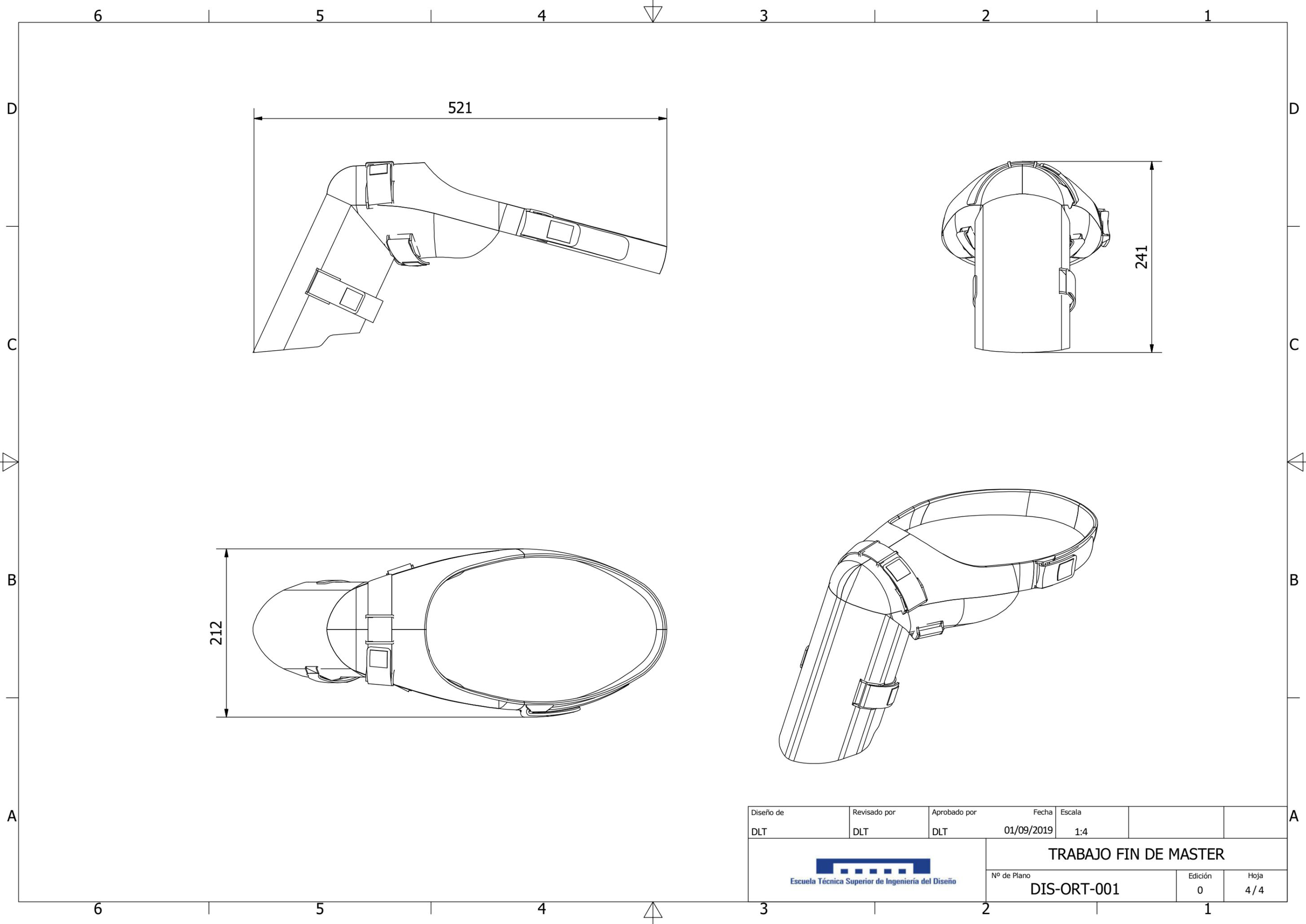
LISTA DE PIEZAS

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	ORT-001	PECTORAL/ESCÁPULA
2	1	ORT-002	MANGA
3	1	ORT-003	BAJO PECTORAL
4	1	ORT-004	BAJA ESCÁPULA
5	4	ORT-005	BANDAS DE CIERRE LATERAL CRUZADO
6	1	ORT-006	LATERAL CRUZADO

Diseño de DLT	Revisado por DLT	Aprobado por DLT	Fecha 01/09/2019	Escala N.T.S		
			TRABAJO FIN DE MASTER			
			Nº de Plano DIS-ORT-001	Edición 0	Hoja 1/4	



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Escala		
DLT	DLT	DLT	01/05/2019	1:1		
				TRABAJO FIN DE MASTER		
Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño			Nº de Plano	Ección	Página	
			DIS-ORT-001	0	3 / 4	



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Fecha	Escala		
DLT	DLT	DLT	01/09/2019	1:4		
			TRABAJO FIN DE MASTER			
			Nº de Plano	Edición	Hoja	
			DIS-ORT-001	0	4 / 4	