

Ortesis Para Tratamiento de Gonartrosis

José Gabriel Arango Aguilar
2013





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

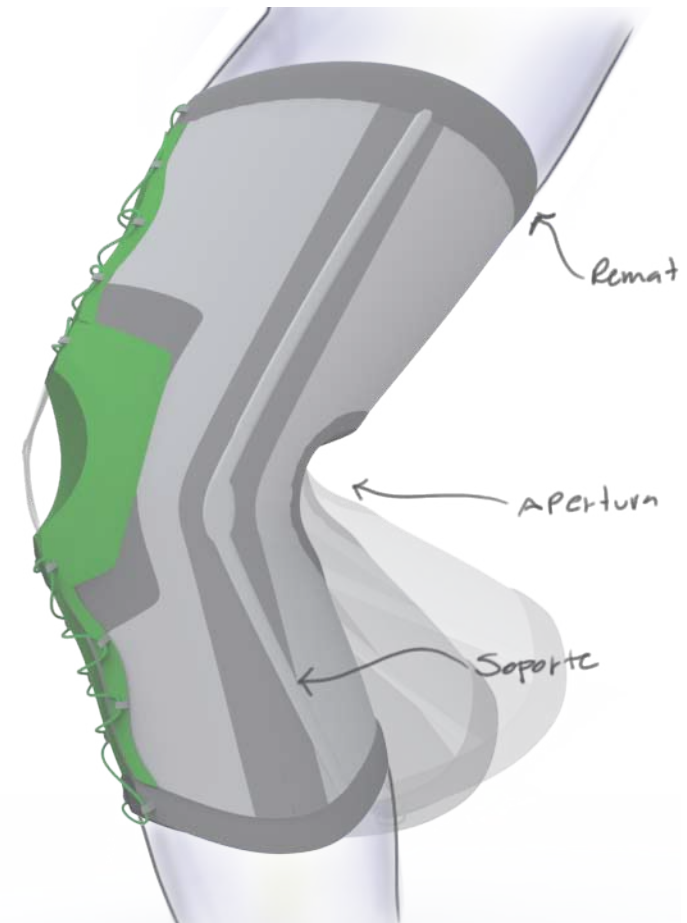


Ortesis para tratamiento de Gonartrosis

Tesis Profesional que para obtener el Título de Diseñador Industrial presenta:
José Gabriel Arango Aguilar

Con la Dirección de:
M.D.I. Mauricio Moysén Chávez
Y la Asesoría de:
M.D.I. Luis Equihua Zamora
D.I. Sergio Torres Muñoz
M.D.I. Enrique Ricalde Gamboa
D.M. Daniel Gutiérrez Mejorada

“Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa y autorizo a la UNAM para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes”.





Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE **ARANGO AGUILAR JOSE GABRIEL** No. DE CUENTA **9628578-1**

NOMBRE DE LA TESIS **Rodillera para tratamiento de gonartrosis.**

OPCIÓN DE TITULACIÓN

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de , cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día de de a las hrs.

Para obtener el título de **DISEÑADOR INDUSTRIAL**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 26 de febrero de 2013

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE M.D.I. MAURICIO MOYSSEN CHAVEZ	
VOCAL M.D.I. LUIS EQUIHUA ZAMORA	
SECRETARIO D.I. SERGIO TORRES MUÑOZ	
PRIMER SUPLENTE M.D.I. ENRIQUE RICALDE GAMBOA	
SEGUNDO SUPLENTE D.M. DANIEL GUTIERREZ MEJORADA	

ARQ. MARCOS MAZARI HIRIART
Vo. Bo. del Director de la Facultad



FICHA TÉCNICA

Ficha de trabajo

El presente trabajo de investigación se propuso a partir de la inquietud sobre ¿cómo se podría mejorar la calidad de vida de los pacientes por medio de aparatos ortopédicos? ¿haciendo aparatos mas baratos a los que pueda acceder la mayoría de la población? La investigación está sustentada en el análisis de la vida diaria de los pacientes y el uso de ortesis de rodilla como parte del tratamiento de artrosis, por medio de la ayuda del estudio etnográfico. Lo que se trata de entender es ¿hasta que punto la rodillera ayuda al paciente y que mejoras se podrían hacer para facilitarle la vida cotidiana?

ASESORÍA

M.D.I. Mauricio Moysén Chávez: dirección del proyecto, procesos de investigación, análisis y desarrollo de propuestas.

M.D.I. Luis Equihua Zamora: análisis y desarrollo de innovación, estrategias de investigación experimentación, creación de propuestas.

D.I. Sergio Torres Muñoz: desarrollo de procesos y materiales y soporte estructural del diseño.

M.D.I. Enrique Ricalde Gamboa: análisis y métodos de investigación, prospectiva y desarrollo de métodos de innovación.

D.M. Daniel Gutiérrez Mejorada: procesos de producción, desarrollo de patrones, creación de modelos y simuladores, selección de materiales y creación de planos.

Michel Álvarez Camacho: Métodos de investigación, gestión de la información, valoración y desarrollo de propuestas, investigación de campo.

Investigación

PERFIL DE DISEÑO DE PRODUCTO

Mercado del producto

Toda aquella persona que sufra gonartrosis primara en una o ambas rodillas y no precise de un tratamiento quirúrgico, el precio es para un mercado que pueda pagar entre los 900 y 1200 pesos, se puede obtener en tiendas especializadas o de autoservicio.

Principio de función

Ayuda a la recuperación de pacientes con dolencias de gonartrosis, es un aparato que funciona como complemento de un programa de recuperación integral y es temporal. Brinda soporte durante la marcha, ayuda a la estabilidad permitiendo la flexión de la articulación, el desarrollo se basó en poder mejorar un sistema de cierre y ajuste para mantener una compresión similar a todo lo largo de la pierna evitando el acomodo erróneo de la articulación, el roce con las partes móviles sobre la piel, la perfecta colocación de la rodillera sobre la articulación y crear un sistema de colocación mas rápido y sencillo de usar.

Valores de oferta o aportación al diseño

El primer objetivo era lograr que la articulación recuperara la posición original durante la marcha y el descanso ya que la enfermedad deteriora el cartílago y debilita los ligamentos y músculos, además de permitir el libre desplazamiento de la articulación sin perjudicar a la piel. Se logró simplificar por medio de un sistema de cierre con pestañas dobles que ayuda a cerrar y ajustar de manera fácil y rápida la rodillera, además permite el cierre frontal lo que hace mas fácil que

una persona ayude al enfermo a colocarse el equipo, además de que reduce el desplazamiento desde la posición inicial de colocación de la rodillera durante la marcha.

Materiales y procesos de manufactura

Se propone un tejido de punto estructurado que asemeje la forma de la pierna humana con fibras hipoalergénicas que permita la transpiración de la piel manteniendo una temperatura cómoda, evitando rozaduras. Los materiales deben resistir movimientos repetitivos y roces constantes, la vida mínima útil del producto es de 6 meses. Es un material que se ajusta lo mejor al cuerpo.

Estética estética y semiótica

La estética responde a la petición de los pacientes por apariencia más deportiva y vistosa.

Factores Humanos

Las necesidades del paciente fue el primer aspecto a tratar a partir de un estudio etnográfico se desarrolló un cuestionario con preguntas abiertas que ayudó a recopilar información cualitativa de los requerimientos del producto basado en las experiencias de cada paciente.

Posibilidad de comercialización y patentes

El proyecto se encuentra en una etapa de gestación por lo cual se podrían desarrollar muchas mejoras que lo puedan llevar al nivel de producción y patentar el diseño resultante.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que ayudaron a hacer realidad este proyecto:

A mi director M.D.I. Mauricio Moyssén Chávez por todo el apoyo y motivación.

A mis asesores M.D.I. Luis Equihua Zamora, D.I. Sergio Torres Muñoz, M.D.I. Enrique Ricalde Gamboa, D.M. Daniel Gutiérrez Mejorada por toda la dedicación, paciencia y consejos recibidos a lo largo del proyecto.

A la doctora Michel Alvarez Camacho por ese interés y ayuda para enriquecer el proceso de investigación y desarrollo.

A mi familia:

Abuelos, padres, hermanos, primos, tíos y parientes que sin su apoyo y amor no hubiera sido posible esta tesis.

Andrea Navarrete Rigo por su amor, ayuda incondicional, cariño y motivación.

A todos mis amigos!!!

Un agradecimiento especial a la Universidad Nacional por ayudarme a logra esta meta y seguirme dando muchas oportunidades que han hecho de mi una mejor persona.

ÍNDICE

Ortesis para tratamiento de Gonartrosis

1. Introducción	
1.1 Por una mejor calidad de vida.....	p10
1.2 Planteamiento.....	p11
2. Marco teórico	
2.1 Antecedentes.....	p 14
2.1.1 Estadística	p 15
2.2 Osteoartrosis	p 16
2.2.1 Un problema de salud pública	p 16
2.2.2 Osteoartrosis	p 17
2.2.3 Etapas del proceso degenerativo	p 18
2.2.4 Gonartrosis	p 19
2.2.5 Deformaciones - posición axial errónea	p 20
3. Anatomía y Fisiología	
3.1 Articulaciones.....	p 22
3.1.1 Articulación de rodilla	p 22
3.1.2 Articulaciones	p 23
3.1.3 Anatomía de la rodilla	p 23
3.1.4 ¿Cómo se estructura y funciona la rodilla?	p 24
3.2 Historia natural de la enfermedad.....	p 25
3.2.1 Evolución y síntomas	p 25
3.2.2 El dolor	p 25
3.2.3 Chasquido o crepitación	p 25
3.2.4 Limitación progresiva de la movilidad de la articulación	p 26
3.2.5 Tratamiento	p 26
3.3 Ortopedia.....	p 27
3.3.1 Ortesis	p 27
3.3.2 Biomecánica de las rodilleras	p 30
3.3.3 Efecto de encamisado	p 31
3.3.4 Efecto estabilizador y control de movimientos	p 32
3.4 Biomecánica.....	p 33
3.4.1 Biomecánica de la rodilla	p 33
3.4.2 Marcha	p 34
3.4.3 Movimientos de la rodilla	p 35
3.5 Conclusiones investigación bibliográfica.....	p 36
4. Investigación	
4.1 Protocolo.....	p 40
4.2 Identificación de clientes.....	p 41
4.2.1 Tabla de clientes	p 41
4.2.2 Entrevistas	p 43
4.2.3 Fichas técnicas	p 44
4.3 Organización de resultados	p 46
4.3.1 Requerimientos del cliente	p 46
4.3.2 Lista de traducción de requerimientos a especificaciones	p 47
4.3.3 Especificaciones técnicas	p 49
4.3.4 Ponderación	p 52
4.4 Investigación de mercado	p 55
4.4.1 Comparativa de productos oferta	p 53
4.4.2 Gráfica	p 54
4.4.3 Estadística	p 55
4.4.4 Evaluación por comparación	p 56
5. Conceptos	
5.1. Generación de conceptos.....	p 60
5.2 Matriz de conceptos.....	p 61
5.3 Bocetos concepto A,B,C.....	p 62
5.4 Evaluación de conceptos.....	p 68
5.5 Definición del concepto.....	p 69
6 Desarrollo y análisis de simuladores	
6.1 Concepto B.....	p 72
6.1.1 Patrón Concepto B	p 72

ÍNDICE

Ortesis para Tratamiento de Gonartrosis

6.1.2 Proceso de colocación	p 74	8.5 Concepto textil.....	p114
6.1.3 Análisis de simulador	p 76		
6.2 Resultados concepto B.....	p 77	9. ¿El futuro de la rodillera?	
6.3 Concepto C.....	p 78	9.1 Tratamiento integral	p118
6.3.1 Desarrollo de dos prototipos	p 78	9.2 Ortesis prospectiva.....	p119
6.3.2 Prueba funcional I	p 79		
6.3.3 Prueba funcional II	p 80	10 Planos	p122
6.3.4 Patrón concepto C	p 81		
6.3.5 Proceso de colocación por cuenta de usuario	p 82	11 Conclusiones.....	p128
6.3.6 Proceso de colocación - con ayuda	p 83		
6.3.7 Análisis de simulador concepto C	p 84	12 Bibliografía.....	p130
6.4 Resultados concepto C.....	p 85		
6.5 Libertad de movimiento.....	p86		
6.6 Aplicación de conceptos.....	p90		
7. Materiales y procesos de producción			
7.1 Especificaciones	p 94		
7.2 Prendas a partir de paños con inicio	p 96		
7.2.1 Características.....	p 96		
7.2.2 Secuencia de producción de prendas con paño con inicio.....	p 96		
7.2.3 Producción.....	p 96		
7.2.4 Máquina de género de punto.....	p 96		
7.2.5 Los géneros de punto.....	p 98		
7.3 Soldado de plástico por ultrasonido.....	p 99		
7.4 Materiales.....	p 100		
8. Concepto			
8.1 Bocetos.....	p106		
8.2 Vistas generales	p 108		
8.3 Despiece, detalles y desarrollo.....	p110		
8.4 Percentiles y tallas	p112		

1 INTRODUCCIÓN

1.1 POR UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA

La salud es un tema que nos concierne a todos, gozar de una vida sana y plena es un ideal de la sociedad contemporánea. Actualmente enfrentamos un aumento rápidamente creciente en el número de casos de enfermedades crónico-degenerativas, las cuales condicionan la calidad de vida, deteriorándola e impidiendo la integración y funcionamiento adecuado del individuo en la sociedad.

Los profesionales de cualquier disciplina pero en este caso del diseño industrial, nos encontramos ante esta realidad, con la oportunidad y responsabilidad de trabajar en las posibles soluciones. La necesidad de la labor interdisciplinaria del diseño queda demostrada a través de esta investigación.

En este trabajo se abordará de manera específica la afectación de las articulaciones que producen una degeneración crónica y deterioro en su funcionalidad. La osteoartrosis es una enfermedad que consiste en la destrucción progresiva del cartílago articular produciendo su desgaste. Cuando la osteoartrosis afecta específicamente a la articulación de la rodilla se denomina gonartrosis que se define como un proceso crónico inflamatorio que destruye el cartílago articular y al progresar termina por destruir las superficies óseas articulares provocando dolor e incapacidad funcional. Esta enfermedad dificulta las actividades cotidianas como son el autocuidado y el desplazamiento, e impacta de manera importante en la economía familiar por los altos costos para su manejo. El factor determinante es la cronicidad de la enfermedad, ya que el manejo sólo es sintomático pues la enfermedad es permanente y su tendencia será siempre hacia la progresión.

Dentro del tratamiento de la gonartrosis podemos encontrar diversos medios para controlar la enfermedad y retardar su evolución, éstos pueden combinarse para obtener mejores resultados y reincorporar la movilidad natural de la articulación del paciente. Éste es el punto de partida del proyecto, tomaremos las ortesis de rodilla -rodilleras- como el objeto de nuestra investigación, ya que son aparatos que ayudan a recuperar la estabilidad y disminuir el dolor. El proyecto se centra en el diseño de un aparato ortopédico, en este caso una rodillera funcional de fabricación seriada para el tratamiento de la gonartrosis.

1.2 PLANTEAMIENTO

En la actualidad podemos encontrar en el mercado una gran diversidad de ortesis (rodilleras) para el tratamiento de la gonartrosis, las cuales cuentan con diferentes características con ventajas y desventajas para el paciente. Casi siempre los sistemas ortésicos que cumplen con los requerimientos ideales tales como: libertad de movimiento, facilitación de la transpiración, estética y adecuados sistemas de ajuste; tienen un costo muy alto e inaccesible para la mayoría de la población mexicana. Este grupo de pacientes con escaso o poco poder adquisitivo no es capaz de comprar una ortesis adecuada a sus necesidades y debe conformarse con lo que su economía le permite adquirir. La repercusión a largo plazo es importante, ya que en estos casos la ortesis adquirida puede no ser útil como medida terapéutica y hasta puede dificultar las actividades de la vida cotidiana.

Para entender el problema tendremos que analizar a fondo el funcionamiento de estos aparatos y la relación que existen con los usuarios, esto nos ayudará a identificar factores cruciales para proponer un nuevo diseño que sea eficiente, versátil y a precio competitivo.

¿De qué manera podremos crear un producto innovador que responda a estas necesidades?

Analizaremos en primer plano los factores que producen la enfermedad, su evolución y tratamientos para entender cómo entra en juego la rodillera en la recuperación del paciente. Continuaremos con una investigación sobre el uso y función de las ortesis actuales para encontrar sus virtudes y defectos, accesibilidad y precios, aprovechando estas áreas de oportunidad y crear nuevos conceptos funcionales.

No podemos olvidar que la ortesis es un producto que se ha convertido por su semiótica, en un elemento del funcionamiento diario y frecuentemente en parte de la vestimenta diaria de forma involuntaria, de muchas personas con distintas edades, pertenecientes a diferentes estratos sociales, con gustos y necesidades de desempeño diversos y capacidades físicas variadas; para ello me propongo desarrollar un producto que sea cómodo, práctico, ergonómico, funcional y seguro, con una estética acorde a su funcionamiento-utilidad, proponiendo un diseño integral basado en las necesidades del usuario.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La salud es un tema que a todos nos preocupa, es prioridad nacional establecido así, en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. En la actualidad México tiene uno de los mayores índices de obesidad en el mundo y la mayoría de la población esta por de bajo de los 45 años. La vejez y la obesidad, entre otros factores pueden ser causa de osteoartritis (OA), esta enfermedad se puede presentar de diversas formas y a cualquier edad, atacan el sistema músculo-esquelético deteriorando la calidad de vida del afectado y de los que viven alrededor de él.



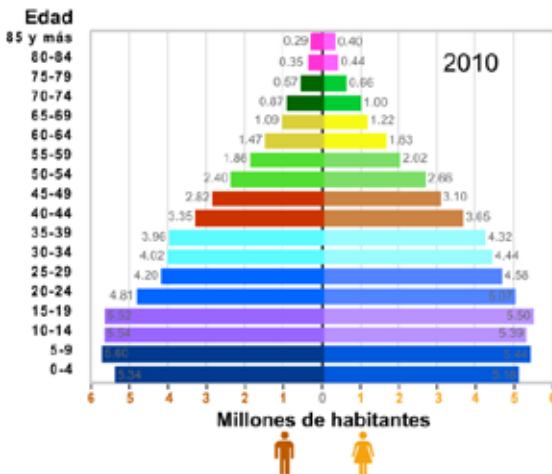
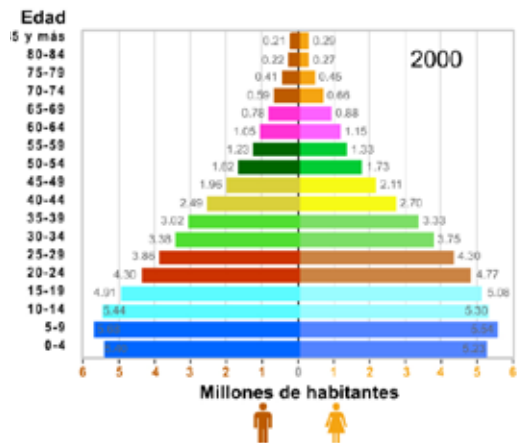
Las repercusiones personales y sociales son muy graves, el paciente sufre por dolores intensos lo que provoca pérdida parcial o total de movilidad. Poco a poco su independencia física disminuye y por consiguiente su estado anímico se deteriora. La familia del paciente, la sociedad y el país no quedan al margen de ello, ya que tiene un impacto en la

productividad y en los ingresos de las personas; el gasto físico, económico y mental de los familiares es muy grande,



las empresas pierden horas de trabajo, los sistemas de salud gastan grandes cantidades de dinero y el país se ve afectado. El IMSS atiende un 15% del total de consultas por causas de esta enfermedad, la mayoría son atribuidas al tipo llamado artritis

2.1.1 ESTADÍSTICA



Las estadísticas muestran el aumento de la edad de la población general durante un periodo de 10 años, la mayoría de la población en el 2000 se encontraba por debajo de los 5 años, en el 2010 llegó a un promedio de 15 años, este aumento incrementará la incidencia en casos de artrosis.

La artrosis es una de las enfermedades reumáticas más comunes (cifras más adelante). Se presenta a cualquier edad pero su incidencia es mayor conforme la edad aumenta. El 25% de la población adulta sufre alguna forma de artrosis, porcentaje que se incrementa considerablemente en las personas mayores de 65 años. Se ha estimado que la mayoría de personas adultas mayores muestran un estado de artrosis por lo menos en una rodilla. La artrosis se presenta generalmente a partir de los 40 años y afecta, sobre todo a las mujeres. Según las estadísticas, la artrosis afecta a una de cada cuatro personas, aunque en muchas ocasiones se presenta de forma asintomática. La prevalencia aumenta con la edad, siendo sus principales víctimas los ancianos y los obesos. En su forma primaria suele afectar a personas mayores de 40 años. Sin embargo, se estima que alrededor de 3 millones de personas en México sufren de afecciones provocadas por la artrosis. Se prevé que el aumento de la esperanza de vida y el envejecimiento de la población harán de la osteoartritis la cuarta causa de discapacidad en el año 2020.

La obesidad y la vejez son dos factores que incrementan el riesgo de padecer artrosis, si revisamos como afectarán en un futuro próximo a nuestra sociedad tendremos

un panorama claro de las consecuencias. De acuerdo con estimaciones del Consejo Nacional de Población (CONAPO), en el año 2007 residían en México 8.2 millones (7.7%) de personas de 60 años o más, en 2030 se espera que sean 22.2 millones y para la mitad del siglo alcanzarán, según lo previsto, 36.2 millones. Este proceso de envejecimiento demográfico ocurrirá en nuestro país en un lapso menor al observado en países más desarrollados y en un contexto socioeconómico menos favorable. Así, el proceso que a los países desarrollados les ha tomado un siglo alcanzar, a México le tomará la mitad del tiempo.

Datos de la encuesta nacional de nutrición en el 2006, revelan que México es el segundo país a nivel mundial, sólo después de Estados Unidos, con mayores índices de sobrepeso y obesidad: 72 de cada 100 mujeres mayores de 20 años tienen sobrepeso, y 67 de cada 100 hombres en el mismo rango de edad; de igual forma, son más de 40 millones de mexicanos obesos y otros 58 millones están en riesgo de padecerla. Peor aún, entre los infantes de 5 a 11 años de edad, la prevalencia combinada de sobrepeso y obesidad aumentó un tercio en solo 7 años. Si el ritmo de crecimiento de la población obesa sigue a este ritmo en 10 años, el 90% de la población mexicana padecerá obesidad o sobrepeso, el 40% de los casos de hospitalización se relaciona con este problema.

Con estos datos podemos ver que en un futuro no muy lejano las enfermedades relacionadas a la obesidad y la vejez van a ir en aumento, la artrosis no se quedará atrás.

2.2 OSTEOARTROSIS

2.2.1 UN PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA

La discapacidad funcional del enfermo reumático se produce en un contexto en el que la interacción con su entorno físico y social es fundamental. La consecuencia más grave que puede sufrir es una discapacidad e invalidez temporal o permanente con la pérdida de la independencia, principalmente por la afección del sistema músculo-esquelético, estructuras articulares y alteraciones a otros órganos. Por una parte el medio ambiente que lo rodea se convierte en obstáculo, las escaleras y barreras arquitectónicas. De hecho puede afirmarse que la osteoartritis es una forma no siempre evidente de discapacidad. Por otra parte requiere de aditamentos y ayuda para realizar sus actividades, ya sea de personal capacitado, familiares o amigos. Necesita objetos para facilitar la apertura, transportación y uso de objetos, vestido o desplazamiento como bastones o muletas. La

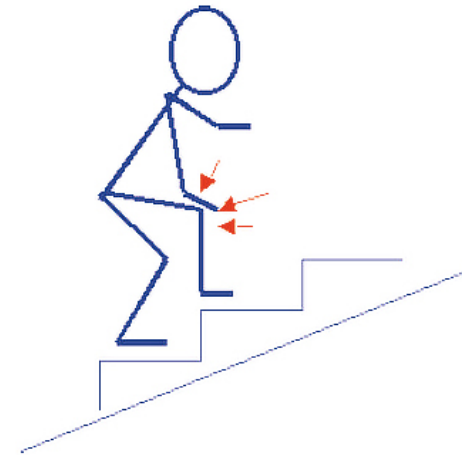


Cifras obtenidas de estudios en varios países desarrollados sitúan la incidencia de esta enfermedad en casi el 50% de los mayores de cincuenta años y hasta el 80% de los mayores de sesenta años.

actitud de la familia, los compañeros de trabajo y las expectativas personales influyen en la capacidad de adaptación para la vida futura. El impacto altera el entorno del paciente, la atención y actitud familiar dependen de factores económicos, culturales y del lugar que ocupa el afectado en la familia. Si es la persona que mantiene el hogar se verán perjudicados económicamente, o si tiene un papel como la madre que cuida y atiende a la familia.

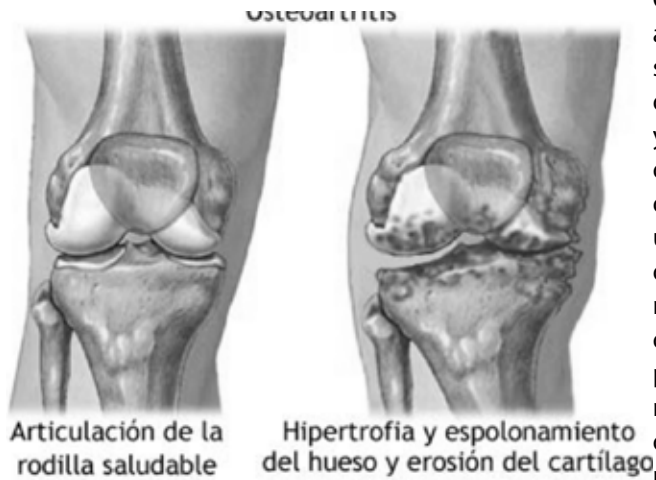
Los gastos directos e indirectos los absorbe la familia en la mayoría de los casos, ya que los sistemas de seguridad social (IMSS e ISSSTE) son incapaces de cubrir a toda la población. El país se ve afectado, los días de trabajo perdidos cuestan millones de pesos, la producción, las labores escolares, etc. Estas cifras son superiores a las que producen otras enfermedades.

¿Por qué la artrosis se considera un problema de salud pública? Por su incidencia y prevalencia en la población general, porque al aumentar con la edad, representan el tipo de artritis más común y una de las primeras cinco causas en el mundo en provocar incapacidad física e invalidez temporal o permanente al afectar la capacidad funcional, repercutiendo en la persona, en la familia, en la sociedad y en el país.



Las barreras arquitectónicas se vuelven un impedimento para el libre movimiento del afectado

2.2.2 OSTEOARTROSIS

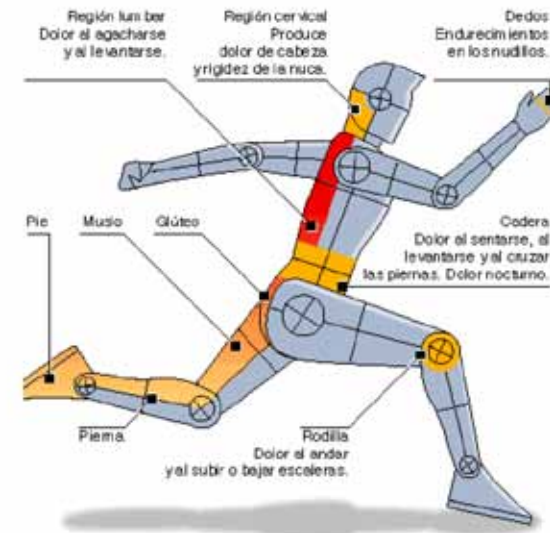


Como se ha dicho, es la enfermedad articular degenerativa más común. Es un síndrome caracterizado por dolor mecánico que con frecuencia se asocia a rigidez y que conduce progresivamente a una disminución y eventualmente pérdida de la función articular. El cartílago tiene un desgaste natural por el uso, las células que mueren en la porción externa son remplazadas por nuevas células que crecen de manera continua desde las capas más profundas del cartílago. Su estructura se modifica con el paso de los años perdiendo de manera progresiva su elasticidad, siendo más propenso a sufrir daños debido a lesiones o uso excesivo. La degeneración del cartílago empieza por fisuras que, poco a poco, se hunden hasta la formación de verdaderos huecos (ulceraciones). El hueso puede quedar al descubierto en algunas partes, y las superficies óseas entran en contacto directo.

Los procesos inflamatorios crónicos de la articulación incrementan la destrucción del cartílago y aceleran el proceso natural de desgaste. A medida que se desgasta el cartílago, se expone el hueso subyacente y la articulación puede perder su forma natural. Las superficies articulares de los huesos entran en contacto directo y se desgastan, produciendo dolor, formando brotes óseos y quistes llenos de líquido en el hueso junto a la articulación. Como consecuencia la

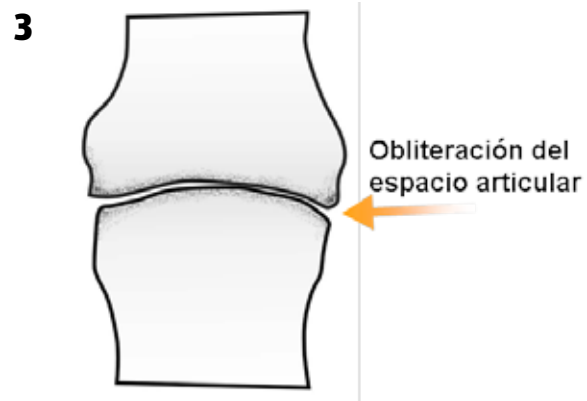
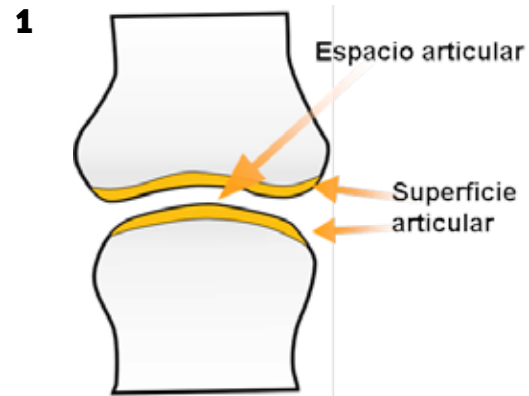
persona afectada tendrá limitación de la movilidad articular: la articulación se vuelve cada vez más rígida, dolorosa e hinchada. El uso de la articulación producirá dolor y cederá al descansar.

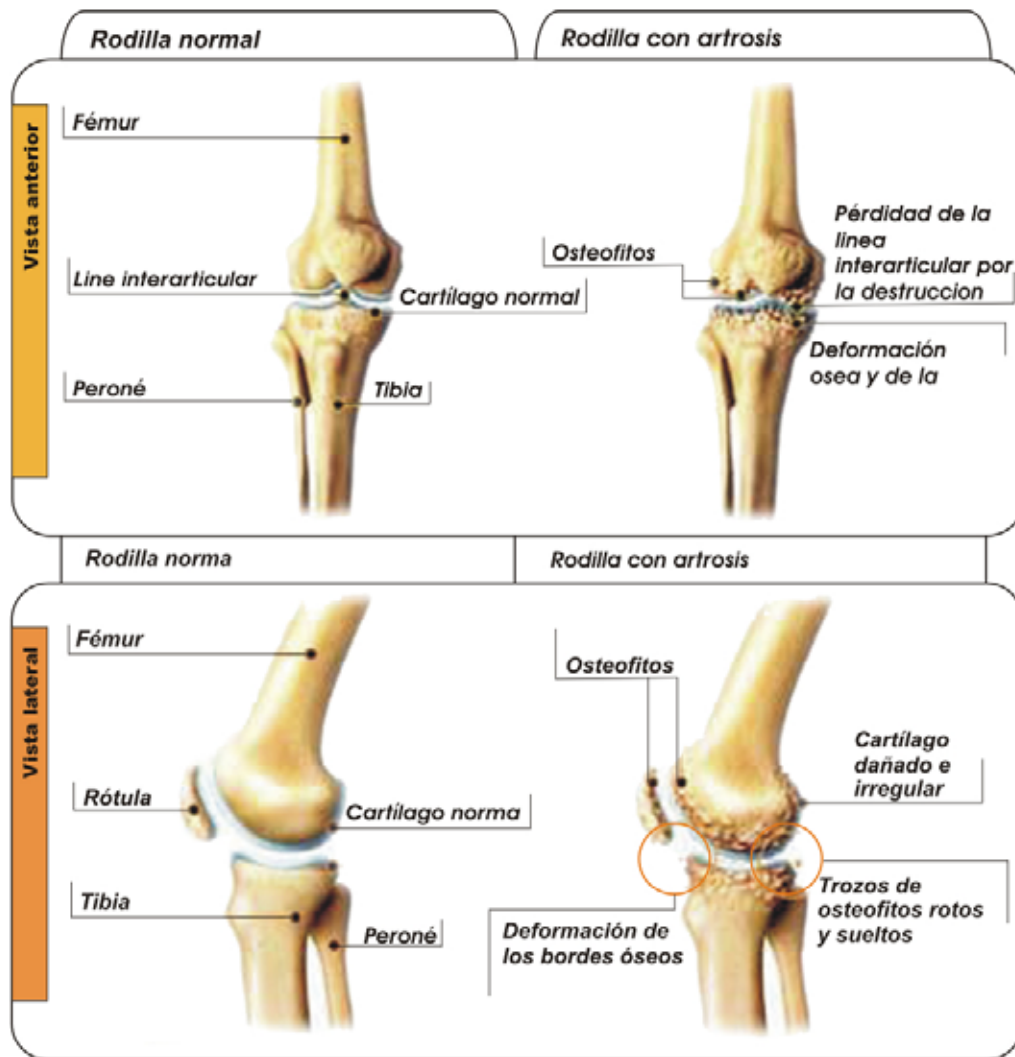
Aunque hay factores genéticos que condicionan la aparición y evolución de la enfermedad, existen también diversos factores de riesgo que precipitan y complican la enfermedad, entre ellos se encuentran: los traumatismos, la obesidad y las sobrecargas de peso continuas, como se observa en deportistas o en profesiones que implican un uso excesivo de las articulaciones. Las articulaciones más afectadas por este problema son las de carga como rodillas, caderas, pies, hombros y espalda.



2.2.3 ETAPAS DEL PROCESO DEGENERATIVO

1. Articulación sana
2. Generación de osteofitos
3. Decremento del espacio articular
4. Desarrollo de quistes subcondriales
5. Espacio articular nulo



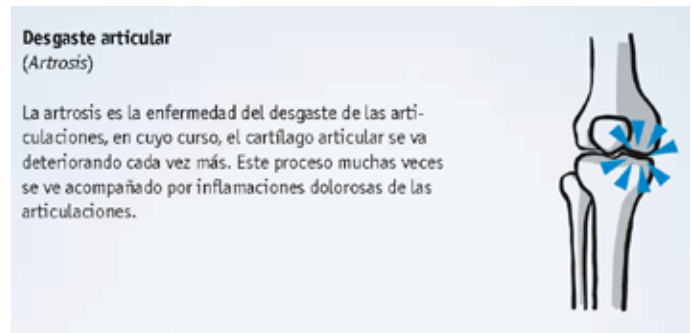


2.2.4 GONARTROSIS

Cuando la osteoartrosis está afectando a la articulación de la rodilla se denomina gonartrosis que es un proceso crónico inflamatorio que destruye el cartilago articular y a medida que avanza termina por destruir las superficies óseas articulares produciendo dolor e incapacidad funcional.

La articulación de la rodilla, dependiendo en donde se localice, la artrosis se pueden dividir de la siguiente manera: entre el fémur y la tibia (artrosis femorotibial interna o externa), entre el fémur y la patela o rótula (artrosis femoro patelar) o entre el fémur, la tibia y la rótula (artrosis global).

El deterioro prolongado provoca el debilitamiento de la articulación, las estructuras que la conforman poco a poco pierden su forma original, las cargas que soporta la rodilla empiezan a tener un desequilibrio desestabilizándola, lo que provoca trastornos en la rodilla como el Genu varo (piernas arqueadas) y el Genu valgo (desviación lateral de las rodillas).



2.2.5 DEFORMACIONES

Posición axial errónea



La gonartrosis provoca deformaciones en los ejes naturales de carga en los miembros inferiores. Cuando el eje de las rodillas no es perfectamente horizontal la presión que conlleva el peso del cuerpo no se reparte uniformemente en la articulación provocando que algunas partes de las superficies articulares friccionen más que otras, alterando y degenerando el cartílago, entre los casos de desviación del eje en la articulación de la rodilla se distinguen dos posiciones erróneas una la gonartrosis várica (genu varo) o en "O" y la gonartrosis valga (genu valgo) o en "X".

Es el genu varo la condición estática de la rodilla que con más frecuencia lleva a la artrosis o la agrava. Durante la marcha, en la fase de carga en apoyo unilateral, aumenta la carga del compartimiento interno, lo que hace aumentar la sintomatología propia de la artrosis.

A medida que aumenta el dolor, la deformidad, ya sea en varo o en valgo, se incrementa. El cartílago se gasta en forma asimétrica, como la rueda de un auto que no está bien alineada. La llanta se gasta de un lado, pero no del otro. Lo mismo sucede con la articulación de la rodilla. Para un funcionamiento indoloro de la articulación de rodilla se requiere un aplomo axial correcto.



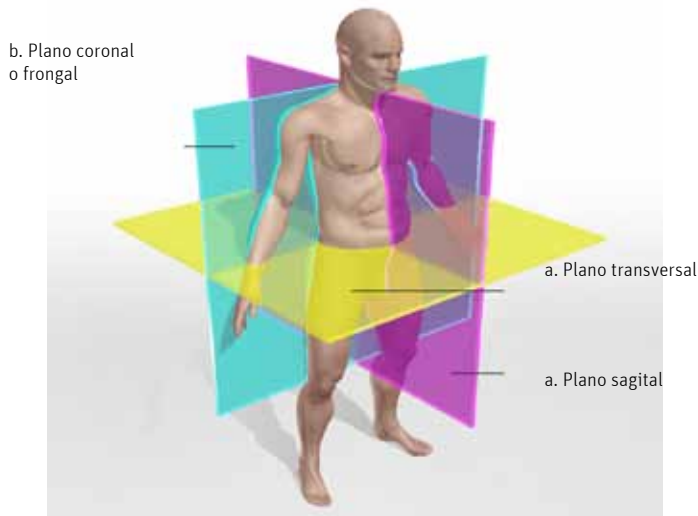
3 ANATOMÍA Y FISIOLOGÍA

3.1 LAS ARTICULACIONES

Como requisito para del proceso de diseño de un nuevo producto es fundamental investigar e introducirse en la problemática y conocer con la mayor profundidad posible el tema (científico, tecnológico, humano, social). Entender la terminología médica y el origen del padecimiento posibilitan la comprensión del trauma específico a atender y por tanto establecer una relación de causa-efecto y finalmente estar en posibilidad de ofrecer una solución de diseño puntual.

3.1.1 ARTICULACIÓN DE RODILLA TERMINOLOGÍA ANATÓMICA

Para entender la ubicación y relación de la rodilla respecto a

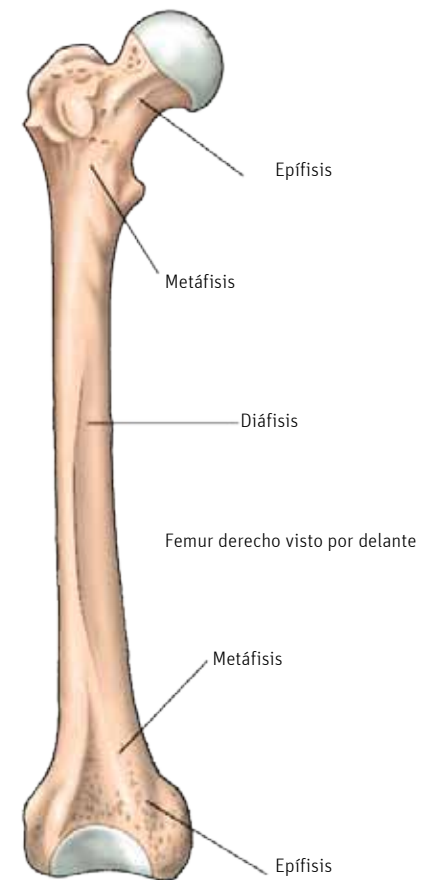


Planimetría del cuerpo humano, se muestran los tres planos utilizados para identificar los distintos elementos anatómicos.

otras estructuras anatómicas y estar en posibilidad de diseñar productos que incidan sobre su mejor funcionamiento, o en la solución de las necesidades se requiere hacer una breve descripción de los términos que permiten definir tal relación. La planimetría aporta los conceptos básicos de localización en el cuerpo humano. La posición anatómica define la relación entre las diferentes estructuras, se obtiene cuando un sujeto se mantiene parado con los talones discretamente separados, pies y palmas de las manos mirando al frente, con los miembros superiores e inferiores extendidos, las manos cercanas a las caderas y la cabeza mirando al frente. Se obtienen tres planos al trazar las siguientes líneas:

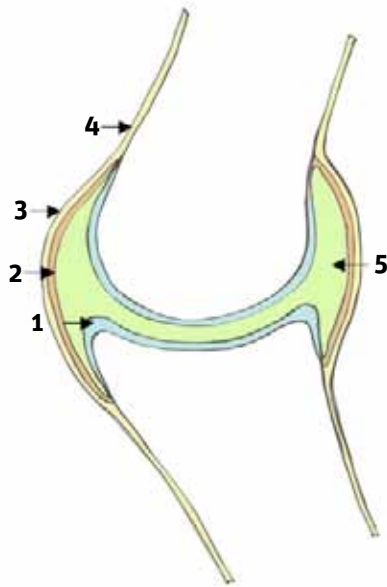
- a. Plano sagital. Se traza una línea media que atraviesa al sujeto de arriba hacia abajo y divide al cuerpo en una mitad derecha y otra izquierda. Todo lo que se aproxime a la línea media es medial y lo que se aleje es lateral.
- b. Plano coronal o frontal. Se divide el cuerpo en una mitad anterior y otra posterior.
- c. Plano transversal. Divide al cuerpo en una mitad superior y otra inferior. Las estructuras cercanas al tronco se denominan proximales y las que se alejan se denominan distales.

Los huesos largos se dividen en 3 segmentos: diáfisis (el segmento más largo del hueso), epífisis (la cabeza del hueso y el sitio en donde entra en contacto con una superficie articular) y la metáfisis (zona de unión en la que se ubica el cartílago que permite el crecimiento longitudinal de los huesos).



3.1.2 ARTICULACIONES

Una articulación es una estructura especializada que permite a un hueso desplazarse sobre otro, con suavidad y sin dolor. Las articulaciones se clasifican según su rango de movimiento en tres tipos: sinartrosis (sin movilidad) los huesos están unidos por tejido fibroso como los huesos del cráneo; anfiartrosis, los huesos adyacentes están unidos a través de fibrocartilago que permite un movimiento modesto como en los huesos de la pelvis; diartrosis o articulaciones sinoviales, con gran movilidad y constituidas por cartílago hialino, una cápsula articular y líquido sinovial, como ejemplos tenemos la rodilla y el codo. El cartílago hialino es una capa brillante y lisa que rodea las regiones distales de los huesos en la superficie articular. ¹Es capaz de soportar trabajo mecánico, presión y fricción sin aplastarse ni romperse, permitiendo y facilitando el movimiento de los huesos dentro de las articulaciones. El cartílago tiene células especializadas llamadas condrocitos, los cuales se encargan de reparar y mantener funcional el tejido cartilaginoso y producen líquido sinovial, mantienen sana la articulación y preservan sus propiedades biomecánicas: capacidad para soportar presión, elasticidad y suavidad.



- 1 Cartílago articular
- 2 Cápsula articular, membrana sinovial
- 3 Cápsula articular, membrana fibrosa
- 4 Periestio
- 5 Cavidad articular con líquido sinovial

3.1.3 ANATOMÍA DE LA RODILLA

La articulación de la rodilla o femorotibial se constituye por la unión del fémur, la rótula, la tibia y la fíbula o peroné. El fémur es un hueso largo que se articula en su parte superior cabeza con la articulación de la cadera y en su extremo inferior o

1 Requerimiento mecánico

distal se articula con la tibia, en dicha zona se ensancha formando dos estructuras, los epicóndilos, que tienen disposición medial y lateral respectivamente, hacen contacto con la superficie articular de la tibia de la cual están separados por los meniscos. La tibia es un hueso largo que se articula en su extremo superior con el fémur y en su extremo inferior con los huesos que conforman la articulación del tobillo. La cara articular de la tibia tiene dos excavaciones, una medial y otra lateral sobre las cuales se apoyan los epicóndilos femorales. Anterior a la unión de la tibia y el fémur se encuentra la rótula que es un pequeño hueso redondeado que tiene la función de dar ²estabilidad a la rodilla y facilita los movimientos de flexión y extensión ya que sirve como base de apoyo para la palanca. La fíbula o peroné es un hueso largo, delgado que se encuentra en situación lateral a la tibia y sigue su recorrido, participa en la estabilidad de las articulaciones de la rodilla y el tobillo.

La articulación propiamente dicha esta conformada por la unión de los huesos. Las superficies óseas que forman la cara articular están recubiertas por una capa de cartílago, los epicóndilos femorales reposan sobre la cara articular de la tibia, entre estas superficies se encuentran los meniscos que son estructuras fibrocartilaginosas con forma de media luna que amortiguan el impacto de la carga sobre la tibia, el borde convexo esta dirigido hacia el exterior de la articulación.

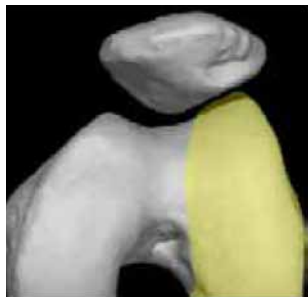
La estabilidad se logra por la participación de cinco ligamentos, denominados tibial colateral, fibulares colaterales y dos ligamentos cruzados. Los ligamentos colaterales estabilizan la articulación en las regiones lateral y medial, y

2 Consideración mecánica de rodilla

los ligamentos cruzados sobre la línea media que atraviesa la articulación, el ligamento cruzado anterior se dirige de la porción anteromedial del fémur hacia la posterior de la tibia, y el cruzado posterior va de la región posterior de la tibia a la anterolateral del fémur, estos ligamentos contribuyen a la estabilidad de la rodilla impidiendo desplazamientos de las superficies articulares en sentido anterior y posterior. La articulación está rodeada por una capa de tejido denominada cápsula articular y que la aísla de las estructuras adyacentes, contiene el líquido sinovial que es una sustancia viscosa que sirve como lubricante disminuyendo la fricción entre las



Condilo externo del fémur



Condilo interno del fémur



superficies articulares.

3.1.4 ¿COMO SE ESTRUCTURA FUNCIONA LA RODILLA?

A continuación se explica la anatomía de la rodilla:

31. Fémur, el hueso más largo y fuerte del cuerpo.
2. La rótula sirve de palanca a la musculatura anterior del muslo para extender la pierna.
3. Menisco, los espacios entre la articulación de la rodilla se equilibran con discos cartilagosos en forma de media luna.
4. Ligamentos cruzados. Los ligamentos cruzados apoyan la articulación de la rodilla en la flexión. Si la pierna quiere moverse hacia delante, el ligamento cruzado anterior se tensa. Cuando se carga en dirección contraria, el ligamento cruzado posterior está en tensión.
5. Ligamentos laterales, el ligamento lateral guía y asegura la articulación de la rodilla cuando está de pie.
6. Tibia, junto con el peroné, la tibia forma la parte huesuda de la pierna.

3 Elementos fisiológicos y mecánicos determinantes del funcionamiento de la rodilla

3.2 HISTORIA NATURAL DE LA ENFERMEDAD

3.2.1 EVOLUCIÓN Y SÍNTOMAS

Hay una artrosis de rodilla de causa desconocida, la llamada artrosis de rodilla primaria. La artrosis está relacionada con el envejecimiento, ya que es una ¹enfermedad propia de personas mayores de 50 años. Probablemente ciertos condicionantes genéticos aún no aclarados conducen a que algunas personas desarrollen a partir de determinada edad cambios degenerativos en el cartílago articular.

La artrosis de rodilla secundaria se produce como resultado de una lesión o anomalía previa de la articulación. Se observa tras lesiones de meniscos y del hueso articular, a partir de fracturas óseas intraarticulares y lesiones ligamentarias o en articulaciones que están siendo sometidas a un sobreesfuerzo importante como es el caso de rodillas de ²deportistas y de obesos.

Habitualmente es una enfermedad de curso muy lento. Los dolores de la artrosis de rodilla van instalándose lenta y progresivamente. Generalmente, ese trastorno tiene una evolución de por lo menos diez años, hasta que llega la fase final en la que es necesario realizar una cirugía.

3.2.2 EL DOLOR

La artrosis de rodilla al principio se manifiesta con dolores esporádicos al estar mucho tiempo de pie o caminando. En la mayoría de los casos no hay crisis pero el dolor y la pérdida de movilidad se hacen progresivos, además de reducirse la

¹ Consideraciones de diseño para segmento de mercado mayoritario.

² Consideraciones de diseño para comunidades específicas.

distancia que se puede recorrer sin dolor. ³La rodilla duele especialmente al subir y bajar escaleras, caminar por terrenos irregulares o levantarse de una silla, se acompaña de dolor crónico e intenso provocando rigidez y reduciendo el arco de movilidad y generando incapacidad funcional. Este proceso inflamatorio puede ocurrir por la mañana o presentarse después de un periodo prolongado de reposo al iniciar la movilización o después de un uso excesivo. ⁴El enfermo se siente rígido y adolorido y nota la necesidad de calentar para poder moverse. Al poco rato desaparece la rigidez y el dolor inicial pero tras un periodo variable de estar caminando, reaparece. A veces la rodilla se pone hinchada y caliente. Es posible que sienta sensibilidad al tacto en la articulación en la zona de la rodilla. Los músculos grandes que rodean la zona se pueden debilitar por el desuso (disminución de la fuerza muscular), puede disminuir su tamaño y aumentar el dolor. También es posible que observe cambios negativos tanto de coordinación como de postura así como fatiga.

3.2.3 CHASQUIDO O CREPITACIÓN

En ocasiones el paciente oye o siente como cruje su articulación. Estos chasquidos son: expresión de lesiones artrósicas, manifestaciones de la piel y mucosa, los cambios en la colaboración de la piel en un área específica articular o periarticular, o en un segmento del cuerpo como manos y pies.

³ Criterios de eficiencia mecánica y ergonómica.

⁴ Criterio de funcionamiento de la rodillera.

3.2.4 LIMITACIÓN PROGRESIVA DE LA MOVILIDAD DE LA ARTICULACIÓN

Con el tiempo aparece la contractura o rigidez de rodilla, que la deja en una posición de flexión, siendo imposible estirla. De tal modo que los gestos de la vida cotidiana como atarse un zapato, entrar en la bañera o subir a un autobús, se vuelven muy difíciles o imposibles. El dolor se hace inflamatorio, se incrementa por la noche y el reposo no lo elimina. La rodilla entonces se inflama, se enrojece, se engruesa y aumenta de temperatura.

Clasificación de la gonartrosis

	Grado I	Grado II	Grado III
Dolor	Intermitente	Mecánico	Persistente
Limitación articular Flexión Extensión	Mayor 110° Normal	90°-110° 0 -10°	0°-90° +10°
Deformidad Varo Valgo	3° 9°	+3° +9°	+25° +15°
Inestabilidad	Norma	Unidireccional	Rotatoria
Limitación funcional • Se mantiene sobre un pie • Altura que sube	+40 segundos +45cm	+25 segundos +40cm	-25° -40

3.2.5 TRATAMIENTO

Los tratamientos para la artrosis son de dos tipos, los quirúrgicos y los no quirúrgicos. Solamente una de cada

cuatro personas con osteoartrosis de rodilla precisa de cirugía. Los tratamientos no quirúrgicos buscan obtener resultados en cuanto a la reducción del dolor, incremento de la movilidad articular y en general la reducción de los síntomas. Los tratamientos son los siguientes:

MODIFICACIONES DEL COMPORTAMIENTO Y SALUD DEL PACIENTE

Es terapia física y ejercicio, ⁵reducción de peso y educación hacia paciente enfocada al entendimiento del padecimiento y su mejoramiento, cuidado de la salud y cambio de hábitos (no tiene riesgos y es beneficien cualquier etapa de la enfermedad). La pérdida de peso para minimizar el estrés sufrido por las articulaciones de miembros inferiores que reduce el dolor e incrementa la funcionalidad articular, mediante largas caminatas.

TERAPIA FÍSICA Y EJERCITACIÓN

Los objetivos de la rehabilitación como parte del tratamiento de las enfermedades reumáticas son el desarrollo, la restauración y el mantenimiento de la ⁶capacidad física, psicológica y social del paciente y, por otro lado, la prevención de alteraciones funcionales. Comúnmente es efectivo en la reducción del dolor y el mejoramiento de la función articular, el médico desarrolla un programa individualizado de ejercicios que vayan de acuerdo al estilo de vida del paciente. Los métodos más utilizados son la termoterapia y la electroterapia, el uso de aparatos ortopédicos y ortesis y la enseñanza de métodos de conservación de energía y protección articular, así como programas de ejercicios.

⁵ Criterio ergonómico.

⁶ Requerimientos de estética

USO DE MEDICAMENTOS

La aplicación de fármacos, se utilizan para reducir la inflamación y el dolor pero tienen repercusiones en el organismo.

TRATAMIENTOS INTRAARTICULARES

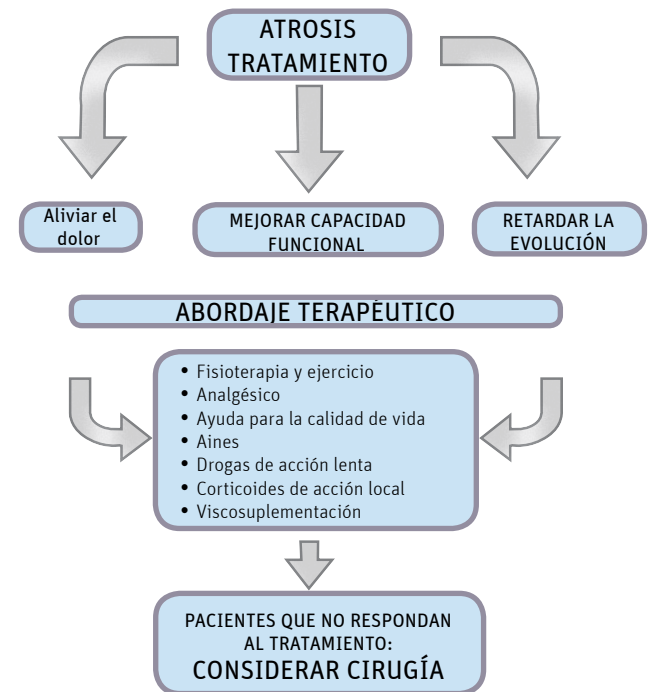
Intraarticular significa dentro de la articulación. Estos tratamientos son de una o más inyecciones dentro de la rodilla, disminuyen el dolor y la inflamación pero su objetivo es **7detener el avance de la enfermedad y retardarlo el mayor tiempo posible.**

TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS Y EXPERIMENTALES

Acupuntura, impulsos magnéticos, etc.

RODILLERAS

Deben ayudar si la artrosis está concentrada en uno de los lados de la rodilla. La rodillera tiene que **asistir en la estabilidad y en la movilidad.** En muchos estudios los síntomas de la rodilla mejoran, reduce el dolor articular y en general hay mejora en la caminata de distancias largas.



⁷ Requerimiento funcional

3.3 ORTOPEDIA

3.3.1 ORTESIS

¿Que es una ortesis? La ISO (International Standards Organization) ha establecido la siguiente definición: una ortesis es un apoyo u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético.

Así, una ortesis puede ser utilizada para ¹prevenir un movimiento indeseado, asistir al movimiento, restituir una deformidad o mantenerla en posición correcta. Puede ser usada para redistribuir fuerzas y aliviar una elevada presión sobre ciertas áreas, favorecer al paciente en su tratamiento rehabilitatorio o prequirúrgico. Su principal actividad es ayudar a las cargas.

ORTESIS EN LA GONARTROSIS

La solución ortopédica cumple dos objetivos: disminuir el dolor y aumentar la estabilidad articular. El conjunto permitirá aumentar el perímetro de marcha.

Funciones ortésicas.

- 1) Estabilizar la articulación para evitar el movimiento doloroso durante la carga de peso.
- 2) Corregir la alineación del miembro para mejorar la estabilidad con la carga de peso.
- 3) Evitar la progresión de la deformidad.
- 4) Transferencia de peso.

¹ Requerimiento físico-mecánico.

CLASIFICACIÓN DE LAS ORTESIS DE RODILLA

Ortesis Profilácticas

Diseñadas especialmente para prevenir o disminuir la gravedad de la lesión de rodilla resultante de la aplicación de una fuerza externa. Se podría indicar que su uso es casi exclusivo del fútbol americano.

Ortesis Postoperatorias

Son ortesis rehabilitadoras, protegen las rodillas lesionadas tratadas de forma quirúrgica o conservadora.

Ortesis Funcionales

Diseñadas concretamente para proporcionar estabilidad mecánica de la rodilla. Son aplicadas en la rodilla crónicamente inestable. Tradicionalmente, las ortesis funcionales se basan en un diseño más o menos complejo, incluyendo una serie de propiedades mecánicas que pretenden proteger la articulación de cargas no deseadas y/o compensar la pérdida funcional.

Consideraciones

Para conseguir esto, un diseño minucioso debe considerar:

- a) Una cinemática adecuada de articulaciones de rodilla y tobillo.
- b) Un sistema apropiado de fuerzas externas en la interfaz miembro-ortesis,
- c) confort, incluyendo ajuste, peso, distribución de presiones en tejidos blandos, condiciones microclimáticas.
- d) Resistencia suficiente para soportar cargas relacionadas con la actividad durante el uso.

²Puesto que las ortesis actúan aplicando fuerzas al cuerpo a través de la piel, puede manifestarse dolor si la fuerza es excesiva. Para reducir la fuerza de contacto y sus reacciones hasta un nivel soportable, existen dos caminos en los cuales la fuerza puede ser aplicada al cuerpo:

- a) Aumentar la superficie sobre la cual se aplica la fuerza para disminuir la presión.
- b) Aplicar la resistencia en el brazo más largo de la palanca ortésica, lo cual reducirá la fuerza requerida para estabilizar la articulación.

OTRAS CONSIDERACIONES EN EL DISEÑO DE ORTESIS

Junto a las presiones existen fuerzas de cizallamiento que pueden producirse sobre la superficie de contacto y afectar los tejidos del cuerpo. También hay que sumar problemas correspondientes al movimiento de las partes blandas. De modo ideal las fuerzas ortésicas deberían aplicarse directamente sobre el esqueleto, pero esto no es posible. Sin embargo, como las partes blandas se mueven bajo la influencia de las fuerzas, éstas hacen menos eficaces las fuerzas de la ortesis, la cual tiene que aumentarlas antes de conseguir el efecto deseado. El aumento de edad del paciente es causa de que las propiedades mecánicas de la piel se deterioren, de forma que la presión ahora produce problemas. La temperatura local también aumenta apareciendo humedad entre las superficies de contacto. Todos estos factores contradictorios se suman para hacer que el éxito de una ortesis sea difícil de conseguir.

² Consideración ergonómica.

La compatibilidad cinética

Está bien conocido el hecho de que las articulaciones del cuerpo no rotan alrededor de un simple eje, sino que poseen un centro de rotación que se desplaza durante los movimientos articulares. Sin embargo, las articulaciones mecánicas ortésicas no actúan así, giran alrededor de un eje determinando cierto grado de movimiento entre la ortesis y la piel, este movimiento indeseado puede producir irritación de la piel y dolor.

EJEMPLOS DE RODILLERAS FUNCIONALES

Rodillera elástica

Las rodilleras elásticas diseñadas con un tejido de origen natural, reforzadas por una almohadilla de espuma, permiten guardar el calor (efecto antálgico), disminuir la inflamación y mejorar las sensaciones del posicionamiento de la rodilla. Se siente mejor el miembro, lo que conlleva un efecto de alivio y estabilidad. La teoría del *gate control* (M. Sindou), según la cual una interneurona inhibitoria a nivel medular determina una disminución del dolor cuando existe una compresión sobre la zona lesionada, da soporte científico al uso de estas ortesis. Las rodilleras pueden ser de neopreno, se construyen en dos grosores distintos, uno de 3 mm y otro de 5 a 7 mm, cuanto más gruesa sea la rodillera aumenta el grado de compresión, además de aumentar la estabilidad del conjunto (rodilla-rodillera).

Rodillera mecánica

Rodilleras de soporte o mecánicas las cuales están diseñadas para proveer alivio en rodillas con osteo artrosis. La AAOS

(Asociación Americana de Osteoartrósis) cree que algunas rodilleras que reducen la carga pueden proveer una significativa reducción del dolor cuando hay un ajuste adecuado de la ortesis en pacientes con osteoartrósis de rodilla, proveen estabilidad y funcionalidad en la articulación. Pacientes con osteoartrósis de rodilla o deformidades del valgus o varo comúnmente desarrollan un incremento del dolor en el compartimiento afectado debido al aumento de la carga mecánica. Rodilleras de soporte o mecánicas están diseñadas y construidas para **reducir la carga asimétrica** en tales rodillas. Estudios clínicos han mostrado un mejoramiento del dolor y la funcionalidad en pacientes con osteoartrósis en el compartimiento medio usando una rodillera.

MATERIALES

Una gran variedad de materiales se utiliza para los usos ortóticos. Tradicionalmente, el acero fue utilizado para tener una alineación correcta y el cuero como recubrimiento. Estos materiales todavía se utilizan, pero **nuevos materiales** abren las posibilidades de un mejor diseño, de soportes más resistentes, mayor durabilidad, y de una mejor apariencia. Todos los materiales considerados para las nuevas aplicaciones deben cumplir ciertos criterios que determinen su sustentabilidad para el uso. La resistencia es uno de los criterios más importantes para una ortesis del miembro inferior. Las ortesis deben **tener suficiente resistencia para controlar las tensiones impuestas por el usuario. La tensión dará lugar a la deformación.** En algunos usos, es deseable tener un material rígido que no permita virtualmente ninguna desviación cuando está cargado. En otros usos, sin embargo, es deseable que los materiales puedan ajustarse

a la forma del cuerpo. La falla de un material puede resultar a partir de dos causas. Primero, la tensión excesiva puede deformar la ortesis al punto donde es permanente el cambio o se rompe totalmente. **Si está diseñado apropiadamente, el material podrá soportar miles de ciclos de cargas repetitivas.** Segundo, **la resistencia a la fatiga.** Actualmente, no existe ninguna información con respecto al número de ciclos que los dispositivos ortóticos deben experimentar para evitar fallos provocados por la fatiga de los materiales. Por lo tanto, el metal o el plástico puede fallar y eventualmente hacer reparaciones. La densidad, o el peso por volumen de unidad, es también importante en la selección de un material. La meta es hacer que la ortesis sea **tan ligera como sea posible, reduciendo al mínimo la energía requerida para moverse con la ortesis.** La resistencia a la corrosión se requiere para soportar su uso en ambientes que degradan los materiales. Cualquier material seleccionado se debe deformar fácilmente para ajustarse al segmento del cuerpo.

3.3.2 BIOMECÁNICA DE LAS RODILLERAS

El florecimiento de las rodilleras, de las que existen una gran variedad en cuanto concepto, diseño y materiales, ha venido de la mano del desarrollo del deporte, para tratar lesiones, a convertirse en una necesidad social. De todas formas este desarrollo y el boom que han tenido no ha estado sustentado por un desarrollo paralelo de **investigación biomecánica** que dé una solución verdadera al problema, ya que los trabajos realizados en este sector son muy escasos. Así muchos de los modelos que existen en el mercado no pasan de un proyecto con buenas intenciones que no siempre es confirmado.

³ Requerimiento de desempeño mecánico de la rodillera

Evidentemente lo primero que se necesitaría es conocer a fondo y disponer de datos en cuanto a la biomecánica de la rodilla y a sus requerimientos en las diferentes actividades en las que participa. Es necesario determinar la cinemática de la articulación y las fuerzas que se mueven sobre de ella, con todas sus variaciones. **Así no se tiene que olvidar el equilibrio, movilidad, estabilidad para conservar una función articular aceptable.** Otro punto que cuestiona la valoración de la eficacia de estos elementos externos es la calidad del acoplamiento de la ortesis al organismo previsto. La acción del sistema se ve comprometida por la forma en la que esta actúe sobre los tejidos del receptor. En el caso de las rodilleras esto puede provocar resultados muy negativos ya sea por el poco control que ejercen sobre las estructuras óseas a través de las partes blandas muy gruesas, la sudoración y la inflamación entre otros.

Ahora, **entre mayor tenga que ser el control de la dinámica articular generada por la rodillera, más complicada será la ideación mecánica y su ejecución, lo que tenemos que evitar es desarrollar un sistema rígido,** que por lo regular es el resultado de muchos sistemas actuales.

Las rodilleras que buscan fundamentalmente este efecto son simples en cuanto a su diseño, tubulares, pero se fabrican en materiales plásticos que retienen el calor producido por el cuerpo, de esta forma, se eleva la temperatura de las estructuras colocadas bajo la rodillera, con toda una serie de repercusiones biológicas fáciles de intuir.

La respuestas al esfuerzo de los tejidos colágenos, viscoelásticos, es sensible a la temperatura a la que están

sometidos, Calentándolos se aumenta su deformabilidad para una misma carga aplicada o, lo que es lo mismo, alcanzan idéntico nivel de deformación con menor esfuerzo, esto supone un evidente ahorro de energía para lograr un determinado movimiento, postura o actividad y tiene una repercusión práctica evidente cuando con ellos se persigue una finalidad deportiva o rehabilitadora, que de esta manera resulta facilitada.

3.3.3 EFECTO DE ENCAMISADO

El encamisado es una operación mecánica bien conocida aplicada en el desarrollo de yesos funcionales conformados, consiste en embutir el segmento en cuestión en el interior de una estructura envolvente, más o menos cilíndrica y rígida, en el caso de las fracturas, esto supone encucharlas, es decir, modificar el estado tensional. Los músculos al contraerse contra esta envoltura aumentan la potencia conseguida para un mismo nivel de contracción, lo que implica una ventaja para su función. Los deportistas encamisán los segmentos actuantes en implementos tubulares de mayor o menor consistencias. Las rodilleras presentan también este efecto de camisa, según su rigidez y su ajuste al tercio distal del muslo. Pueden pues resultar adyuvantes prácticos de una musculatura que va a ser solicitada por encima de sus posibilidades, sea su estado de partida normal insuficiente.

Varios factores limitan la rigidez de las rodilleras empleadas con este fin, es evidente que no está justificada la pérdida de movilidad inherente a la rigidez de la ortesis, que además

debe resultar cómoda de llevar .

3.3.4 EFECTO ESTABILIZADOR Y DE CONTROL DE MOVIMIENTOS

Esta finalidad es la que ha provocado mayor sofisticación en la conceptualización y fabricación de rodilleras, aunque, no ha sido pareja a su racionalización biomecánica. Existen dos cuestiones a considerar en este paso:

- ¿Es totalmente eficaz la rodillera en relación a su objetivo?
- ¿Ocasiona algún efecto colateral nocivo o/e indeseable?

Estas rodilleras persiguen anular movimiento o grados de movimiento, en este intento limitador se compromete hasta cierto punto la capacidad funcional libre de la rodilla, hay que buscar pues un equilibrio entre movilidad y estabilidad deseada y conservable.

En segundo lugar, el patrón cinemático y dinámico de la rodilla es extremadamente complejo y susceptible de alteración. En el patrón de tres planos, no es fácil el control tridimensional de los movimientos asociados, y si se consigue, es a expensas de modificaciones sobre la cinemática.

Por último, hay que recordar que las almohadillas, refuerzos, barras, articulaciones, tiras y resortes de las ortesis, son elementos externos sobrepuestos y que de su colocación y adaptación sobre la estructura articular a controlar van a depender en gran manera su capacidad y modo de actuación.

Cuando se intenta valorar la eficacia de una rodillera unos de los primeros parámetros que hay que considerar son las

condiciones en las que va a trabajar esa rodillera, no es lo mismo tener que asumir esfuerzos de baja intensidad producidos en actividades cotidianas, que los grandes esfuerzos ocasionados en las actividades deportivas.

La colaboración que prestan a la rodillera los elementos estabilizadores integros de la rodilla aparejada, es de suma importancia para lograr la estabilidad deseada.

La eficacia de la rodillera frente a un sentido o grado de movimiento anormal depende de gran medida de la disposición de los elementos estabilizadores externos con los que cuenta.

Debe contar con estructuras rígidas, barras y almohadillas, o pretensadas, tensores o bandas elásticas, apoyadas sobre la longitud del miembro, bastante ajustadas a su contorno y lo más adheridas a la piel posible.

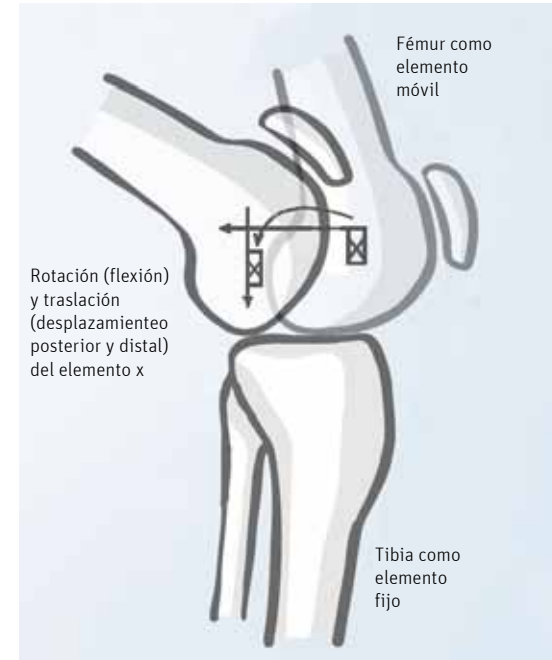
La rigidez y la complicación progresiva del aparato pueden llegar a controlar casi totalmente el movimiento de la articulación, la interface ortesis-piel persiste. La intervención de los elementos estabilizadores tampoco está exenta de alteraciones de la función. El obstáculo principal a vencer es la correcta, firme y soportable suspensión de la ortesis sobre el segmento del miembro en cuestión. Efectivamente, de nada vale trabajar sobre cómo influye una articulación u otra en la mecánica articular, si dichas articulaciones varían de posición durante la actividad, resbalando la rodillera por la transpiración o por los movimientos y cambios de volumen de las partes blandas subyacentes. Puede concluirse que quizás el factor más importante para condicionar la acción positiva o negativa de una rodillera es su encaje, colocación o ajuste sobre la rodilla, y que todo estudio biomecánico debería hacerse en función del conjunto como un todo.

3.4 BIOMECÁNICA

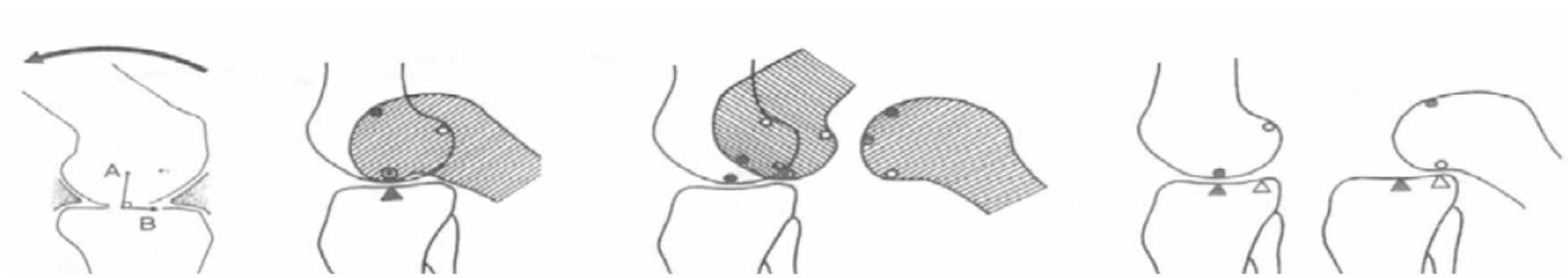
3.4.1 BIOMECÁNICA DE LA RODILLA

Su mecánica articular resulta muy compleja, ya que posee una gran estabilidad en extensión completa para soportar el peso corporal sobre un área relativamente pequeña; pero al mismo tiempo debe estar dotada de la movilidad necesaria para la marcha y la carrera y para orientar eficazmente al pie en relación con las irregularidades del terreno.

Durante la marcha el centro instantáneo de rotación anatómico de la rodilla varía su posición desplazándose a medida que avanza el movimiento, ello se debe a que el giro del fémur sobre la tibia no se realiza en un solo punto, ya que el fémur se desliza por encima de la tibia. En el plano transversal la flexión se acompaña siempre de un movimiento de rotación. La forma de los cóndilos femorales y la manera de actuar de los ligamentos cruzados condicionan estas características biomecánicas.



Por ello, desde un punto de vista teórico, **todas las ortesis de rodilla deberían contar con un sistema de articulaciones mecánicas policéntricas que se asemejaran en su comportamiento mecánico a la rodilla humana.** Sin embargo, en muchas ocasiones lo que se busca con la ortesis es estabilizar e imitar el grado de movilidad articular, aceptándose por lo general las articulaciones de tipo monoaxial. Los materiales que se utilizan deben permitir un margen de movilidad para respetar la norma fisiología de la rodilla.



3.4.2 MARCHA

El estudio sobre la locomoción humana normal es indispensable para disponer de la totalidad de elementos, criterios, hechos y eventos involucrados en la problemática que se busca resolver. Así, el estudio en la materia se ha descrito como una serie de movimientos alternantes, rítmicos, de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad. El ciclo de la marcha comienza cuando el pie contacta con el suelo y termina con el siguiente contacto con el suelo del mismo pie. Los dos mayores componentes del ciclo de la marcha son: la fase de apoyo y la fase de balanceo (fig. 1). Una pierna está en fase de apoyo cuando está en contacto con el suelo y está en fase de balanceo cuando no contacta con el suelo.

La longitud del paso completo es la distancia lineal entre los sucesivos puntos de contacto del talón del mismo pie. Longitud del paso es la distancia lineal en el plano de progresión entre los puntos de contacto de un pie y el otro pie (fig. 2).

Apoyo sencillo, se refiere al período cuando sólo una pierna está en contacto con el suelo. El período de doble apoyo ocurre cuando ambos pies están en contacto con el suelo simultáneamente.

Para referencia del pie significa que por un corto período de tiempo, la primera y última parte de la fase de apoyo, el pie contralateral está también en contacto con el suelo (fig. 3).

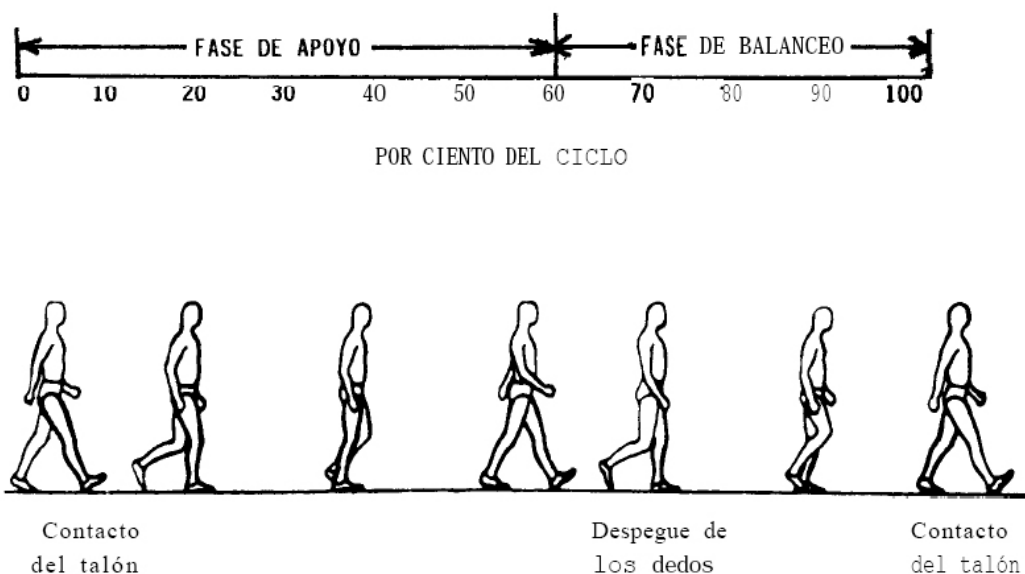
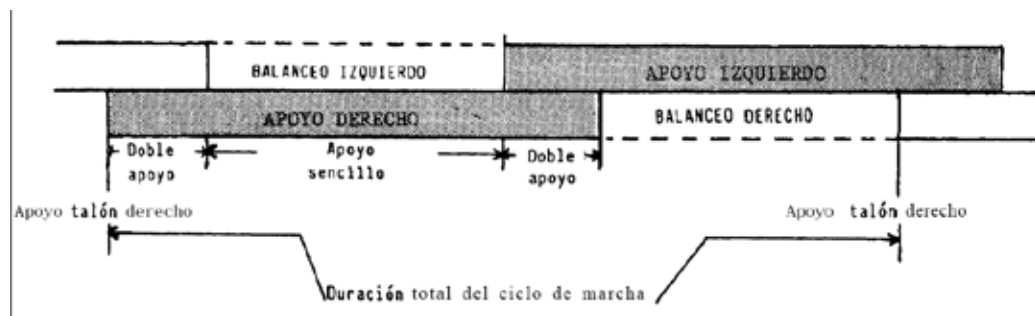


Figura 1



La cantidad relativa de tiempo gastado durante cada fase del ciclo de la marcha, a una velocidad normal, es:

1. Fase de apoyo: 60% del ciclo
2. Fase de balanceo: 40% del ciclo
3. Doble apoyo: 20% del ciclo.

3.4.3 MOVIMIENTOS DE LA RODILLA

El movimiento principal de la rodilla es la flexoextensión. También son posibles las rotaciones de la tibia bajo el fémur y movimientos como la inclinación lateral, el desplazamiento anteroposterior de la tibia y la compresión-descompresión.

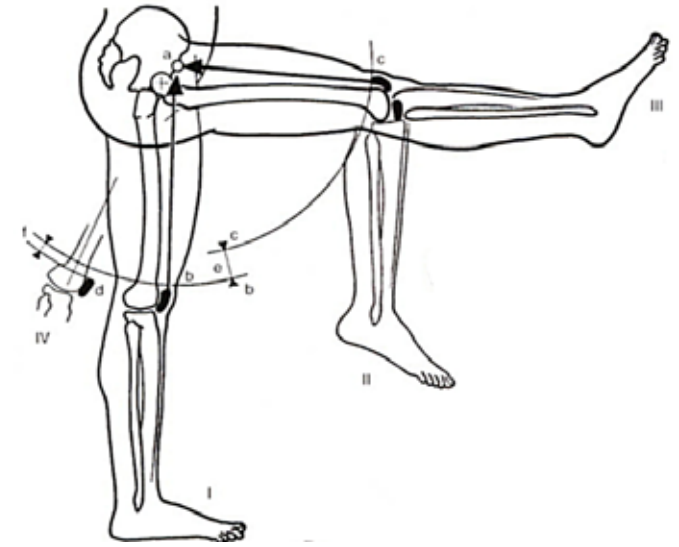
FLEXOEXTENSIÓN

La flexión es el movimiento que aproxima las caras posteriores del muslo y la pierna y su amplitud varía según la posición de partida y el tipo de movimiento.

La flexión activa es máxima con la cadera en flexión. La flexión activa va de 140° (con la cadera en flexión) a 120° (con la cadera en extensión).

La flexión pasiva alcanza una amplitud de 160° y llega a permitir que nos sentemos apoyando la nalga sobre los talones.

La extensión aleja las caras posteriores del muslo y la pierna. En la extensión completa, desde una visión lateral, el eje del muslo se continúa con el eje de la pierna.



ROTACIONES

Los movimientos de rotación se consiguen con la rodilla flexionada, ya que cuando está extendida la tensión ligamentosa mantiene bloqueada la articulación para estas rotaciones, los grados son medidos en posición decúbiteo estos ángulos son de 40° de rotación externa y 30° de rotación interna.

Flexión Activa

140°

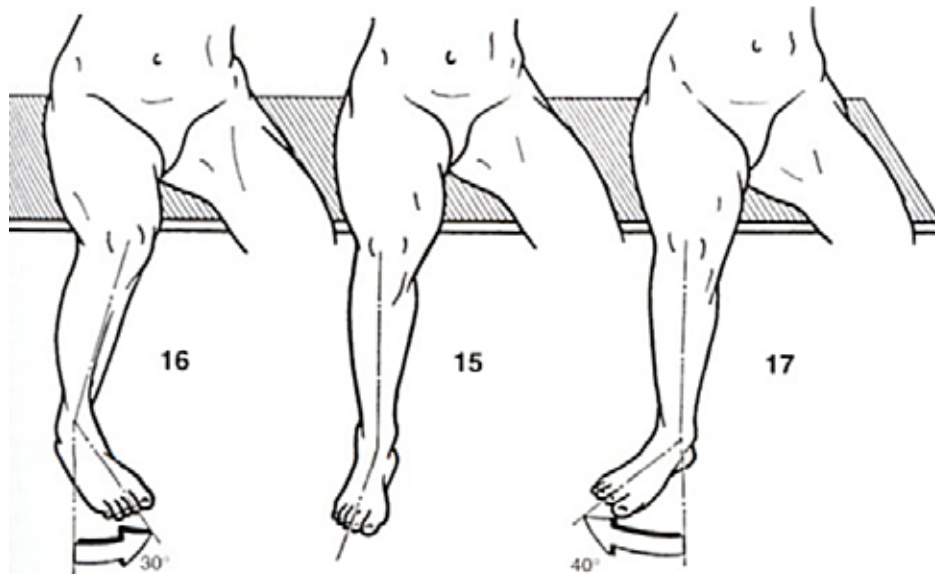


Rotación externa	40°
Rotación interna	30°
Rotación axial activa	180°

MOVIMIENTO DE ROTACIÓN AUTOMÁTICA

La rotación axial activa se mide flexionando la rodilla en ángulo recto, la flexión de la rodilla incluye la rotación de la cadera. La rotación interna dirige la punta del pie hacia dentro e interviene en gran parte en el movimiento de la aducción del pie. La rotación externa dirige la punta del pie hacia afuera e interviene también en el movimiento de abducción. La rotación externa es de 40° contra los 30° de rotación interna.

Existe una rotación axial denominada automática, ya que está relacionada con los movimientos de flexoextensión y no puede ser controlado a voluntad. Se produce con mayor escala en los últimos grados de la extensión o al iniciar la flexión. Cuando la articulación se extiende, el pie se va a arrastrando hacia la rotación externa, a la inversa, cuando la rodilla está flexionada, la pierna gira en rotación interna, el mismo movimiento se realiza cuando, al plegar las piernas sobre el cuerpo, la punta del pie se dirige hacia dentro, postura que también corresponde a la posición fetal.



3.5 CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Como primeras hipótesis de trabajo y conclusión, la gonartrosis es una enfermedad de creciente impacto social, es un padecimiento crónico-degenerativo que se muestra con más frecuencia a partir de los 40 años, ataca al cartílago de la rodilla provocando dolor e inmovilidad funcional articular y conforme la enfermedad avanza los síntomas van empeorando hasta deteriorar la capacidad física del afectado. Queda claro que la recuperación de los pacientes depende de un tratamiento integral donde la rodillera es parte importante del proceso de restauración de las capacidades físicas de los pacientes, siendo un aparato de uso temporal, no permanente, que promueva la independencia de los pacientes y su pronta recuperación.

Por otra parte se comprende la importancia de un análisis profundo sobre la mecánica de la rodillera, las propiedades de los materiales aplicados y la comodidad que debe brindar al paciente durante su uso, siendo el soporte mecánico uno de los factores primordiales.

La segmentación del mercado dependerá en gran parte de las etapas de la enfermedad, los tres grandes grupos son: artrosis de Grado 1, Grado 2 y Grados 3. Representan la evolución y gravedad de la enfermedad. Cada etapa exige necesidades específicas a cubrir, por lo tanto se tienen que identificar aquellas características para aplicarlas y tomar una decisión de qué grupo atacar. Otro factor de segmentación es la edad, ya que si bien la enfermedad es crónica y ataca a personas de todas las edades lo que implica crear un sistema para un grupo de usuarios con edades similares o tratar de implementarlo a la mayor cantidad de usuarios posibles.

También es cierto que un segmento cautivo lo constituye la población de 40 años y más; sin embargo el segmento de población entre 20 y 40 años que practica deporte y se encuentra expuesta o bien, sufre de obesidad constituyen poblaciones relevantes a considerar en términos de mercado. Estos grupos representan el mercado potencial del proyecto. No sobra aclarar que el ánimo de la presente investigación va más allá de consideraciones meramente mercantiles y busca contribuir a resolver un problema de salud socialmente creciente, lo cual no le resta rentabilidad a la propuesta pues cumplirá con el fin de ser accesible en precio, en calidad y en requerimientos funcionales.

Para el diseño del producto se tiene que tomar en cuenta el beneficio-costado, esto significa las ventajas y comodidades que la rodillera ofrece con respecto a su precio, funcionalidad y calidad.

Para una propuesta pertinente, es necesario considerar que el origen del problema es una enfermedad degenerativa que provoca invalidez temporal y hasta permanente. Es centrarse en los percances provocados en la movilidad del usuario y su relación con la ergonomía del producto, esto implica todos los procesos de colocación y retiro del dispositivo, factores de gran importancia para facilitar el uso y comodidad al usuario.

Por último, se tiene que contemplar el problema de la obesidad y su tratamiento con respecto a la gonartrosis, ya que su evolución y mejoramiento va de la mano con la reducción de peso y en consecuencia la pérdida de masa corporal, condicionante importante en el diseño del producto.

4 INVESTIGACIÓN

4.1 PROTOCOLO (REQUERIMIENTOS DE INFORMACIÓN)

En esta sección se trabajó en la recopilación de datos e información para el desarrollo del diseño. Tanto para validar las primeras hipótesis de trabajo, como para identificar otros aspectos imprevistos anteriormente.

La investigación se divide en tres partes:

- La identificación de los usuarios y personas involucradas en el tema tanto como pacientes, como fabricantes y médicos tratantes, en general: clientes; y la recopilación de la información por medio de entrevistas. En esta sección se hará un análisis de todos los clientes relacionados con la rodillera para tener una idea amplia de cuantos usuarios están involucrados, el objetivo es establecer una muestra representativa del grupo poblacional ya mencionado y de trabajo que será entrevistado.
- La organización de datos, su clasificación e interpretación para obtener los requerimientos del cliente. Todos los datos son agrupados en gráficas o matrices para tener una visión más clara de la información. Posteriormente, obtenemos las especificaciones del producto agrupándolas en bloques que responden a alguna tarea o función. Estos datos se basarán en la investigación documental y se compararán con productos actuales para identificar de qué manera y en qué grado resuelven los requerimientos.
- La creación de conceptos para resolver las tareas ya antes identificadas. La idea es obtener el mayor número de conceptos basados en diferentes disciplinas. Para este objetivo se organizarán grupos de trabajo con usuarios,

médicos, diseñadores e ingenieros. Se generará una matriz con los resultados para crear tres conceptos.

4.2 IDENTIFICACIÓN DE CLIENTES

4.2.1 TABLA DE CLIENTES

La tabla de clientes consiste en agrupar a los usuarios que directa o indirectamente estuvieran relacionados con la rodillera. Para esto se creó una tabla que contiene cuatro preguntas: ¿Qué hacen con el equipo? ¿Dónde? ¿Cuándo? y ¿Para qué? Estas preguntas ayudaron a ampliar la visión del uso del producto e identificar posibles clientes sin perder información que pudiera ser importante. Posteriormente se aplicaron las entrevistas correspondientes.

En la siguiente página se muestra una gráfica de los clientes del producto ya referidos. Al identificar los usuarios podemos ampliar nuestro campo de acción y obtener más información sobre deficiencias o ventajas del producto sin olvidar alguna necesidad que no se pueda detectar a simple vista. En este caso se entrevistaron a pacientes, médicos, ortesistas y a familiares que ayudan a los pacientes a realizar sus actividades.

Tabla de clientes.

	Paciente	Médico	Vendedor	Proveedor	Familiares/ ayudantes	Transportación y distribución	Ortesistas	Mantenimiento	Desechar y reciclar
¿Qué hacen con el equipo?	Lo coloca Lo suda Camina con él Lo usa	Lo prescriben	Muestra el producto Lo prueba Explica uso	Produce el equipo Lo empaca Lo embala Lo estiba	Lo colocan Lo lavan Lo transportan	Lo entregan a la tienda o ventas a domicilio	Lo vende Lo produce a la medida	Lo lava Lo limpia Lo aceita	
¿Cuándo?	Durante la rehabilitación de gonartrosis	Durante la consulta	Cuando el cliente visita la tienda Cuando el cliente habla por teléfono Información por internet	Cuando tiene un pedido	Cuando el producto está sucio Cuando el paciente quiere desplazarse y usar la rodillera	Cuando tienen un pedido Cuando promocionan el producto	Cuando un médico lo receta Cuando un paciente se presenta	Cuando está sucio Cada cierto tiempo	
¿Dónde?	En la casa Durante caminatas prolongadas	En el hospital En el consultorio privado	En la tienda Página web Información telefónica	En un taller o fábrica	Durante caminatas prolongadas con el paciente En casa	En el centro de ventas y distribución En la fábrica	En su taller En su local Su casa	Lavadora Lavabo	
¿Para qué?	Restaurar la estabilidad de la rodilla Reducir el dolor Complemento del tratamiento rehabilitatorio	Para la recuperación física del paciente	Para vender Para promover el producto	Para cubrir un pedido	Para ayudar al paciente y facilitar la vida	Para entregar un pedido Satisfacer la demanda de los compradores	Para vender Satisfacer la necesidad Proporcionar un servicio	Mantener su funcionamiento	

Tabla superior muestra los clientes del producto (involucra a todas las personas relacionadas con el objeto directa o indirectamente).

4.2.2 ENTREVISTAS

Utilizando el método del 'Estudio Etnográfico como herramienta para la investigación por medio de la entrevista a profundidad, se redactó un protocolo de experiencias con 22 preguntas abiertas enfocadas a recopilar datos sobre la calidad de vida del paciente y la relación que tiene con la ortesis. ¿Cómo lo ayuda?, ¿Cómo se siente?, etc. Al ser un estudio cualitativo y no cuantitativo, nos permite obtener datos importantes con una pequeña muestra. Más que una entrevista es una conversación que se realiza en el lugar donde la persona se desenvuelve, esto nos revela datos y detalles que un cuestionario con preguntas cerradas difícilmente revelaría. El cuestionario se aplicó con el apoyo de una videocámara, se entrevistaron a tres pacientes representativos de distintas edades y que sufren de artrosis en diferentes etapas de la enfermedad, a dos médicos, un ortesista y un familiar de un paciente.

Los datos obtenidos se transcribieron como fueron expresados por los entrevistados, esto ayudó a encontrar detalles que en el momento de la filmación no fueron observados. Estas son las necesidades identificadas para mejorar la ortesis (Or):

La Or debe de ser fácil de colocar y retirar.

La Or se debe colocar de manera práctica.

La Or se debe retirar con facilidad, sin atascarse con la piel.

La Or debe de colocarse en el menor número de paso.

La Or debe permite colocarse con la pierna estirada.

↑ Herramienta metodológica validada a través de diversos estudios e investigaciones que para el diseño industrial ha sido utilizada exitosamente, por ejemplo vease: insitum.com

La Or no debe causar molestias en jornadas largas de uso.

La Or no debe causar daños a la piel por componentes móviles o flexibles.

La Or debe ser confortable, evitar la aparición de rozaduras por uso prolongado.

La Or debe permitir realizar movimientos básicos de la rodilla con libertad, sin causar molestias.

La Or debe poderse usar durante recorridos o viajes largos de sostén.

La Or debe mantener un ajuste constante a lo largo de la pierna y rodilla.

La Or debe mantener su posición mientras el usuario se desplaza.

La Or debe contar con buen agarre de la pierna en sus extremos superior e inferior.

La Or debe ajustarse perfectamente a la articulación y sostener gran parte del muslo.

La Or debe mantener una tensión continua en la pierna.

La Or debe ajustarse a la reducción de masa corporal de la pierna.

La Or debe conservar la forma a lo largo de su vida útil.

La Or debe conservar sus propiedades mecánicas y elásticas a lo largo de su vida útil.

La Or debe tener un tiempo de vida mayor al tiempo que tarda la rehabilitación del paciente.

La Or debe brindar protección y soporte mecánico a la rodilla.

La Or debe poderse usar en rodillas inflamadas.

La Or debe mantener el eje natural de la articulación, ayudando a la carga, permitiendo que el usuario se movilice.

La Or debe mantener una temperatura confortable en la rodilla.

La Or debe permitir la transpiración de la piel y la liberación

de vapor de agua.

La Or debe proveer una sensación térmica y desinflamatoria, sin calor excesivo.

La Or debe proyectar una imagen modera y deportiva.

La Or debe de disimularse, que sea menos vistosa.

La Or debe contar con información de uso y colocación.

La Or debe tener un costo accesible para gente con bajos recursos.

La Or se debe mantenerse limpia durante un largo periodo de tiempo.

4.2.3 FICHAS TÉCNICAS

Con la información obtenida en las entrevistas se creó una ficha técnica por cada paciente donde se describe su actividad diaria y se anexan los comentarios que ofrecieron con respecto al uso y funcionamiento de la rodillera en su vida cotidiana.

Paciente A.

Madre de familia, su profesión es medico cirujano, sufre de artrosis en ambas rodillas. La flexión de sus extremidades inferiores se limitó después de la enfermedad. Su rutina diaria es: levantarse, prepara la comida para su esposo y sus hijos, trabajar sentada 6 horas y cuando cambia de servicio médico pasa 6 horas de pie trabajando, además es profesora en la universidad y por la tarde atiende su casa. Explica que por la mañana la rodilla le duele y tiene que hacer ejercicios de calentamiento, de flexión y estiramiento. Al bajar las escaleras, tiene problemas apoyando y sus flexiones son forzadas. Tiene antecedentes de traumatismos en rodillas por caídas.

El aumento de sus actividades y los cambios de temperatura incrementaron los dolores y como consecuencia aumentó el consumo de aines. El problema de flexión de rodilla aumentó 45% por lo que aplicaron una dosis de gilocaina y recetaron rehabilitación donde le enseñaron a caminar y a cuidar su articulación haciendo actividad física y ejercicios de flexionamiento, esto mejoró mucho su estado físico y nunca suspendió sus labores. Usa la rodillera por sentimiento de inestabilidad pero la inflamación incomoda el uso de la ortesis, imposibilitado el manejo del coche por dolores. La rodillera no siguió el tratamiento reductivo de talla que necesita, lo cual provocó que ésta le quedara más con el tiempo. Usaba la rodillera como parte del vestuario desde que salía de la casa y al sentarse le causaba incapacidad física, por la noche procura disminuir actividades y dejar de usar la rodillera.

Paciente B.

Mujer de 65 años, jubilada, madre y abuela, sufre de artrosis de rodilla.

Ha usado 3 diferentes tipos de ortesis: articulada, elástica y un soporte de rodilla abierto. Comenta que la rodilleras elásticas cerradas son mas fáciles de ponerse, al contrario de las ortesis abiertas que son más complicadas de ajustar para un adulto mayor. Además, no cuenta con un manual que muestre cómo colocar la ortesis y el personal que las vende no está capacitado para dar una buena asesoría a los clientes. Durante su uso la rodillera elástica se deformaba y se debilitaba, sin mantener un ajuste continuo, recomienda usar un sistema de ajuste sencillo y practico como una rodillera cerrada que pueda colocarse fácilmente. La rodillera articulada le provocaba sudor, haciendo que el material se pegara a la piel,



Las imágenes de arriba muestran el equipo ortésico usado por la paciente A. Una rodillera cerrada con broches de velcro para ajustarse al cuerpo.

dificultando el libre desplazamiento de la ortesis al momento de retirarla. Como dato curioso, la señora no pide ayuda para colocarse la rodillera, dejando la ortesis sobrepuesta y sin funcionar efectivamente. Alega que el ajuste de la articulación le molesta. En cuanto a su vestimenta, tiene que utilizar la ortesis con falda larga o pantalón amplio por que le molesta que se marque la rodillera. Los colores y la imagen que tiene la rodillera no los encuentra estéticos, preferiría colores sobrios y que correspondan a su edad, así como a sus gustos.

Paciente C.

Hombre de 46 años, padre de familia. Padece de artrosis de rodilla en ambas piernas, en una de las cuales ya ha tenido una cirugía donde le colocaron una prótesis. Usa rodilleras en ambas piernas, comenta que la rodillera suda mucho y tiene excoriaciones por el uso prolongado. Le molestan las barras laterales de la rodillera cerrada que usa, además le cuesta trabajo doblar la rodilla por lo que necesita ayuda al colocarse la ortesis.

No le molesta mostrar las rodilleras en público, de hecho pide que las rodilleras sean mas deportivas y llamativas. En los equipos ortésicos se nota un desgaste considerable, lleva mas de 8 meses con uso continuo pero tiene que dejar de usarlos como recomendación.



Las imágenes muestran los equipos ortésicos utilizados por la paciente B. Se pueden ver dos tipos de rodillera:

- Una cerrada en color crema, con cojines laterales y varillas que dan soporte.
- Una rodillera abierta con sistema de ajuste de velcro con cinchos, fabricada en neopreno.

También se muestra una radiografía con la desviación provocada por la artrosis.

4.3 ORGANIZACIÓN DE RESULTADOS

4.3.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE

Para dar orden a las declaraciones de los usuarios, la información obtenida se organizó en una tabla de requerimientos del cliente donde se enumeró e interpretó cada una de las necesidades expresadas por los usuarios. La tabla sirve como base para la creación de las especificaciones técnicas del producto que ayuda a identificar qué necesidades son reales y así poder incluirlas en la lista de especificaciones del producto.

Tabla de requerimientos del cliente.

No.		Necesidad	Imp
1	LaOrtesis	Fácil de colocar y retirar.	
2	LaOrtesis	Colocación práctica.	
3	LaOrtesis	Retirarse con facilidad.	
4	LaOrtesis	Colocación en el menor número de pasos.	
5	LaOrtesis	Colocación con la pierna estirada.	
6	LaOrtesis	No causar molestias a lo largo de jornadas largas de uso (sentado o parado).	
7	LaOrtesis	No causar daños a la piel por componentes móviles o flexibles.	
8	LaOrtesis	Confortable, evitar la aparición de rozaduras por uso prolongado.	
9	LaOrtesis	Permite realizar movimientos elementales de la rodilla con libertad, sin causar molestias.	

No.		Necesidad	Imp
10	LaOrtesis	Usarse durante recorridos o viajes largos de sostén.	
11	LaOrtesis	Ajuste constante a lo largo de la pierna y rodilla.	
12	LaOrtesis	Mantener su posición mientras el usuario se desplaza.	
13	LaOrtesis	Contar con agarre de la pierna en sus extremos superior e inferior.	
14	LaOrtesis	Ajustarse perfectamente a la articulación y sostener gran parte del muslo.	
15	LaOrtesis	Mantener una tensión continua en la pierna.	
16	LaOrtesis	Ajustarse a la reducción de masa corporal de la pierna.	
17	LaOrtesis	Conserva sus forma a lo largo de su vida útil	
18	LaOrtesis	Conservar sus propiedades mecánicas y elásticas a lo largo de su vida útil.	
19	LaOrtesis	Tener un tiempo de vida mayor al tiempo que tarda en la rehabilitación del paciente	
20	LaOrtesis	Brindar protección y soporte mecánico a la rodilla.	
21	LaOrtesis	Brindar protección y soporte a la rodilla.	
22	LaOrtesis	Usarse en rodillas inflamadas.	

No.		Necesidad	Imp
23	LaOrtesis	Mantener el eje natural de la articulación, ayudando a la carga y permitiendo que el usuario se mueva.	
24	LaOrtesis	Mantener una temperatura confortable en la rodilla.	
25	LaOrtesis	Permitir la transpiración de la piel y la liberación de vapor de agua.	
26	LaOrtesis	Generar una sensación térmica y desinflamatoria sin calor excesivo.	
27	LaOrtesis	Proyectar una imagen modera y deportiva.	
28	LaOrtesis	Ser disimulada, menos vistosa	
29	LaOrtesis	Contar con información de uso y colocación.	
30	LaOrtesis	Tener un costo accesible a la gente con bajos recursos.	
31	LaOrtesis	Mantenerse limpia durante un largo periodo de tiempo.	

La tabla muestra la interpretación de las declaraciones de los encuestados en términos de necesidades del usuario.

4.3.2 LISTA DE TRADUCCIÓN DE REQUERIMIENTOS A ESPECIFICACIONES

En esta lista se traducen los requerimientos del cliente a especificaciones técnicas del producto. Se le da un valor a cada necesidad, si alguna no puede ser medida se intenta buscar otro medio por el cual pueda ser calificada. En cuanto a la estética, se marca como un valor subjetivo, ya que la medición se realiza por medio de un “test” de usabilidad para determinar que estética es la mas adecuada. En caso de que un requerimiento no pueda ser medido, es muy posible que no sea una necesidad y se deseche. En algunos casos diferentes necesidades pueden ser medidas con una misma unidad y se colocan juntas.

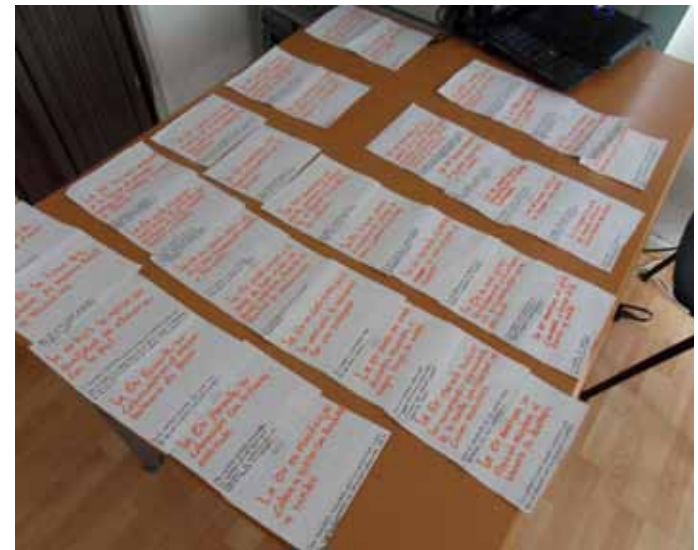
Lista de traducción de requerimientos a especificaciones

No.	No. Necesidad	Medición	Unidad de medida
1	1	Tiempo de colocación y cierre	Seg.
2	1, 2, 4	Número de pasos para colocarla (número de piezas)	Pasos
3	3	Apertura del sistema	Grados
4	5	Apertura del sistema	Grados
5	7	Desplazamiento mínimo de los componentes	cm
6	8, 12	Desplazamiento de la rodillera sobre el cuerpo	cm
7	8	Reacción alérgica al material (factor hipoalérgico)	Reactividad alérgica
8	8, 10	Fricción del material contra la piel	Coe d roza
9	10, 11, 20, 21	Tensión de la rodillera que genera para mantener la rodilla en su posición, tensión soportada	kg-fuerza
10	13, 14	Superficie de contacto	cm ²
11	14	Estiramiento del material, capacidad de ajustarse al cuerpo	Lim elast
12	15, 16	Distancia variable de ajuste	cm
13	17	Resistencia de material	Lim elas
14	18	Dureza del material	Fatiga
15	17, 18	Degradación de los materiales	Fatiga
16	19	Tiempo de vida de la rodillera	Meses
17	10, 20, 21, 23	Soporte del eje vertical de la pierna	Grados
18	14, 22	Ajuste variable	cm
19	22	Estiramiento del material	Lim elas
20	24	Ventilación de la rodillera	cm ²
21	25	Cantidad de vapor de agua liberado	Ind. trans
22	25	Área de la piel libre que permita transpirar	cm ²
23	26	Control de temperatura en área inflamada	Grados c
24	27	Imagen deportiva	Subjetivo
25	28	Menos vistosa	Subjetivo
26	29	Información de uso y recomendaciones sobre la colocación	Subjetivo
27	30	Costo accesible	\$mn.
28	31	Que no guarde olores (concentración de agente activo antimicrobiano)	%
29	7	Tamaño de los componentes	Volumen
30	9	Libertad de movimiento	Grados

4.3.3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Las especificaciones técnicas agrupan la lista de requerimientos del cliente junto con su traducción medible y las unidades de medida. En la tabla se agrega un valor meta que puede ser o no alcanzado, funciona para dar una idea de los parámetros y objetivos que se buscan.

Como resultado de los pasos anteriores se obtuvieron 30 necesidades. Para manejar con facilidad los datos, se organizaron las necesidades dentro de una lista de jerarquías: primarias y secundarias; en la cual una necesidad se puede convertir en primaria y contener a un grupo de necesidades relacionadas entre sí. Este trabajo pretende crear un mapa de grupos de requerimientos, las necesidades se van ordenando con respecto a su objetivo. Para organizar la información se usaron tarjetas individuales donde se colocó en el centro de la hoja la necesidad y como referencia, en una esquina se puso la declaración que realizó el entrevistado. De esta manera se agruparon las cartas de acuerdo a la similitud de la necesidad que expresaban y se organizan en diferentes temas.



Aplicación del ejercicio para jerarquizar necesidades por medio de tarjetas

Tabla de especificaciones técnicas.

Grupo	Necesidad	Traducción medible	Valor meta	Unidad de medición
Colocación y cierre	Es fácil de colocar y retirar	Tiempo de colocación y cierre	20 seg.	Seg.
	Se tiene que colocar con más práctica	Número de pasos	4	Pasos
	Se retira con facilidad	Apertura del sistema	45	Ángulos
	Permite su colocación en el menor número de pasos	Número de pasos	4	Pasos
	Permite su colocación con la pierna estirada	Apertura del sistema	45	Ángulos
Confort a largo plazo	No causa molestias durante jornadas largas de uso (sentado o parado)			
	No causa daños a la piel por componentes móviles o flexibles	Desplazamiento mínimo de componentes	.5	cm
	Es cómoda, evita la aparición de rozaduras por uso prolongado	Proporción del material sobre la piel Desplazamiento de los componentes	.5% .5	Coef de rozamie. cm
Ángulos de movimiento	Permite realizar movimientos elementales de la rodilla con libertad sin causar molestias	Flexión Activa Rotación externa Rotación interna Rotación axial activa Movimiento de rotación automática	140° 40° 30° 180°	Ángulos
Ajuste (Dinámico)	Mantiene un ajuste constante a lo largo de la pierna y rodilla	Distancia variable de ajuste	7	cm
	Mantiene su posición inicial mientras el usuario se desplaza	Desplazamiento	.5	cm
	Cuenta con buen agarre de la pierna en sus extremos superior e inferior	Superficie de contacto	50	cm ²
	Se puede ajustar perfectamente a la articulación y sostiene gran parte del muslo	Estiramiento del material		Lim elástico
	Mantiene una tensión continua en la pierna	Distancia variable de ajuste	7	cm
	Se puede ajustar a la reducción de masa corporal de la pierna	Distancia variable de ajuste	7	cm

Grupo	Necesidad	Traducción medible	Valor meta	Unidad de medición
Resistencia física	Conserva la forma a lo largo de su vida útil	Fatiga del material	12	Meses
	Conserva las propiedades mecánicas y elásticas a lo largo de su vida útil	Coefficiente de rozamiento o fricción mc (coeficiente de rozamiento dinámico, coeficiente de fricción cinético)		
	Tiene un tiempo de vida mayor al tiempo que tarda la rehabilitación el paciente	Tiempo de vida en meses	12	Meses
	Brinda protección y soporte a la rodilla	Soporte lateral a valgo en el plano frontal	Alrededor de 5°	Ángulo
	Puede ser usada en rodillas inflamadas	Ajuste variable	5	cm
	Mantiene el eje natural de la articulación, ayudando con la carga y permitiendo que el usuario se movlice	Soporte lateral a valgo en el plano frontal	5°	Ángulo
	Mantiene una temperatura confortable en la rodilla	Ventilación de la rodillera	30	Área cm ²
	Permite la transpiración de la piel y la liberación de vapor de agua	Capacidad de transpiración del material		RET, (Resistant to Evaporation Transfer) gr/m ² en 24 horas
	Genera una sensación térmica y desinflamatoria sin calor excesivo	Capacidad aislante del material	25	°Centígrados
	Exhibe una imagen modera y deportiva	Encuesta con el usuario		Subjetivo
	Se disimula, es menos vistosa	Encuesta con el usuario		Subjetivo
	Cuenta con información de uso y colocación	Encuesta con el usuario		Subjetivo
	Tiene un costo accesible a la gente con bajos recursos	Encuesta con el usuario	Subjetivo	\$mn.
Se mantiene limpia durante un largo periodo de tiempo	Que no guarde olores	%	Concentraciones de agente activo antimicrobiano	

4.3.4 PONDERACIÓN

Para clasificar las necesidades por el nivel de importancia dentro del diseño de producto, se creó una matriz colocando en la parte superior los grupos de necesidades a resolver y en el costado izquierdo los cuatro factores de diseño: función, producción, estética y ergonomía. Para calificar cada necesidad con respecto a los factores de diseño, se usó la clasificación 1, 3 y 5 (poco importante, importante y muy importante respectivamente) sumando los datos en cada columna se obtuvo el valor cuantitativo. A la derecha se observa la tabla organizada con respecto al nivel de importancia obtenida. Se colocó el grupo de la necesidad como título y una pequeña descripción de los problemas a resolver, de esta manera se encontraron los puntos críticos del producto.

	Colocación y cierre	Confort a largo plazo	Ángulos de movimiento	Ajuste (dinámico)	Resistencia física y química	Soporte mecánico	Ventilación y temperatura	Aspecto	Información de uso	Costo	Limpieza
Ergonomía	5	5	5	5	1	5	5	1	1	1	1
Función	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5
Producción	5	5	1	1	5	5	3	5	1	5	5
Estética	5	1	1	3	1	5	1	5	1	1	1
Resultados	20	16	12	14	12	20	14	12	8	12	12

Colocación y cierre	20
Sistema de colocación, ajuste y cierre rápido y práctico de usar para el paciente, que le permita colocarlo sin ayuda, promoviendo que el paciente no abandone su uso.	
Soporte mecánico	20
Brinda soporte a la rodilla manteniéndola en su posición.	
Confort largo plazo	16
Características que permitan dar comodidad al paciente durante el uso prolongado de la rodillera. Evitar rozaduras y excoiraciones.	
Ventilación y temperatura	14
Disminuir el sudor y controlar la temperatura para favorecer la recuperación del paciente reduciendo molestias.	
Ajuste (dinámico)	14
Uso de ajuste continuo a lo largo de la pierna para impedir que el dispositivo se resbale durante la marcha y mantener el soporte que la rodillera brinda a la articulación.	
Ángulos de movimiento	12
Permitir los movimientos básicos de flexo-extensión y rotación axial de la rodilla, impidiendo el juego lateral de la articulación.	
Resistencia física y química	12
Resistencia al desgaste (fricción), a las tensiones y compresiones, además de soportar químicos como detergentes.	
Apariencia	12
Se trabaja con la apariencia del producto para que pueda ser usada por adultos y adultos mayores.	
Costo	12
Producto con buen diseño y un precio accesible.	
Limpieza	12
Mantiene al producto libre de bacterias y malos olores.	
Información de uso	8
Brinda información al usuario sobre el uso del producto y su mantenimiento.	

4.4 INVESTIGACIÓN DEL MERCADO

4.4.1 COMPARATIVA DE PRODUCTOS: OFERTA

La tabla muestra una serie de productos comercializados en el mercado nacional, en la parte inferior de cada imagen se encuentran las especificaciones técnicas junto con el precio,

La información se puede comparar y evaluar (costo/calidad), de esta manera se pueden identificar los diferentes nichos de mercados al los que se dirigen los productos. Concluyendo cuál es el mercado meta.

 <p>Don Joy Realiza las actividades fácilmente. Con una llave se puede ajustar el cóndilo medial o lateral aplicando la carga dependiendo del nivel de necesidad. A medida, especificar pierna derecha o izquierda. Precio 554 USD</p>	 <p>Elcross Rodillera mecánica abierta para paciente que no puede doblar la rodilla. Cojín rotuliano, cinchos de velcro superior e inferior. Varillas articuladas laterales. Precio 950MN</p>	 <p>Active support Banda ajustable en velcro incrementa el confort y control de compresión. Varillas laterales rígidas Protección de estructuras periféricas a la articulación. Precio 1120 MN</p>	 <p>Rodillera genérica Confeccionada en licra con cojín de espuma. Cubierta interna en algodón. Resortes laterales. Ajuste con bandas de velcro. Precio 443 MN</p>	 <p>PslIi McDavid Rodillera articulada cerrada. Soportes laterales biarticulados. Bandas ajustables de velcro. Centro rotuliano abierto. Precio 1160 MN</p>
 <p>Soporte de rodilla Hecho en coolpreño. Absorbe la humedad, mantiene la piel fresca. Anillo rotuliano. Precio 450 MN</p>	 <p>Ortiz Varillas articulares monocéntricas de aluminio. Diseño anatómico. Fabricada en neopreno. Anillo rotuliano. Precio 600 MN</p>	 <p>Rodillera Genérica Diseño ergonómico. Varillas flexibles. Fabricada en neopreno. Cintas ajustables de velcro. Precio 590 MN</p>	 <p>Rodillera cerrada Active Support Rodillera cerrada. Bandas ajustables de Velcro. Varillas laterales monocéntricas rígidas. Arco de silicona como centro rotuliano. Precio 700 MN</p>	 <p>Active Support Rodillera cerrada. Estabilizador de rótula. Varillas flexibles. Bandas de velcro ajustables. Precio 805 MN</p>

4.4.2 GRÁFICA

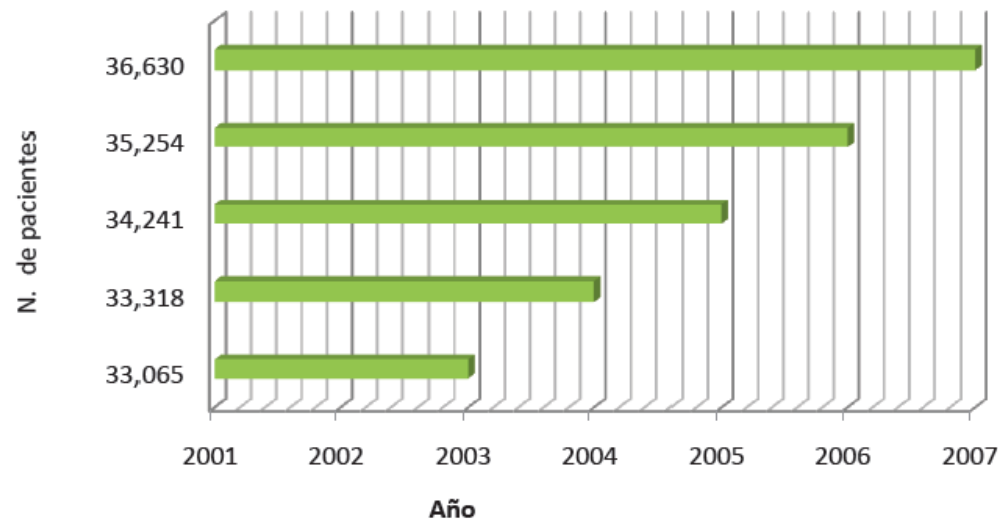
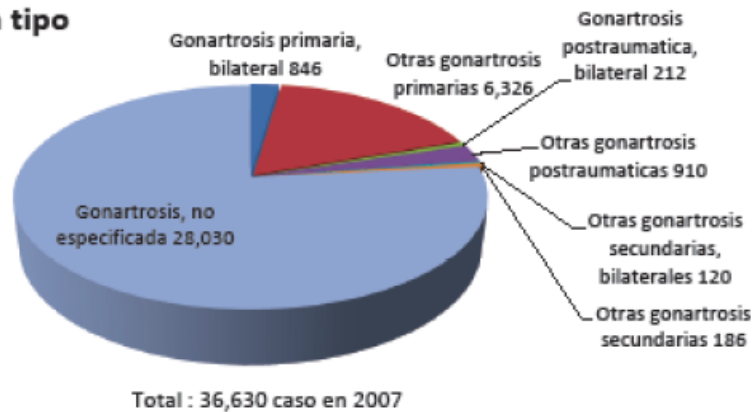
Teniendo los productos detectados y clasificados se creó una tabla comparando los factores precio y calidad. Se agruparon las rodilleras por el precio de venta al público y se acomodaron en la tabla con respecto al beneficio que le brindan al usuario. Se pueden observar 5 diferentes nichos de mercado:

- Rango bajos: productos que no llegan a cumplir los requerimientos básicos para el tratamiento, precio entre \$200.00 y \$400.00.
- Rango sencillo: rodilleras que cumplen con las especificaciones básicas, hechas de neopreno pero con carencias en el ajuste, precio entre \$400.00 y \$550.00.
- Rango medio: rodilleras con sistema de ajuste regulado, bisagras sencillas, precio entre \$600.00 y \$900.00
- Rango alto: Rodilleras con sistema de ajuste regulado, bisagras con ajuste de movimiento, precio entre \$900.00 y \$2,000.00
- Rango de lujo: rodilleras hechas a la medida, se especifica pierna, fabricadas en fibra de carbono con cuerpo rígido y cinchos ajustables, contienen sistema de ajuste en la bisagra que regula la desviación de la rodilla, precio entre \$5,000.00 y \$10,000.00.

El nicho de mercado se ubicaría al nivel del sencillo pero con mejores características y beneficios, tratando de mantener un precio competitivo.



Gonartrosis segun tipo



4.4.3 ESTADÍSTICA

Las siguientes estadísticas se obtuvieron por medio de la División de Información en Salud del Instituto Mexicano de Seguro Social e incluyen datos únicamente de pacientes atendidos en esta institución.

Las tablas muestran los egresos hospitalarios según tipo de gonartrosis entre los años 2003 al 2007 se puede observar la incidencia de casos en la población adulta mexicana que han tenido un aumento de 3500 pacientes en un periodo de 4 años, lo que indica un crecimiento exponencial de personas con este padecimiento.

En el año 2007 se documentaron 36,630 casos que han sido de los tipos: primaria, bilateral y postraumática entre otros. Este grupo de pacientes es el mercado meta para el desarrollo del producto.

Según proyecciones del IMSS se estima que en México un 25% de la población adulta sufre de algún tipo de artrosis, porcentaje que se incrementa considerablemente en las personas mayores de 65 años.

4.4.4 EVALUACIÓN POR COMPARACIÓN

La evaluación comercial (benchmarking) es un conjunto de tareas que, en las ciencias de la administración de empresas, puede definirse como un proceso sistemático y continuo para evaluar comparativamente los productos, servicios y procesos de trabajo en organizaciones. Consiste en tomar comparadores o "benchmarks" de aquellos productos, servicios y procesos de trabajo que pertenezcan a organizaciones que evidencien las mejores prácticas sobre el área de interés, con el propósito de transferir el conocimiento de las mejores prácticas y su aplicación. Para este ejercicio tomamos tres marcas de rodilleras con características interesantes y soluciones innovadoras para el mercado, así como una rodillera genérica que es de alto consumo en el mercado mexicano. A continuación se muestra la imagen del producto con sus características técnicas.

Los modelos son los siguientes:

- Innovation sports CTI 2 para ortoartrosis
- OTTEC modelo RD552
- Genutrain, Rodillera con vendaje activo
- Rodillera genérica de neopreno

Modelo: C. TI. 2 OA

Marca: Innovation sports

\$720 a \$900 USD

Indicaciones:

- Osteoartrosis unicompartmental de grado leve a severo.
- Inestabilidades del LCA, el LLI, el LLE, el LCP.
- Inestabilidades rotatorias y combinadas.
- Actividades exigentes de la vida cotidiana.



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Bisagras accutrak, anatómicamente correctos con retenes de extensión.
- El colchado impide la migración.
- Mango inferior medial flexible mayor protección contra las fuerzas de rotación y es transpirable mayor comodidad.
- El sobre molde SensEdge respetuoso con la piel en las hebillas y el manguito inferior, aumenta la comodidad y elimina los puntos de presión.
- Total support system para inestabilidades del LCA, el LLI, el LLE, el LCP, inestabilidades rotatorias y combinadas.
- Bastidor rígido fabricado en compuesto de carbono laminado a mano.
- Fabricado a medida del paciente con hasta 7° de corrección a varo/valgo integrada en el bastidor
- Brazos mediales adicionales, blandos o rígidos.
- Hebillas interiores para un perfil más estilizado y bajo.
- Materiales anticorrosión, ideal para deportes acuáticos.
- Fabricado a medida.

Modelo: RD552

Marca: Ottec

€72

- Perfecto ajuste de rótula.
- Facilidad de colocación.
- Seguridad y durabilidad.



- Diseño anatómico en flexión.
- Sin ajuste de velcro en la pantorrilla.
- Mayor diámetro de orificio rotuliano.
- Unión de velero soldado.
- Modelo bilateral.

CARACTERÍSTICAS

Fabricada con Termotejido: material elástico altamente transpirable caracterizado por aportar comodidad y calor terapéutico al paciente. Dispone de un alojamiento para la rótula, facilitando la flexo-extensión de la articulación. Rodete viscoelástico que aporta un micromasaje sobre la zona patelar para favorecer la absorción de edemas. Incorpora articulaciones policéntricas laterales y anchas bandas de velcro ajustable para favorecer la estabilización. Ofrece calor terapéutico, compresión, soporte, estabilidad y mejora la capacidad propioceptiva.

VENTAJAS PARA EL TÉCNICO

Fácil adaptación: articulaciones policéntricas de fácil conformación sobre el paciente.

Versatilidad: rodete de material viscoelástico.

VENTAJAS PARA EL USUARIO

Regulable: sus anchas bandas de velcro transversales facilitan la regulación de la tensión ejercida.

Funcionalidad: facilita una perfecta y correcta movilidad de la articulación.

Sencillez: las bandas de velcro transversal se fijan a la ortesis mediante velcro, posibilitando la utilización de la ortesis sin las mismas.

Modelo: Rodillera con vendaje activo

Marca: Genutrain

\$90 USD

INDICACIONES

- Artrosis, artritis post-traumática y post-operatoria.

Con sujeción rótula en silicona y refuerzo lateral, es una ortesis activa de rodilla tejida anatómicamente en forma tridimensional, diseño anatómico que mejora el control muscular. Posee unos flejes laterales que estabilizan la articulación de la rodilla, alivian la tensión y no debilitan su función.

La almohadilla de silicona perfilada anatómicamente e insertada distribuye la presión de la rótula en las partes blandas de la rodilla realizando un masaje compresivo intermitente durante el movimiento. La construcción anatómica de la ortesis junto con la almohadilla perfilada de silicona insertada provoca, por un efecto de drenaje, una mas rápida reabsorción de edemas y hematomas, reduciendo el dolor y mejorando la función de la articulación. Así mismo, la articulación tiende a estabilizarse como consecuencia de la regulación en la mejora de la función muscular.

Rodillera Cojinete Rotuliano

\$400 a 800 pesos

Fabricada en cloropreno, sus microporos que permiten una ventilación disminuyendo la irritación dérmica. Tiene varillas flexibles laterales que ayudan a la estabilidad de los ligamentos. Tiene cojín rotuliano en forma de herradura con alma de látex para el adecuado control y centraje de la rótula, cincho de velcro superior e inferior para evitar la migración.



En la siguiente tabla se muestran los datos del Benchmarking, en la primera columna están colocadas las características que debe cumplir la ortesis junto con el nivel de importancia. La numeración en la parte superior indica que tan bien se cumple la función, los valores van en un rango de 1 a 5 representados de la siguientes manera:

- 1 mal
- 2 regular
- 3 bien
- 4 muy bien
- 5 excelente

Debajo de la tabla se encuentran los nombres de cada producto con un código que sirve para asignarlo e identificarlo en las columnas, con esto podemos revisar que tan bien cumplen cada función. Los datos obtenidos sirven para analizar el diseño final y saber de qué manera se están cumpliendo las necesidades y la calidad que se ofrece en el producto.

Características	Ponderación	1	2	3	4	5
Colocación y cierre	20			O	I C	G
Soporte mecánico	20			G C	O	I
Confort largo plazo	16			OC	G	I
Ventilación y temperatura	14			OC	G	I
Ajuste (dinámico)	14		I	OC	G	
Ángulos de movimiento	12			I	O	G C
Resistencia física y química	12			OC	G	I
Apariencia	12			C	O	G I
Costo	12	I			G O	C
Limpieza	12			OC	G	I
Información de uso	8	C		O		I G

R1 Ottec**O** R2 Innovation Sports **I** R3 Genutrain **G** R4 Cojinete Rotuliano **C**

5 CONCEPTO

5.1 GENERACIÓN DE CONCEPTOS

En esta sección se muestra el método utilizado para generar conceptos, se utilizó la lista de características dentro del bench marking.

Para generar conceptos se hicieron pequeños grupos de trabajo o sesiones individuales con usuarios, médicos, diseñadores e ingenieros, ya que de esta manera se puede obtener un número mayor de ideas y soluciones. A cada grupo se le presentó un resumen del problema y la lista de tareas que tiene que resolver el producto. La forma de trabajo se basó en generar mínimo tres conceptos por cada tarea, un ejercicio totalmente libre, donde los conceptos varían desde funciones sencillas a funciones muy complejas. Esto permitió que los participantes no sintieran restricciones al conceptualizar, buscando que no se desarrollaran soluciones sino verdaderamente conceptos o ideas. Se presentó una lista de 7 tareas: b

- Colocar y retirar
- Ajustar
- Cerrar
- Ventilación
- Mantener la temperatura
- Soporte mecánico
- Liberta de movimientos



Alumnos de diseño industrial generando conceptos

Al final del ejercicio se obtuvieron al rededor de 200 conceptos en total.

El siguiente paso consistió en depurar la información, se creó una matriz en la cual se pegaron todos los conceptos colocados por funciones y se tomaron tres factores para la eliminación:

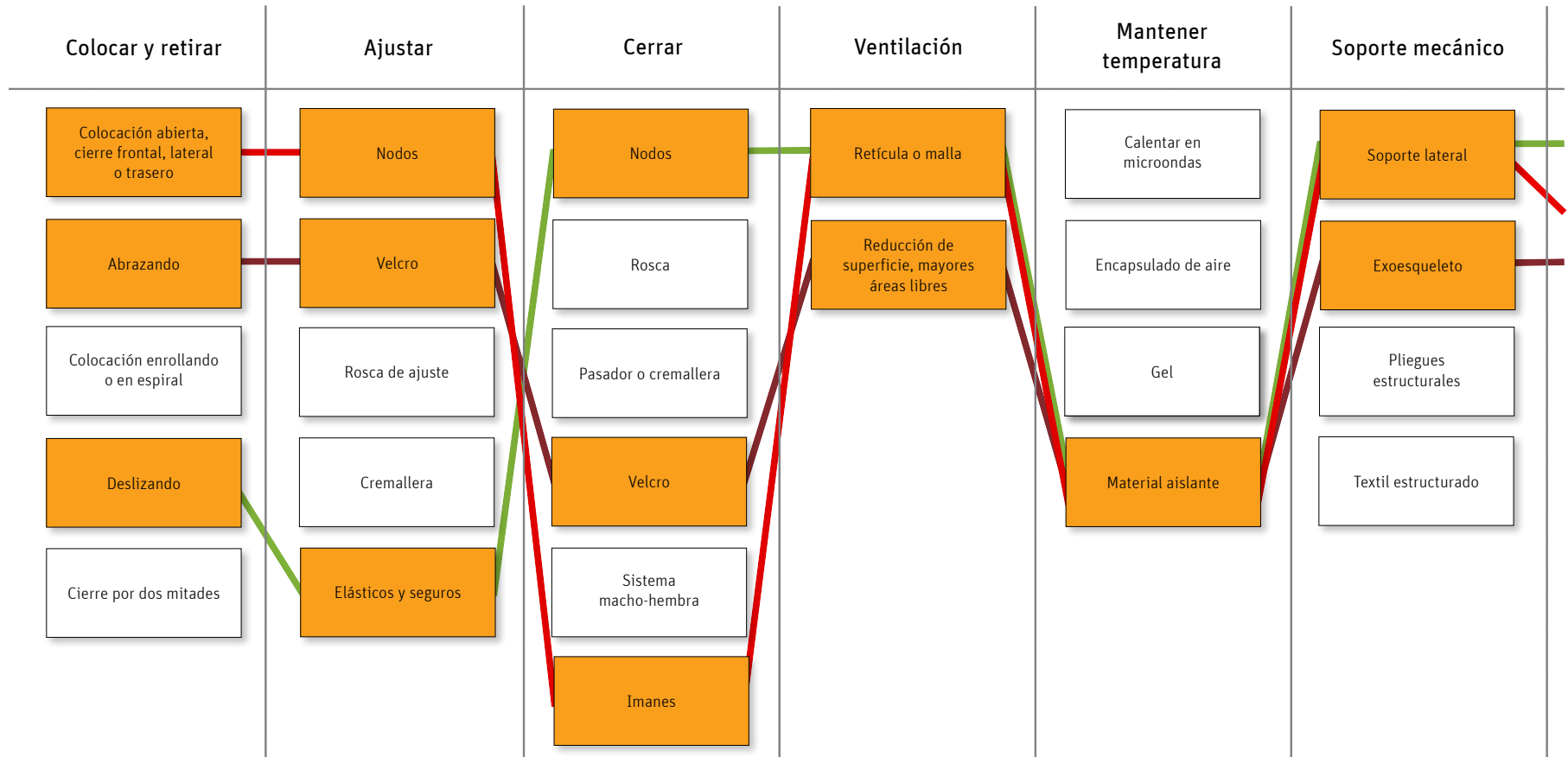
- Factibilidad (se puede o no se puede realizar)
- Factibilidad y disponibilidad tecnológica
- Pasa o no pasa (normativas: ambientales, funcionales, financieras, productivas)

Después de la depuración quedaron 28 conceptos que se utilizaron para dibujar una matriz en la cual se hicieron combinaciones. En este punto se juega con todas las ideas para obtener tres grupos de conceptos que serán desarrollados y mostrados al usuario para pedir su opinión sobre los diseños finales. La siguiente gráfica representa el resultado obtenido después de la depuración de todos los conceptos y las combinaciones para crear tres grupos de conceptos finales. Los grupos se definen por medio de líneas de color que unen los conceptos que posteriormente serán dibujados y mostrados al cliente para su análisis.

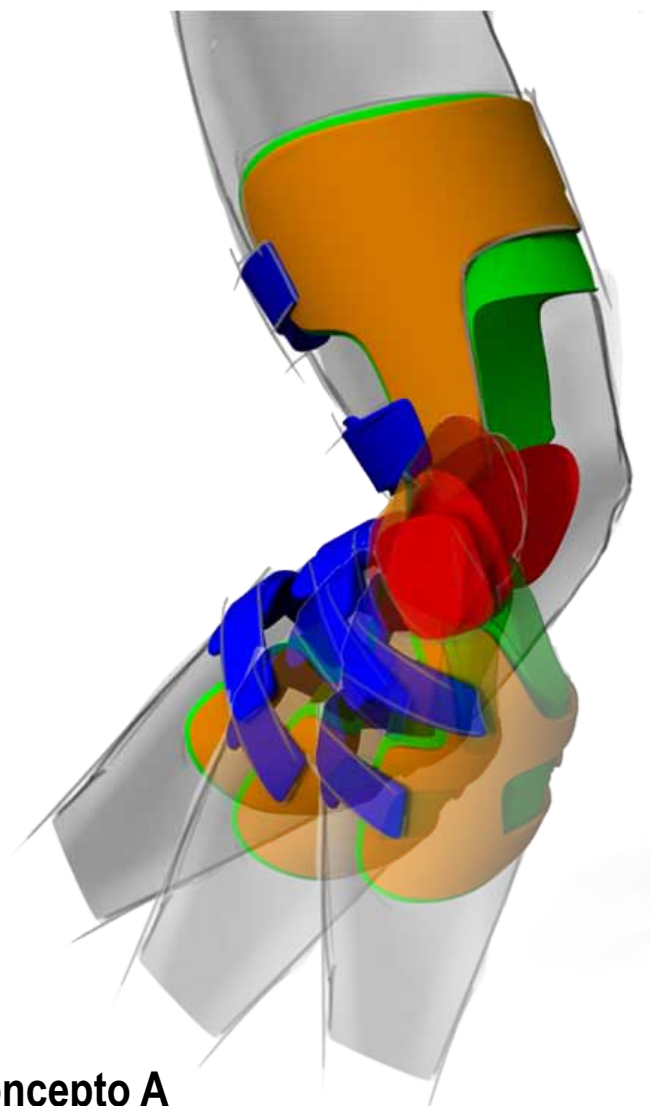


Alrededor de 200 conceptos conformaron el matriz en un muro.

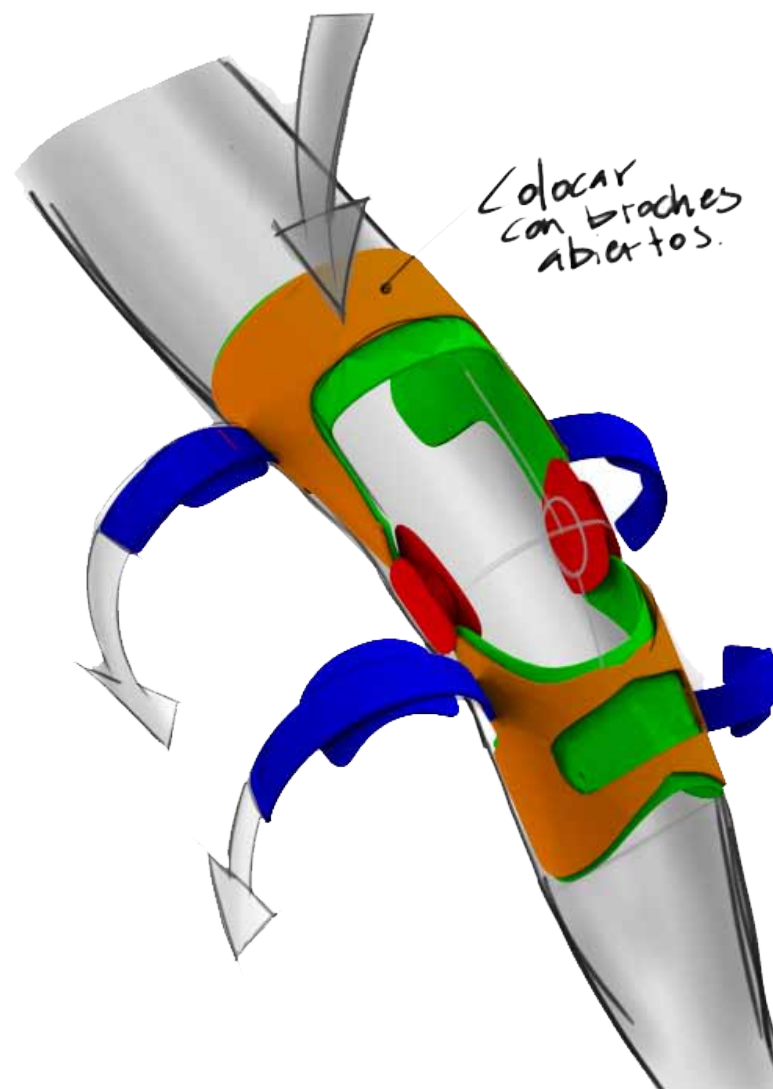
5.2 MATRIZ DE CONCEPTOS

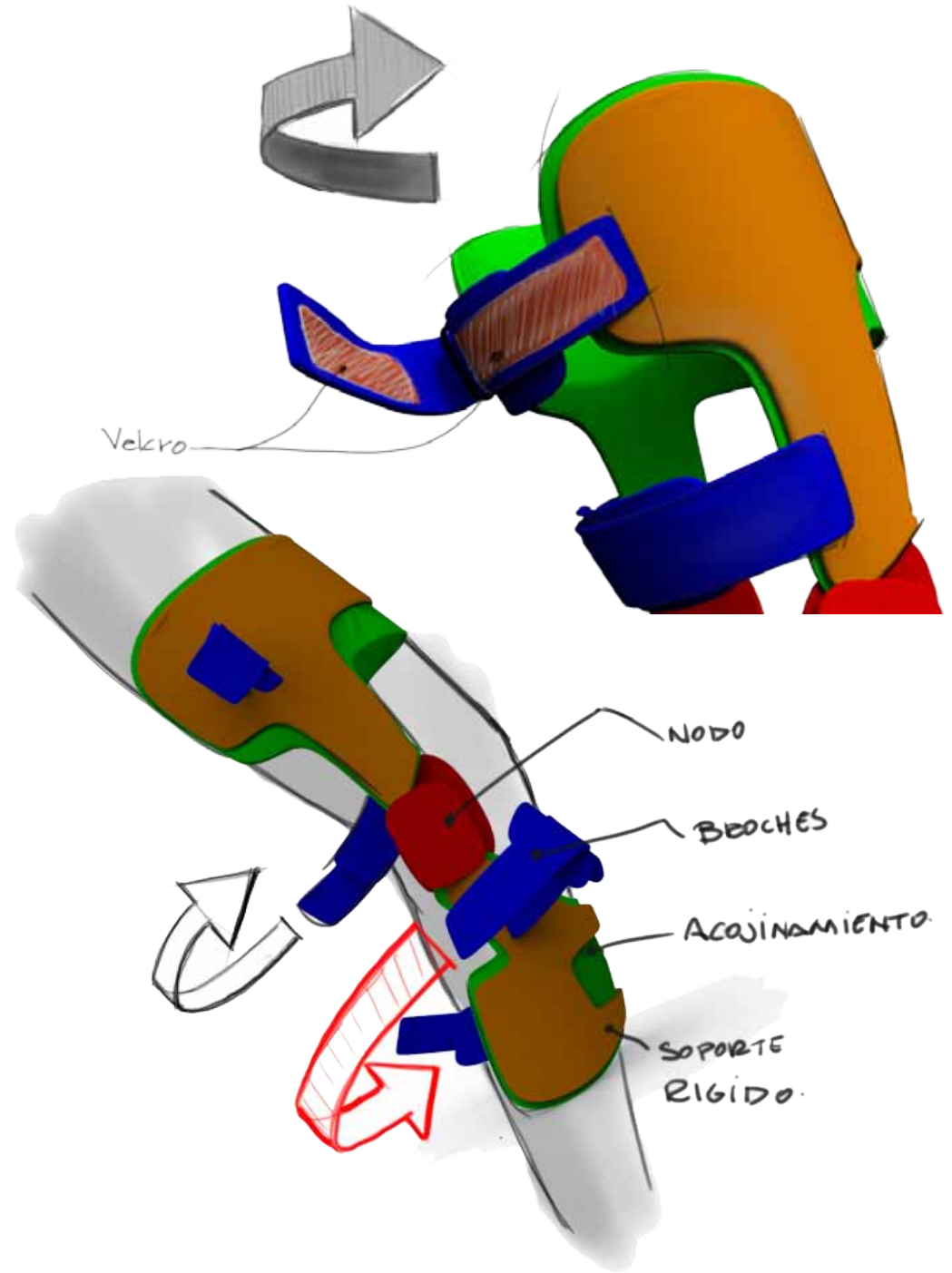
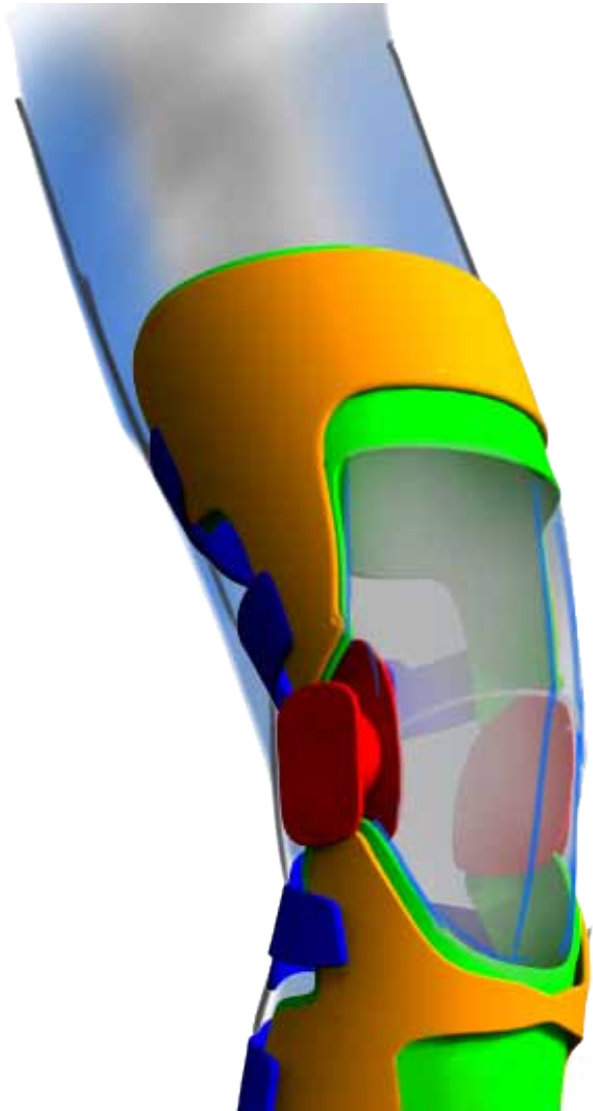


5.3 BOCETOS



Concepto A





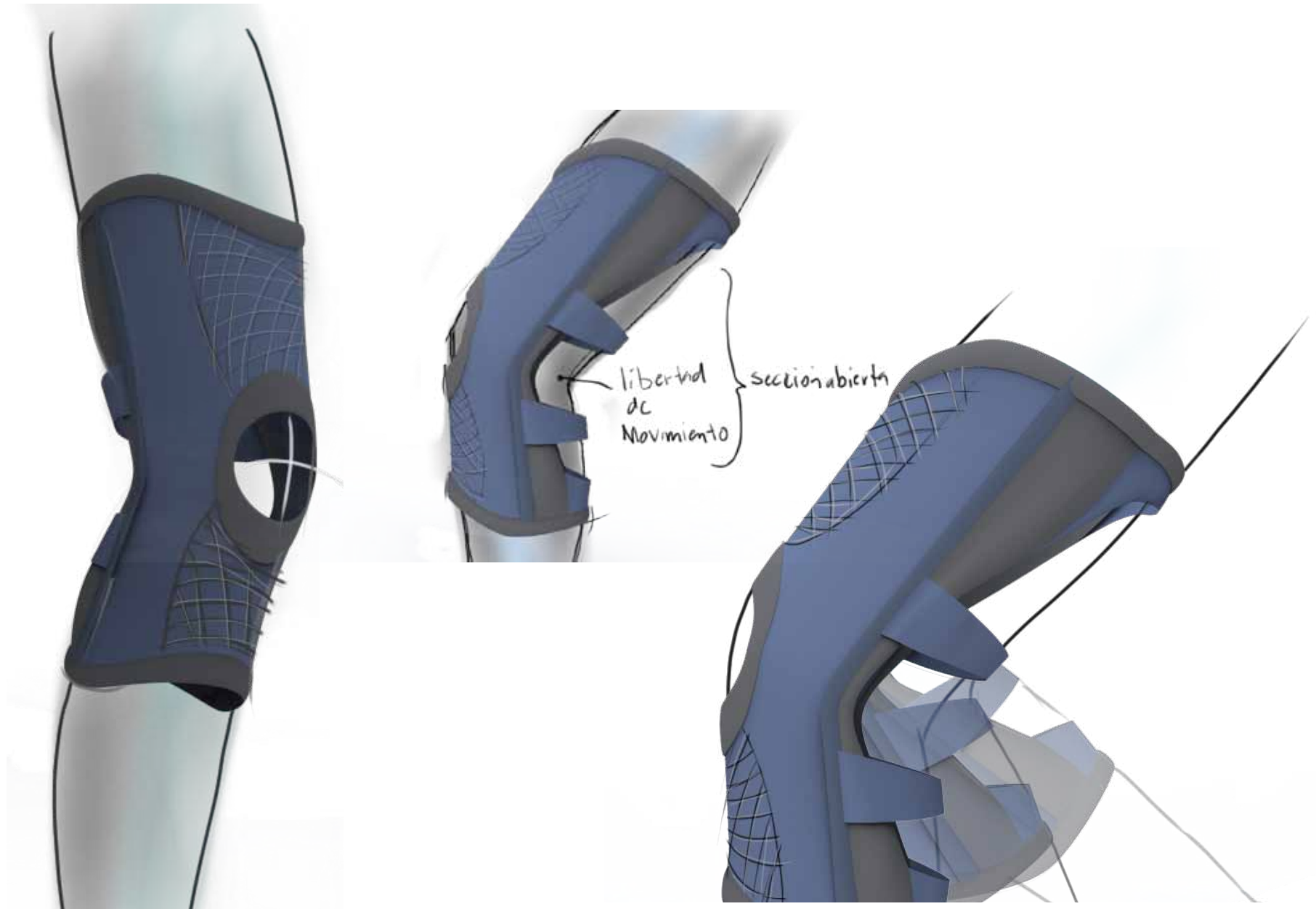
Ventilación

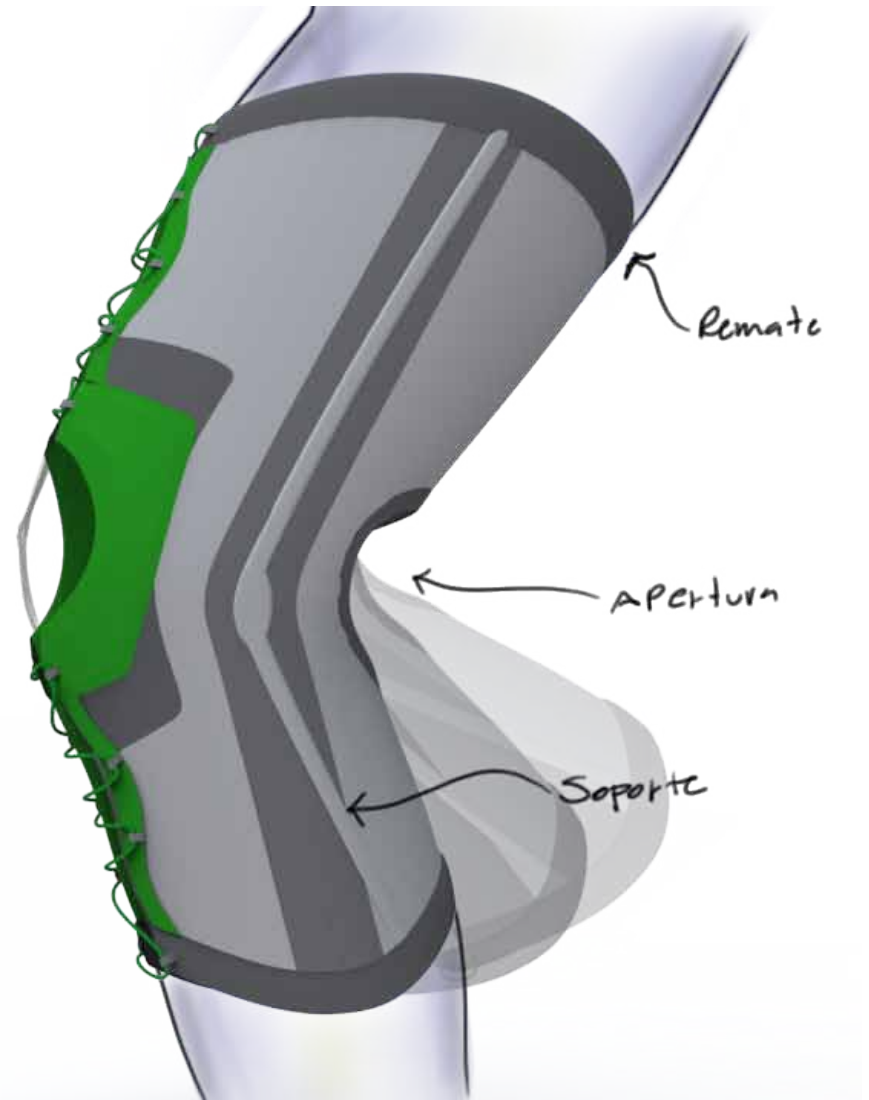
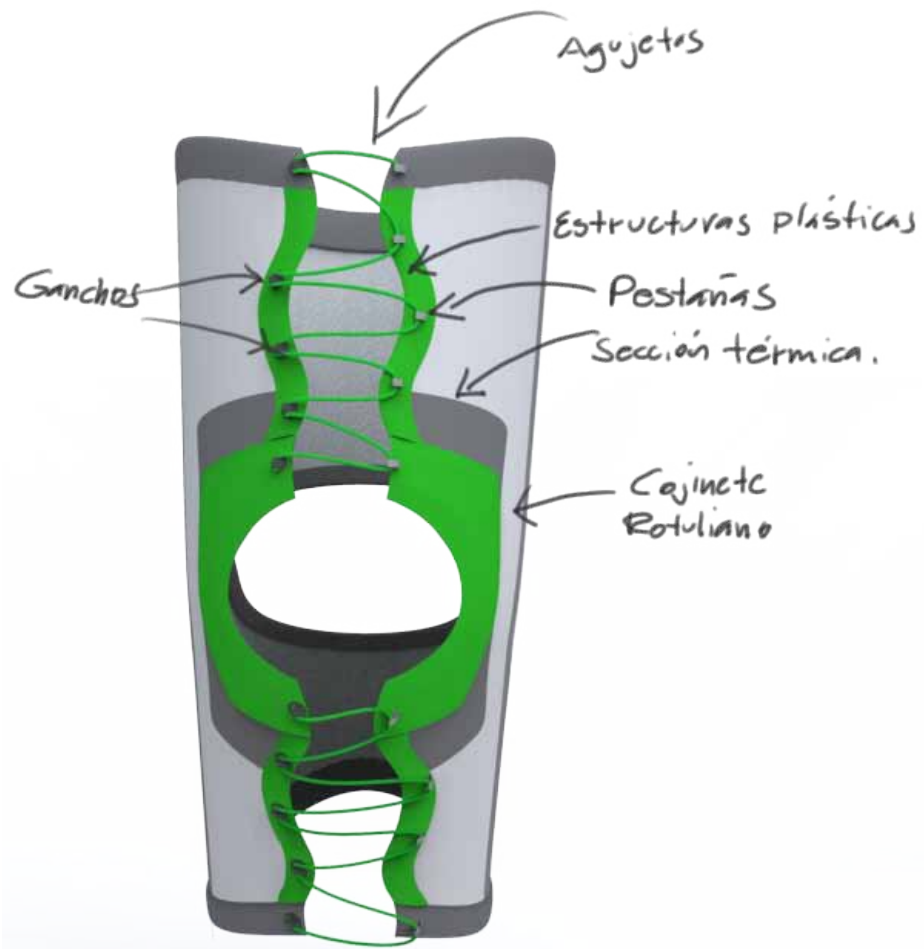
Cojin
rotolano

amplitud
de espacio

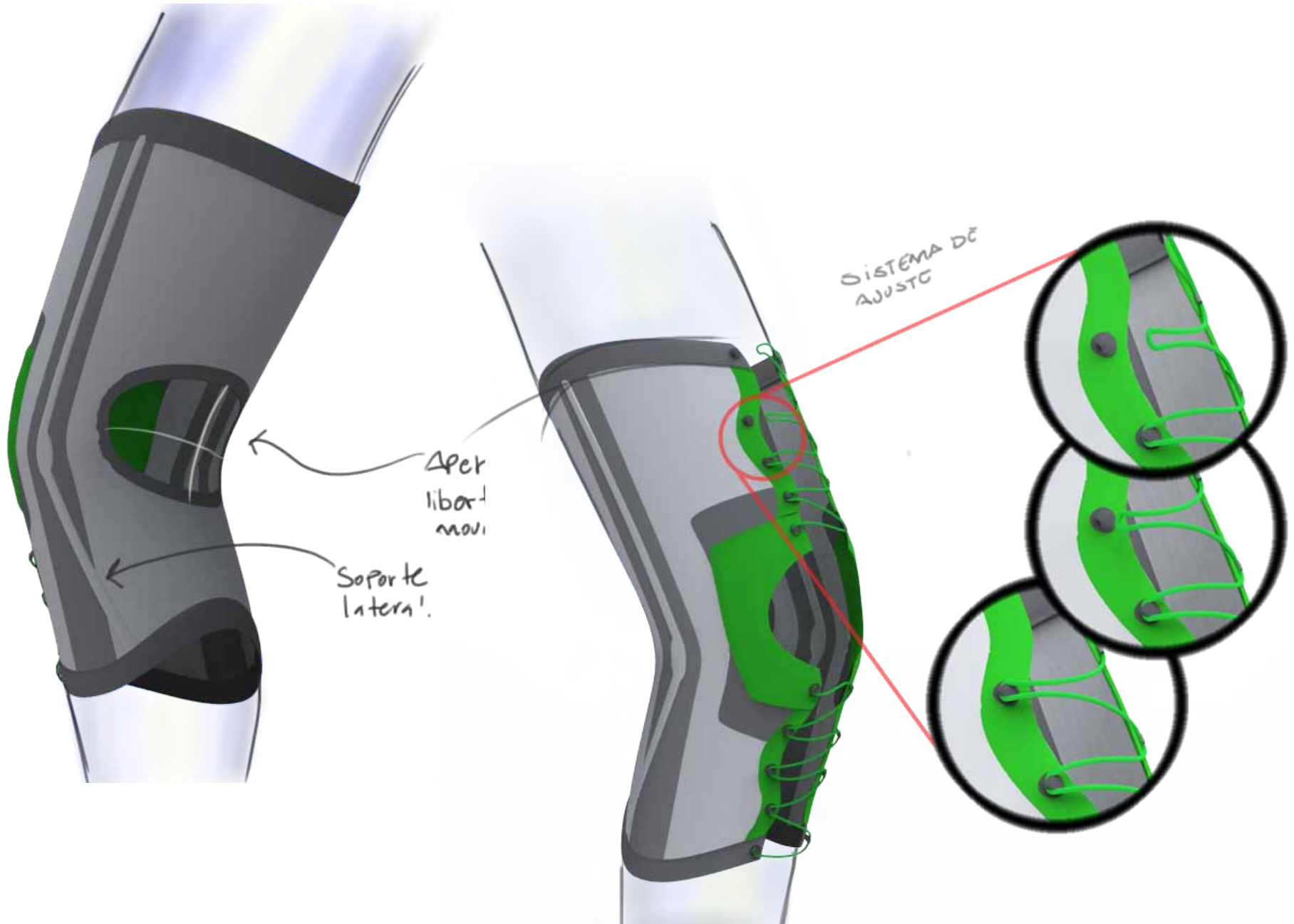
Broches
Con ajuste
de velcro

Concepto B





Concepto C



5.4 EVALUACIÓN DE CONCEPTOS

Requerimientos del cliente	Concepto A	Concepto B	Concepto C
Colocación y cierre	Apertura total trasera, uso de velcro	Apertura trasera, uso de velcro	Apertura frontal, uso de agujeta
Soporte mecánico	Estructura y articulación plástica	Efecto de encamisado y varillas laterales plásticas	Efecto de encamisado y varillas laterales plásticas
Confort a largo plazo	Acojinamiento interno, amplias secciones libres de superficie de contacto	Uso de textiles que envuelve la pierna	Uso de textiles envolventes
Ventilación y temperatura	Secciones amplias descubiertas	Sección trasera abierta, textil transpirable, cubierta térmica para rodilla	Apertura trasera, textil transpirable y recubrimiento térmico en rodilla.
Ajuste (dinámico)	Velcro y hebilla	Uso de velcro y hebilla	Agujetas
Ángulos de movimiento	Articulación policéntrica, áreas de flexión libres de material	Apertura trasera que libera la articulación	Apertura trasera únicamente en coyuntura
Resistencia física y química			
Apariencia	Deportivo	Producto médico	Deportivo
Costo			
Limpieza	Reducida área de contacto, plástico antibacteriano	Textil compuesto antibacteriano	Textil compuesto antibacteriano
Información de uso			

En la evaluación de conceptos se enlistan las características de cada uno para poder compararlas, así se puede visualizar de una manera clara y ordenada cada concepto de rodillera, además de demostrar cómo es que se cumplen los requerimientos del cliente. El paso posterior fue calificar cada una de sus características, teniendo en mente como se resolvían los mismo requerimientos en la tabla del benchmarking, método que sirve para evaluar comparativamente los productos y servicios tomando como base aquellos que realizan las mejores prácticas o tienen la mejor calidad. La calificación se asignó con la siguiente nomenclatura:

- + = 1 punto el concepto cumple la función mucho mejor que en el benchmarking
- 0 = 0 puntos el concepto cumple de manera similar la función que en el benchmarking
- = -1 punto el concepto no cumple la función de mejor manera que en el benchmarking

5.5 DEFINICIÓN DEL CONCEPTO

No.	Necesidad	Con. A	Con. B	Con. C
1	Es fácil de colocar y retirar.	0	+	-
2	Se tiene que colocar de manera práctica.	0	+	-
3	Se retira con facilidad.	0	0	0
4	La ortesis permite su colocación con el menor número de pasos.	0	0	-
5	Permite su colocación con la pierna estirada.	+	+	+
6	No causa molestias a lo largo de jornadas largas de uso (sentado o parado).	+	+	+
7	No causa daños a la piel por componentes móviles o flexibles.	0	+	+
8	Es comfortable, evita la aparición de rozaduras por uso prolongado.	+	0	0
9	Permite realizar movimientos elementales de la rodilla con libertad sin causar molestias.	+	+	+
10	Puede ser usada durante recorridos o viajes largos de sostén.	+	+	+
11	Mantiene un ajuste constante a lo largo de la pierna y rodilla.	0	0	+
12	Mantiene su posición mientras el usuario se desplaza.	0	+	+
13	Cuenta con buen agarre de la pierna en sus extremos superior e inferior.	+	+	+
14	Se puede ajustar perfectamente a la articulación y sostiene gran parte del muslo.	0	+	+
15	Mantiene una tensión continua en la pierna.	0	0	+
16	Se puede ajustar a la reducción de masa corporal de la pierna.	+	+	+
17	Conserva la forma a lo largo de su vida útil.	+	0	0
18	Conserva las propiedades mecánicas y elásticas a lo largo de su vida útil.	+	0	0
19	Tiene un tiempo de vida mayor al tiempo que tarda la rehabilitación del paciente.	+	+	+
20	Brinda protección y soporte mecánico a la rodilla.	+	+	+
21	Brinda protección y soporte a la rodilla.	+	+	+
22	Puede ser usada en rodillas inflamadas.	+	+	+
23	Mantiene el eje natural de la articulación, permitiendo que el usuario se movilice.	+	+	+

En la tabla se muestran las calificaciones asignadas, del lado izquierdo tenemos el número de requerimiento, al centro que función soluciona y a la derecha el número de concepto calificado. Continúa en la siguiente página.

No.	Necesidad	Con. A	Con. B	Con. C
24	Mantiene una temperatura confortable en la rodilla.	-	+	+
25	Permite la transpiración de la piel y la liberación de vapor de agua.	+	+	+
26	Genera una sensación térmica y desinflamatoria sin calor excesivo.	-	+	+
27	Exhibe una imagen modera y deportiva.	0	+	+
28	Es disimulada, menos vistosa.	0	+	0
29	Cuenta con información de uso y colocación.	+	+	+
30	Se puede mantener limpia durante un largo periodo de tiempo.	+	+	+
	Total	15	23	19

Los resultados se obtuvieron sumando todos los valores positivos, los valores en cero no tienen calificación y los negativos se restaron, fueron los siguientes:

Concepto mejor evaluado B
 Concepto medianamente evaluado C
 Concepto peor evaluado A

Con estos resultados se puede empezar a diseñar partiendo del concepto N. 2



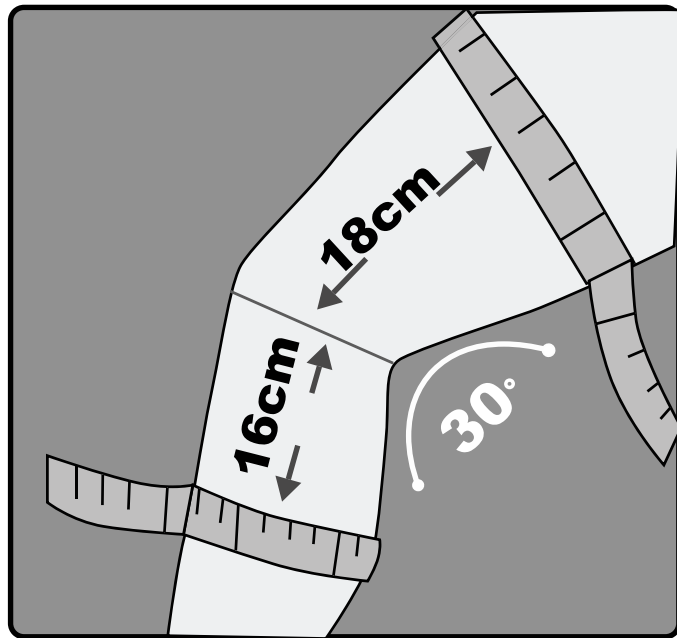
Concepto N.2 obtuvo el mejor resultado en la evaluación de conceptos.

6 DESARROLLO Y ANÁLISIS DE SIMULADORES

6.1 CONCEPTO B

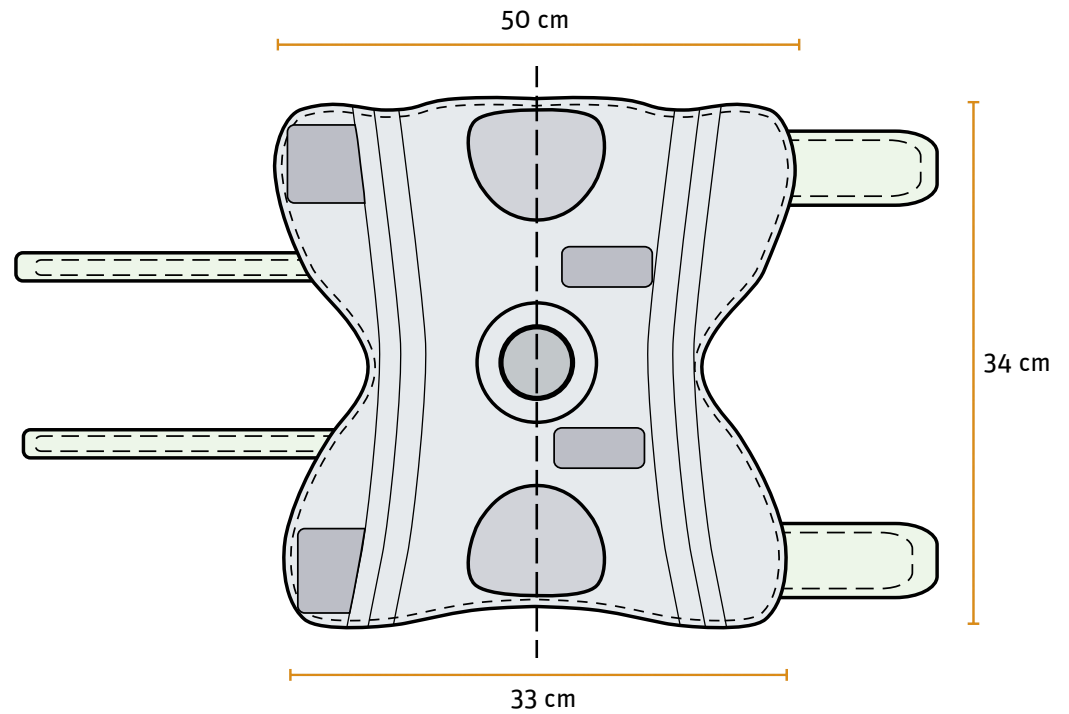
6.1.1 PATRÓN CONCEPTO B

Creación de patrón para simulador

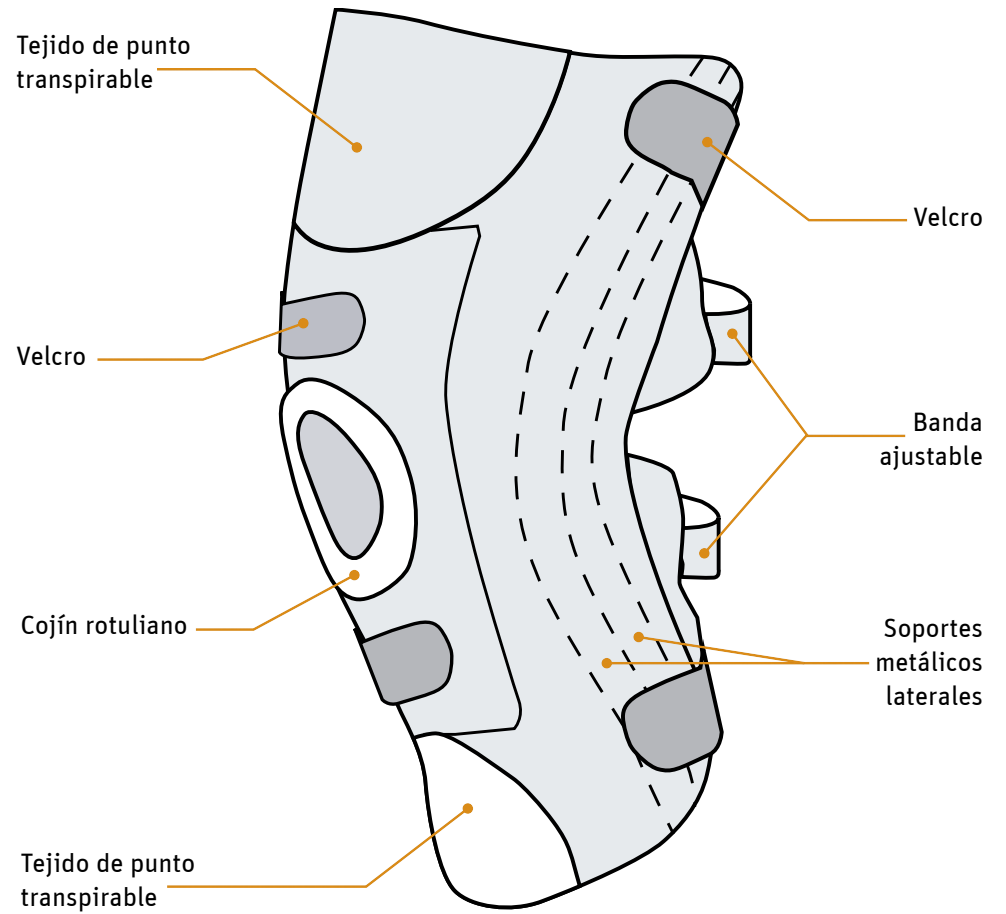
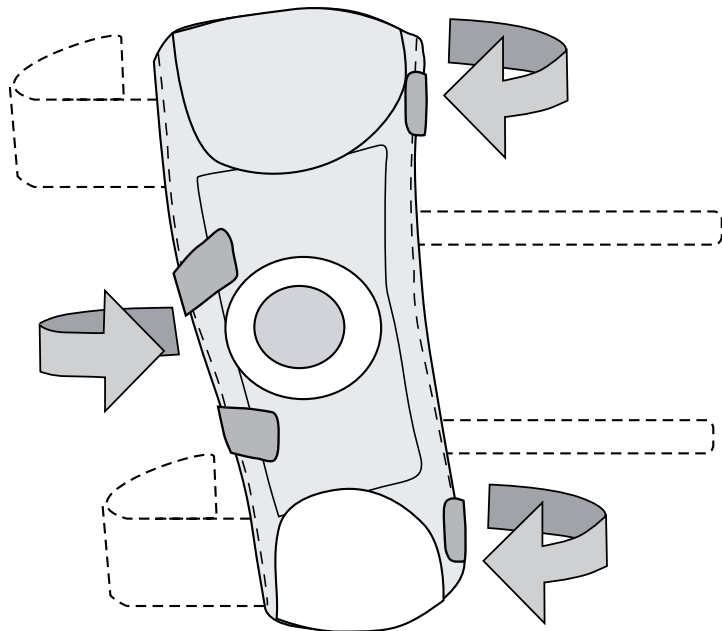
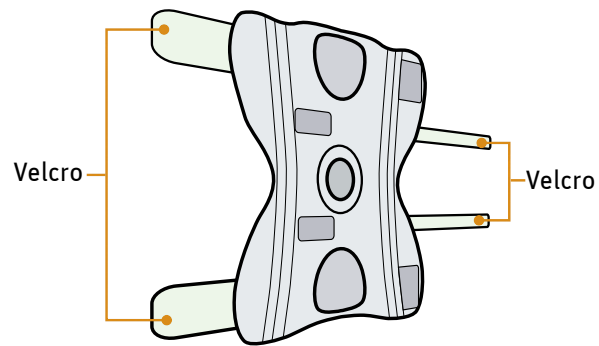


TOMA DE MEDIDAS

Se toma el diámetro de la rodilla. A partir de este punto se miden 18 cm para sacar la medida del muslo y hacia abajo de la rodilla 16 cm para obtener los datos de la pantorrilla.



Los datos se trasladan a textil trazando el contorno y definiendo la forma con estas medidas creando el desarrollo del patrón.



6.1.2 PROCESO DE COLOCACIÓN

Las imágenes muestran el proceso de colocación del simulador el cual consta de 8 pasos. Los últimos dos muestran la posición de la rodillera en una vista frontal y otra lateral.

- A Rodillera extendida
- B Colocación
- C Asegurar velcro superior
- D Asegurar velcro inferior
- E Extensión de cintas intermedias superiores
- F Asegurar cinta intermedia
- G Extensión cinta intermedia inferior
- H Asegurando cinta
- I Rodillera colocada
- J Vista de perfil



A



B



F



G



C



D



E



H



I



J

6.1.3 ANÁLISIS DE SIMULADOR

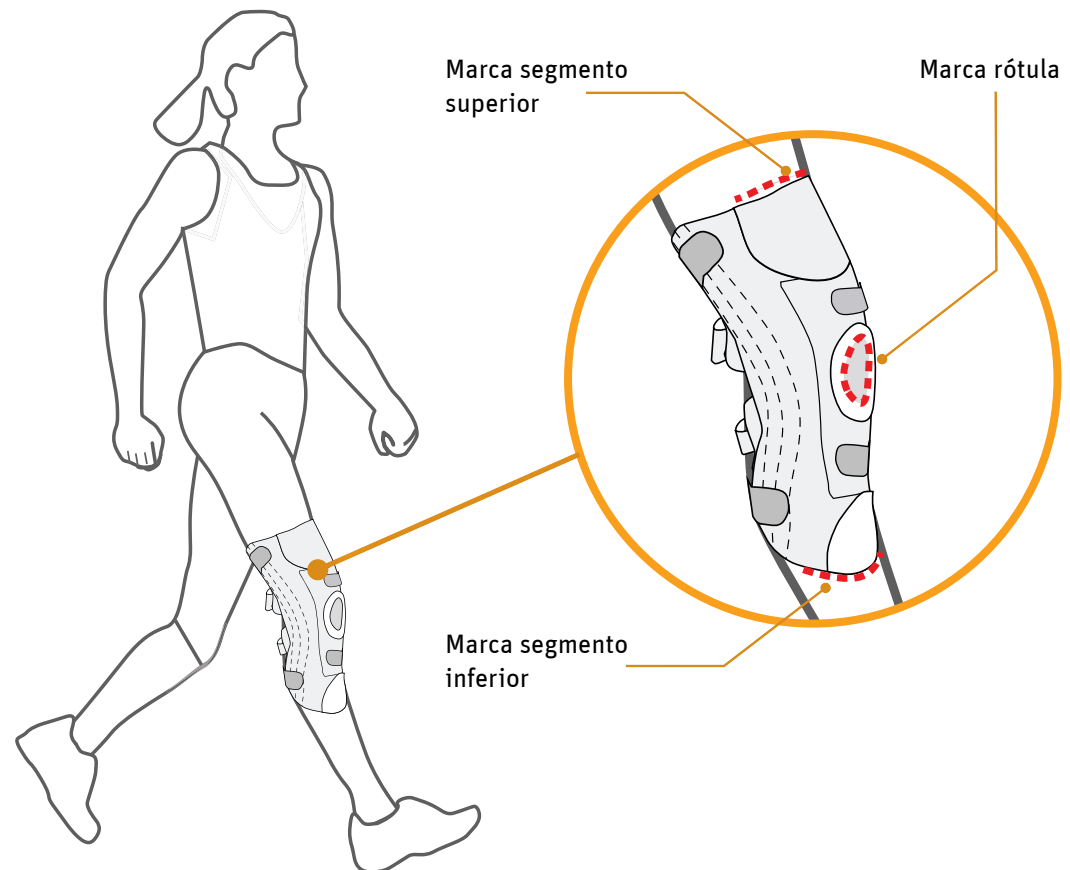
Modelo de función crítica CONCEPTO B

Para determinar si el funcionamiento del simulador es óptimo, se realizó una prueba de uso para obtener datos del proceso de colocación. Después se probó el prototipo durante la marcha. Un factor importante en el diseño es la tensión que el simulador genera sobre la superficie de la pierna. Por medio broches, esta tensión permite que la rodillera se mantenga en su lugar, para comprobar la eficacia se midió el desplazamiento de la rodillera de su posición inicial durante un tiempo determinado de uso. La prueba se aplicó a 6 usuarios de diferentes edades y tallas, así como a grupos de diferente sexo, 3 por cada género. La prueba duró 20 minutos en movimiento sobre una caminadora a una velocidad constante, similar a la que tienen durante la marcha.

Para la toma de mediciones se colocaron marcas en el perímetro interno del cojín rotuliano (posición donde se encuentra la rótula) y sobre los bordes frontales superior e inferior de la rodillera. Al finalizar la prueba se colocaron nuevamente marcas usando las ubicaciones antes mencionadas para hacer una comparación y medir el desplazamiento.

Usuario	1	2	3	4	5	6
Desplazamiento superior	2.2	3.2	3	2.5	2.4	2.9
Desplazamiento rotula	1	1.8	2.2	1.3	1.7	3
Desplazamientos inferior	0.8	0.5	1	0.7	0.9	1.1
Diámetro pierna						
∅ superior	49	52.5	47	43	41.3	38.3
∅ medio	38.5	37.5	38.5	31.4	35	33.1
∅ inferior	34	36.5	34.5	28.9	33.5	31

Unidades en cm



6.2 RESULTADOS CONCEPTO B

Se observaron tres problemas importantes en el funcionamiento:

- Colocación
- Número de broches
- Desplazamiento del equipo durante la marcha

COLOCACIÓN

Se realiza en 8 pasos, debido al número de broches y la forma en que se colocan. El usuario tiene que tomar el broche y dar la vuelta por completo por la parte posterior de la pierna impidiendo la visibilidad de la posición del mismo.

BROCHES

La segunda problemática está relacionada con la distancia de los broche y la cantidad. El largo de los broches hace que se enreden entre sí, haciendo más complicada la apertura del sistema y retardando mucho más el procedimiento de colocación. Por otra parte, la posición de los broches genera que la tensión no sea suficiente en las partes necesarias, creando un bulto en un costado de la rodillera lo que reduce la tensión y el funcionamiento correcto.

DESPLAZAMIENTO

Por último el resultado del análisis de desplazamiento muestra un movimiento de la posición original en promedio de 1.73 cm, provocado por la baja tensión en algunas zonas, lo que inhibe el efecto de soporte de la rodillera sobre la articulación.

En conclusión podemos afirmar que el primer concepto no funciona adecuadamente y que el sistema de cierre y ajuste tiene que ser totalmente rediseñado.



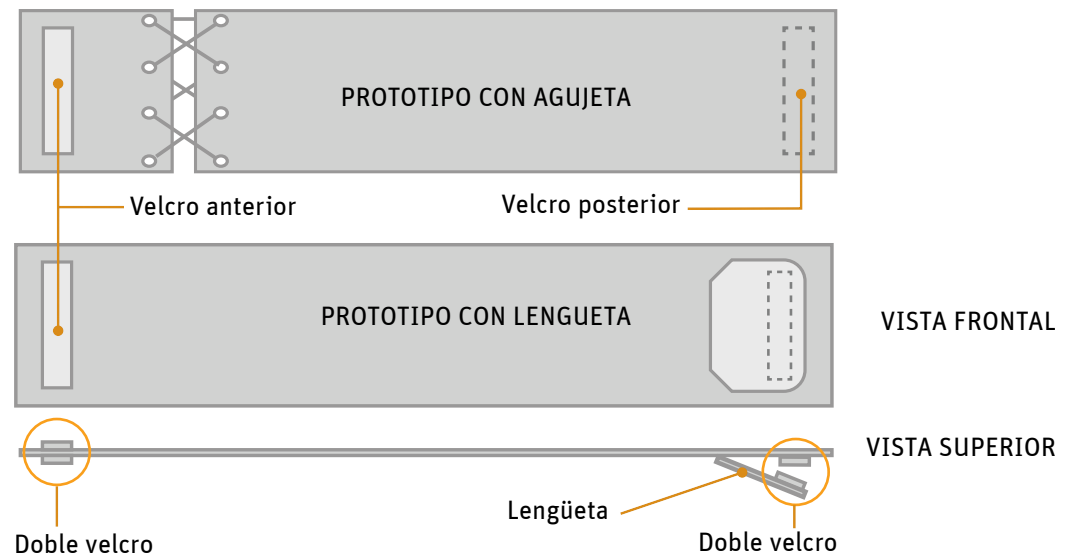
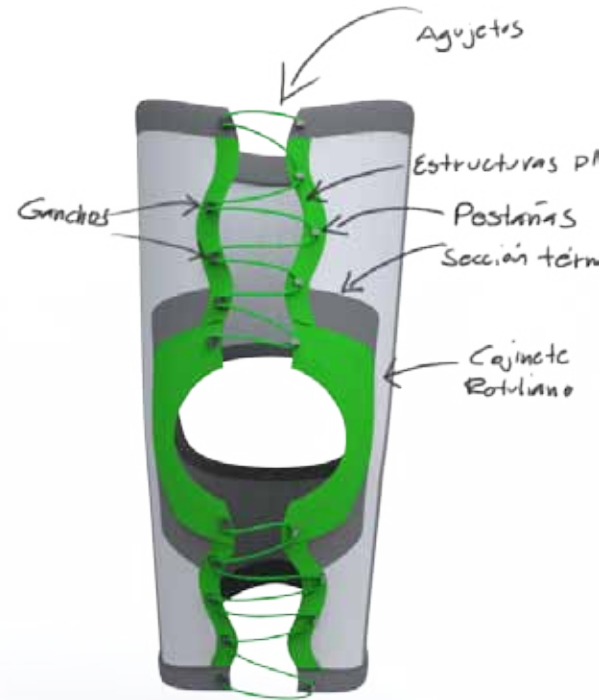
6.3 CONCEPTO C

6.3.1 DESARROLLO DE DOS PROTOTIPOS

En la lista de definición de conceptos, el segundo objeto mejor evaluado es el concepto C. Como base del desarrollo, se tomaron las ventajas del sistema de ajuste y cierre frontal, se eliminaron los tirantes para crear una superficie de tensión más estable controlada por un sistema de sujeción continuo a lo largo del sierra de la rodillera. Se fabricaron dos modelos rápidos para analizar el funcionamiento y decidir su mejor aplicación, se realizaron con papel y velcro.

El primer modelo se basó en la agujeta, descartando el sistema del concepto por su complejidad. Se diseñó un sistema de ajuste con la posibilidad de tensarse en cualquier momento, pero con la ventaja de usar una sección con velcro que permite abrir y cerrar la rodillera sin tener que desamarrar las agujetas. Durante las pruebas se observó que el velcro no soportaba la tensión de la pierna y se separaba por falta de superficie de agarre. A partir de este problema se eliminó la agujeta y el desarrollo se centró en crear un sistema que soportara al velcro con una superficie de agarre relativamente corta. Se usó velcro por su facilidad de colocación y ajuste inmediato. El resultado fue un sistema con doble lengüeta que permite enganchar ambas caras con velcro en lugar de una sola, de esa manera la tensión se soporta por dos elementos que facilita su colocación dando agarre suficiente para soportar la tensión provocada por la pierna. Los diagramas muestran la colocación del velcro y la lengüeta en los dos prototipos.

En las siguientes imágenes se puede ver el proceso de colocación y ajuste de las dos pruebas.



6.3.2 PRUEBA FUNCIONAL I

Prototipo con agujeta



En las imágenes se muestra el uso del prototipo. Los pasos A, B y C constan de la colocación y cierre con el velcro. En los pasos E y F se ajusta el cordón. En los pasos G, H, I, J y K se puede colocar y retirar la pieza separando el velcro sin tener

que tensar el cordón nuevamente. Cabe destacar que la tensión no puede soportarse con una superficie tan pequeña de contacto, por otra parte el encordado para ajustar la tensión no es muy cómodo ni fácil de usar.

6.3.3 Prueba funcional II

Prototipo con lengüeta



A



B



C



D



E



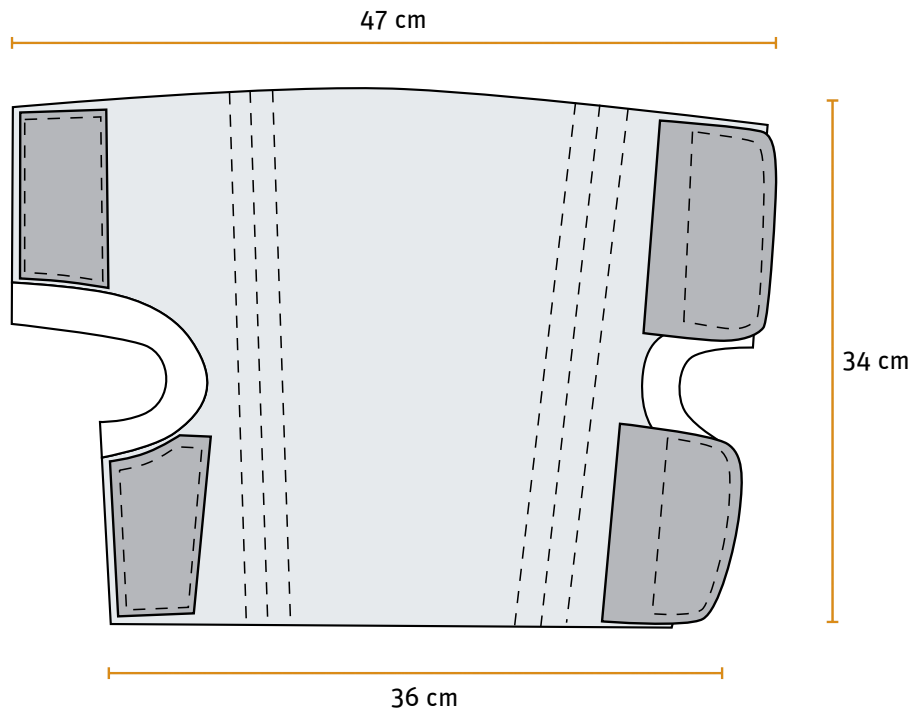
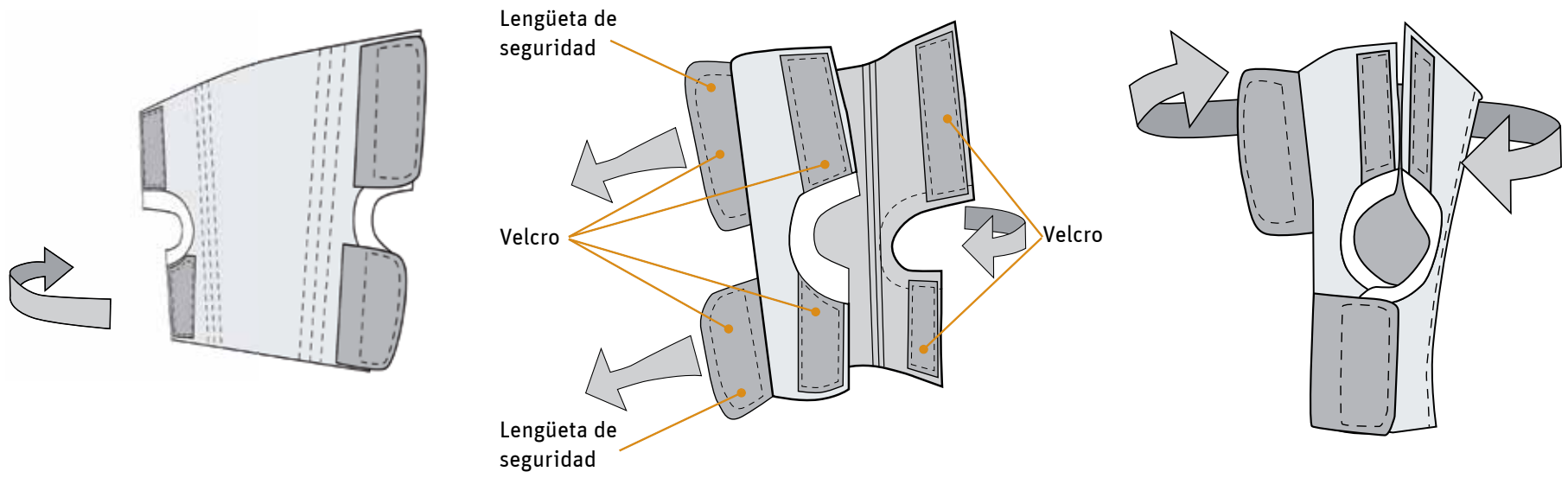
F



G

- A Apertura
- B Pliegue de lengüeta principal
- C Ajuste
- D Cierre lengüeta de seguridad
- E Apertura lengüeta de seguridad
- F Apertura lengüeta principal
- G Prototipo abierto

El segundo modelo demostró tener mayores ventajas, como: menor cantidad de pasos para poder colocarlo y retirarlo, el mismo sistema de cierre puede ajustar la tensión necesaria para que la rodillera actúe sobre la articulación. Para lograrlo, se colocó mas superficie de velcro junto con la lengüeta de seguridad que impide que el velcro se separe. El siguiente paso es desarrollar el concepto en un simulador para comprobar su funcionamiento.



6.3.4 PATRÓN CONCEPTO C

Prototipo con lengüeta

Tomando el CONCEPTO C como inicio para el nuevo diseño se trazó un patrón en base a las medidas utilizadas en el primer simulador. Los datos se trasladan al textil dibujando el contorno y delimitando la forma. El desarrollo quedó definido por un sistema de cierre frontal con dos lengüetas de seguridad para impedir la separación del velcro. La rodillera se coloca en la parte posterior de la pierna, donde se encuentra la coyuntura de la articulación y se dobla hacia la parte anterior permitiendo tener una visibilidad frontal del sistema de cierre. Se coloca la primera lengüeta con la base de la rodillera y posteriormente se coloca la lengüeta de seguridad, este paso se realiza dos veces. El sistema cuenta con un cojín rotuliano que permite abrazar la rótula. Para esta prueba no se contempló dejar ningún tipo de perforación en la parte de la coyuntura como se muestra en las gráficas arriba descritas del CONCEPTO C, esta se analizará posteriormente.

6.3.5 PROCESO DE COLOCACIÓN USUARIO

A continuación se muestra el proceso de colocación del simulador el cual consta de 6 pasos. En este ejercicio el usuario se colocó por cuenta propia el simulador.

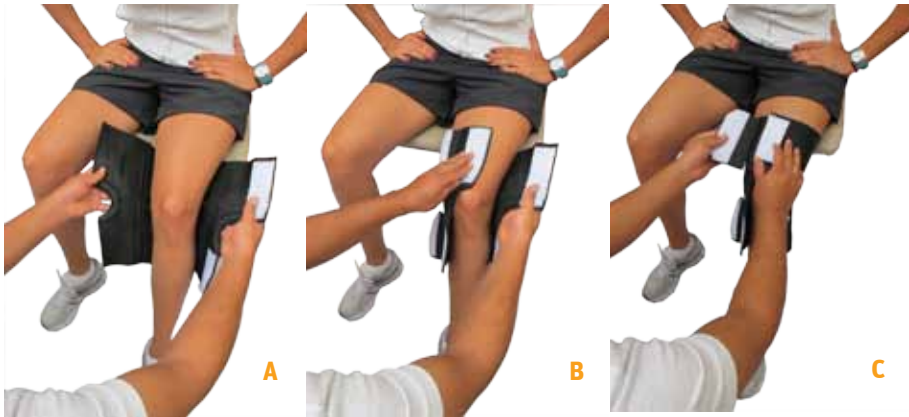
- A Rodillera extendida
- B Separación lengüeta de seguridad
- C Colocación de lengüeta base
- D Cierre de lengüeta de seguridad
- E Separación de lengüeta de seguridad
- F Posicionamiento de lengüeta base
- G Cierre de lengüeta base
- H Cierres de lengüeta de seguridad
- I Rodillera colocada



6.3.6 PROCESO DE COLOCACIÓN CON AYUDA

En la segunda parte del proceso se muestra como es colocada la rodillera con ayuda de un usuario extra.

- A Rodillera extendida
- B Separación lengüeta de seguridad
- C Colocación de lengüeta base
- D Cierre de lengüeta de seguridad
- E Separación de lengüeta de seguridad
- F Posicionamiento de lengüeta base
- G Cierre de lengüeta base
- H Cierres de lengüeta de seguridad
- I Rodillera colocada



6.3.7 ANÁLISIS DE SIMULADOR

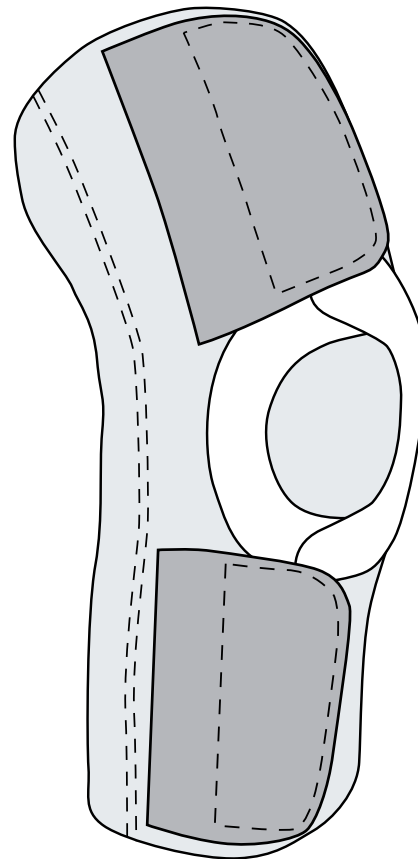
Modelo de función crítica CONCEPTO C

En esta sección se analizó el funcionamiento del simulador. Se realizó la misma prueba aplicada al CONCEPTO B, reuniendo datos del proceso de colocación y el funcionamiento durante la marcha. La prueba se repitió a 6 usuarios de diferentes edades y tallas, así como a grupos de diferente sexo, 3 por cada género. La duración en el tiempo de uso fue de 20 minutos en movimiento.

Para la toma de mediciones se colocaron marcas en el perímetro interno del cojín rotuliano (posición donde se encuentra la rótula) y sobre los bordes frontales superior e inferior de la rodillera. Al finalizar la prueba se colocaron nuevamente marcas usando las ubicaciones antes mencionadas para hacer una comparación y medir el desplazamiento.

Usuario	1	2	3	4	5	6
Desplazamiento superior	0.6	0.6	0.8	0.7	0.5	0.6
Desplazamiento rotula	0.3	0.4	0.6	0.4	0.6	0.5
Desplazamientos inferior	0.2	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4
Diámetro pierna						
Ø superior	47.5	45	45.3	43	41.3	38.3
Ø medio	40	37.5	38.2	31.4	35	33.1
Ø inferior	36.5	34.5	35.5	28.9	33.5	31

Unidades en cm





La imagen superior muestra el abultamiento del material.



Ejemplo del espesor obtenido por el sándwich de material en el sistema de cierre

6.4 RESULTADOS CONCEPTO C

COLOCACIÓN

Las mejoras fueron considerables en el número de pasos ya que se redujo en dos comparándola con el CONCEPTO B. Los broches de velcro en la parte frontal permitieron hacer más cómodo el uso de la rodillera para el paciente, de hecho el sistema puede ser colocado con mucha facilidad por otro usuario.

BROCHES

Los broches se redujeron en tamaño, dejando un diseño de rodillera plano y limpio de partes. Los broches se convirtieron en un sistema de ajuste y cierre muy compactos.

DESPLAZAMIENTO

Los resultados en el desplazamiento son muchos más alentadores, ya que el máximo desplazamiento registrado fue de 8 mm (un valor mucho más bajo que los obtenidos en el concepto anterior) lo que significa que el sistema de ajuste mantiene una tensión mucho mejor a lo largo de la pierna.

Hay que considerar dos detalles importantes que señalaron los usuarios. El primero, corresponde al espesor obtenido por el sándwich de material en el sistema de cierre, esto provoca un aumento de la temperatura en la espinilla y en la parte anterior del muslo. El segundo, va relacionado con el material que se aglutina en la coyuntura de la pierna cuando se dobla la rodilla, esto produce una presión extra y un malestar. Estos puntos se tratan más adelante.

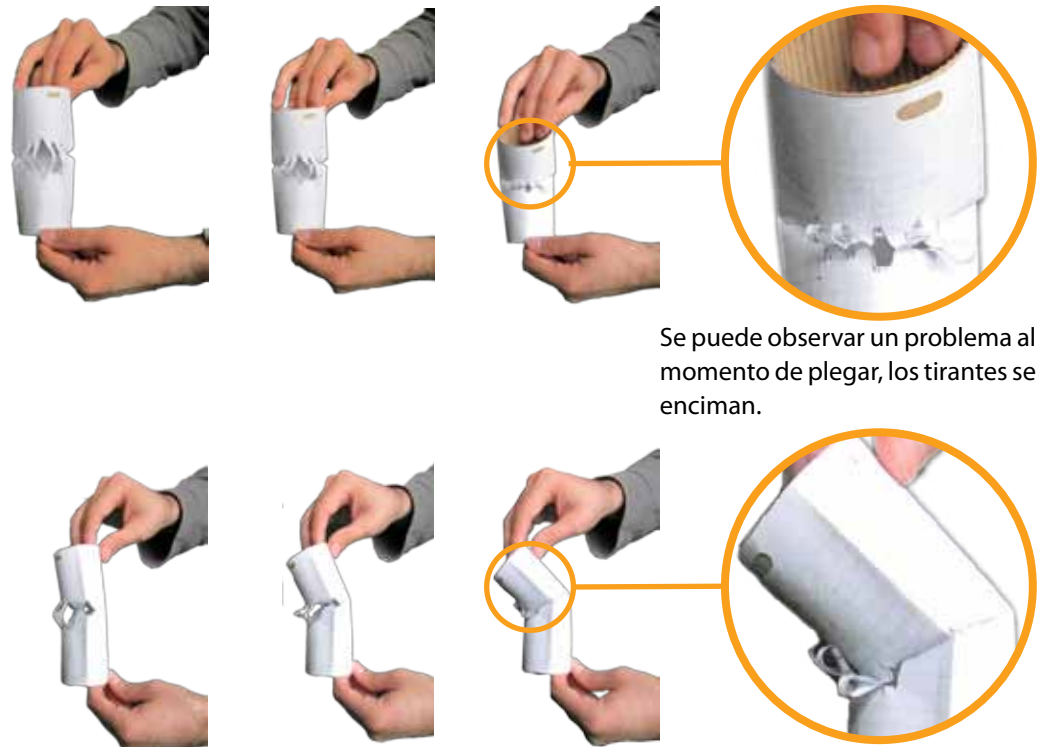
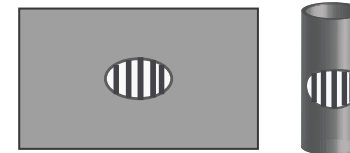
6.5 LIBERTAD DE MOVIMIENTO

Solución del problema en la coyuntura de la pierna

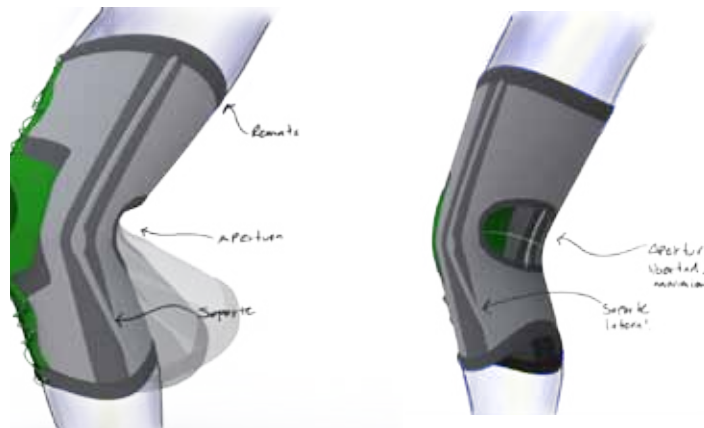
El análisis consintió en aplicar la misma solución de la coyuntura usada en el CONCEPTO C pero con algunas variantes. El proceso inició con la fabricación de modelos rápidos hechos en papel para analizar el funcionamiento de cada propuesta. Posterior a las pruebas se seleccionaron tres conceptos, para fabricar patrones de tamaño real para verificar la similitud de comportamiento entre el papel y un material textil.

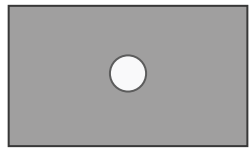
El problema consiste en evitar el abultamiento de material en la coyuntura de la pierna que provocan malestar al usuario. La idea inicial fue probar con un agujero que abarcara la coyuntura en su totalidad, a partir de esta solución se aplicaron variantes. En las siguientes páginas se muestran todos los modelos realizados.

La imagen inferior muestra la solución para la coyuntura en el CONCEPTO C. En la imagen superior derecha se ve el trazo del patrón para las pruebas. En las imágenes inferiores, se muestra el resultado del doblar del patrón.

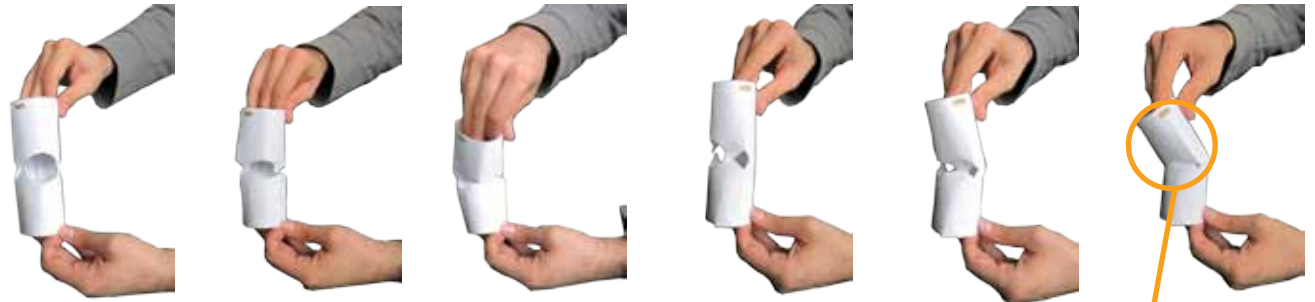


Se puede observar un problema al momento de plegar, los tirantes se enciman.





Patrón circular

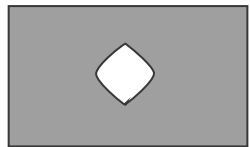


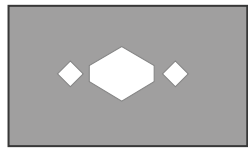
El patrón circular presenta el mismo doblé que el patrón rombo. Los dos tienden a encimar el material hacia el interior del cilindro, las perforaciones laterales no funcionan adecuadamente para permitir el doblé con libertad.

Doblez interior

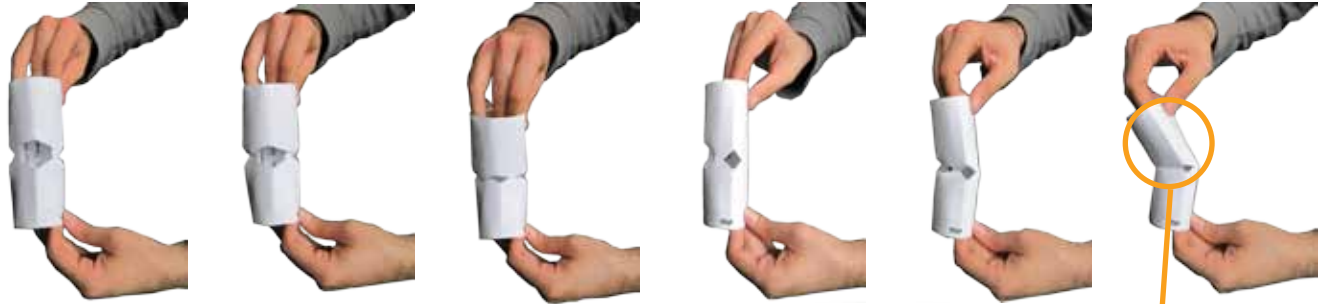


Patrón rombo





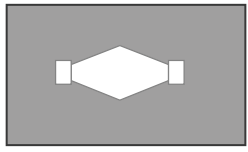
Patrón hexagonal



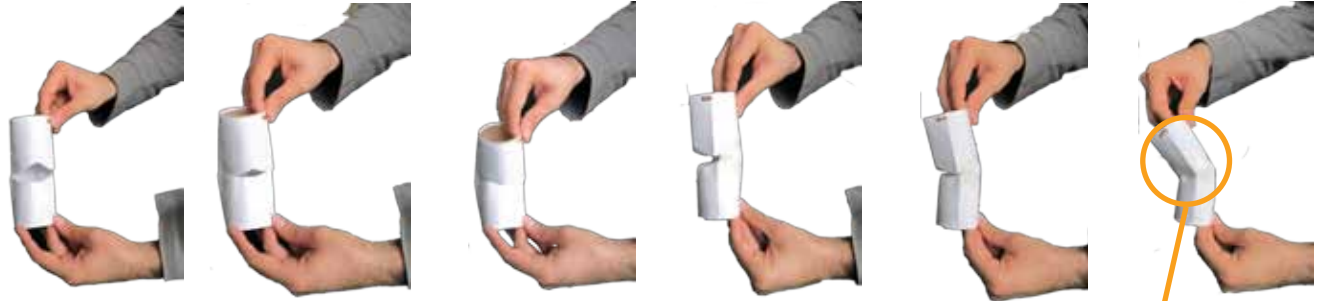
El patrón hexagonal se dobla al interior igual que los dos patrones anteriores. En el caso del multiperforado tiende a aglutinar el material al interior mostrando un comportamiento diferente.

Patrón multiperforado





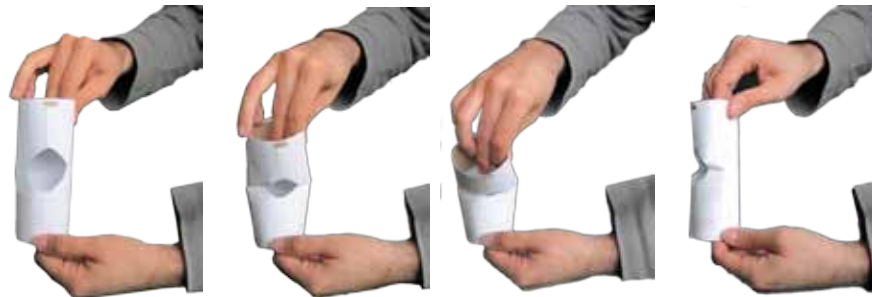
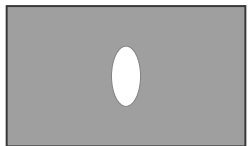
Patrón hexagonal con resorte



Este primer patrón responde de una manera más endeble al movimiento lateral. Está más flojo aunque el doblar funciona mejor, la desventaja de tener un patrón tan abierto es que la tensión aplicada en la rodilla se reduce haciendo menos efectivo el efecto estabilizador de la rodillera. En el caso del patrón con la elipse sucede lo mismo que en los 3 primeros ejemplos donde el material se dobla al interior.



Patrón elipse



6.6 APLICACIÓN DE CONCEPTOS

Se seleccionaron 3 de los 5 conceptos para aplicarlos en un simulador y ver sus reacciones. Esta prueba nos da veracidad de los datos obtenidos en los ejemplos anteriores, ya que por el materia, la escala y las características mecánicas provoca efectos diferentes al momento de flexionarlo.

Después de estos experimentos se crearon otros dos modelos rápidos hechos con neopreno, generando ciertos pliegues y dobleces que no pueden realizarse en papel con facilidad.

RESULTADOS

El patrón hexagonal y el circular muestran en mismo problema, los dos tienden a disminuir la tensión sobre la articulación al momento de flexionar la rodilla. Se puede observar en las imágenes donde se crean un par de pliegues en los costados haciendo que el material pierda tensión en esa sección dejando un borde que sobresale y puede provocar rozaduras en la coyuntura de la pierna.

Al flexionar en el patrón multiperforado se observa que la tensión en la sección de la rodilla se mantiene mucho mejor que en los otros patrones. Los pliegues en los costados no se hacen tan grandes, por otra parte el multiperforado hace que el material se aglutine en las partes vacías haciendo que el volumen de neopreno sea menor en estas áreas.

En los dos concepto finales (pliegues 1 y pliegues 2) se crearon estrías por medio de costuras para forzar el pliegue del material en la coyuntura hacia un mismo punto. Los problemas encontrados son la cantidad de material que se aglutina, siendo mayor que en una superficie sin estrías y los pliegues creados lastiman la piel provocando rozadura.

En conclusión, el patrón multiperforado posee las mejores características para resolver el problema de la coyuntura, ya que mantiene la tensión de la rodillera aplicada sobre la articulación y permite que no aumente el volumen del material al flexionarse. Por lo tanto esta será la aplicación usada en el producto final.



Las dos imágenes muestra los problemas provocados por la abertura, el borde se pliega provocando rozaduras y la tensión disminuye.







7 MATERIALES Y PROCESOS DE PRODUCCIÓN

7.1 ESPECIFICACIONES

Durante la investigación se obtuvo la siguiente información acerca de las especificaciones con las cuales deben de contar los materiales:

- Conserve propiedades mecánicas durante usos prolongados
- Durabilidad mayor a seis meses
- Ventilación, capacidad de transpiración
- No retener olores
- Hipoalergénico
- Flexible, elástico, adaptable al cuerpo
- Espesores finos o delgados
- Resistente a lavado de máquina o a mano
- Crear un micro clima

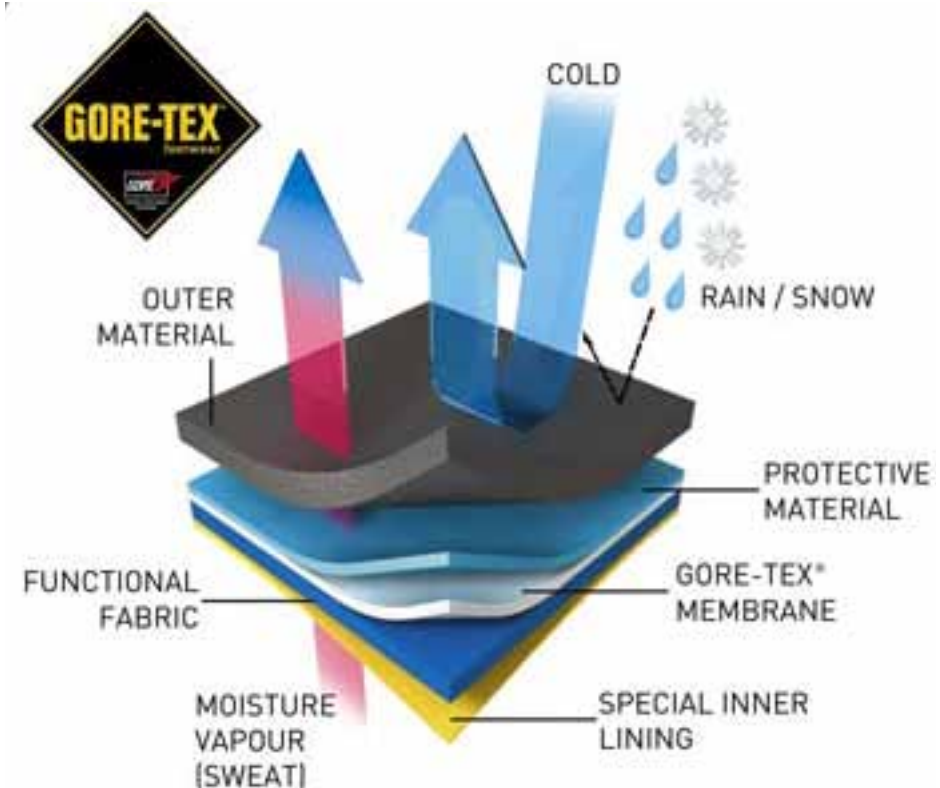
Para tener un panorama más amplio, se realizó una recopilación de materiales y tejidos que actualmente existen en el mercado y los beneficios que brindan al usuario. Se encontraron seis marcas diferentes de materiales:

Gore-Tex

Es una membrana innovadora laminada con fibras de alto rendimiento que impiden el paso de gotas de lluvia y viento, pero permiten el paso de moléculas de vapor de agua haciéndolo transpirable. La superficie del textil es resistente a la abrasión y junto con la membrana contienen propiedades que evitan el paso de aceites corporales y de insectos que puedan tapanla, manteniendo su rendimiento. Gore-tex es un material que al ser lavado no pierde sus propiedades ni su rendimiento.

Los componentes que integran la malla son lo siguientes:

- Capa exterior que soporta la abrasión y repele el viento
- Capa protectora
- Membrana Gore-tex
- Textil funcional
- Recubrimiento interior

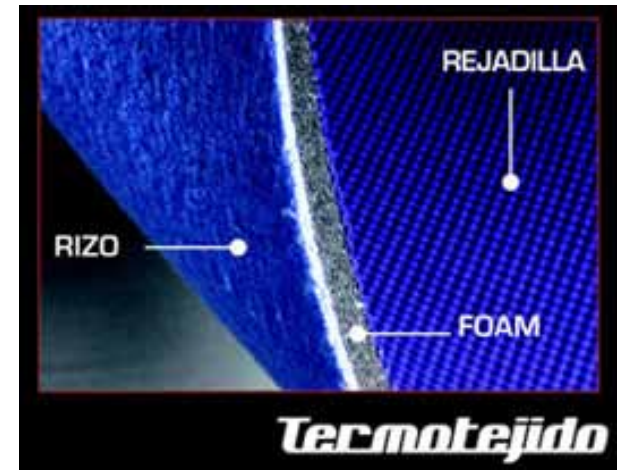


Termo Tejido

Es un tejido térmico extremadamente transpirable, con elasticidad multidireccional y que aporta sobre el cuerpo una compresión uniforme. Cuenta con mejores características que el neopreno, que provoca una alta sudoración y casi cero transpiración en la superficie de la piel, provocando escozor y mal olor .

El tejido está integrado por los siguientes componentes:

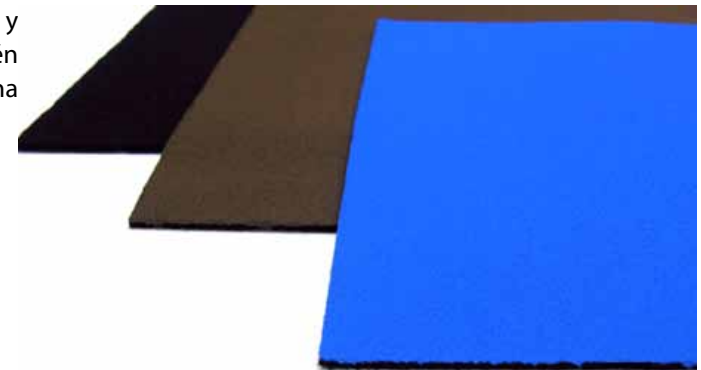
- Cubierta de material que permite contacto
- Rejilla de material que soporta la abrasión
- Capa de espuma de neopreno transpirable
- Capa de material hipoalergénico de contacto a la piel



Neopreno

Neopreno es la marca comercial de Dupont para la familia de caucho sintético. Es un soporte térmico que es muy usado por las características que reúne como: gran elasticidad, compresión y aislamiento térmico en la zona tratada. Estas cualidades también ocasionan inconveniente sobre el exceso de sudoración en la zona donde se aplica, ya que el material no es transpirable.

- Es resistente a la degradación
- Presenta resistencia a solvente y agentes químicos
- Es resistente a daños por flexión o torsión



7.2 PRENDAS A PARTIR DE PAÑOS CON INICIO

Este método consiste en tejer rectángulos cuyas medidas son las del talle de la prenda que se va a realizar. Estas piezas comúnmente llamadas paños poseen los bordes inferiores del tejido sellado que previene las corridas y distorsiones de los bajos de los ruedos y bocamangas.

A veces se inician los paños con una estructura elástica que ajusta el extremo inferior del paño. El tamaño del paño debe tejerse lo más cerca posible al talle de la pieza de la prenda. Sobre este paño se coloca la pieza de moldería y se realizan los cortes para dar forma de las sisas (caída de hombro y el escote). El corte se realiza con tijeras en piezas simples o dobles.

7.2.1 CARACTERÍSTICAS

Los paños pueden tejerse de cualquier ancho hasta el total del ancho de la cama de la máquina. Dos o mas paños pueden tejerse al mismo tiempo. Los paños se tejen con los orillos al costado del tejido. El tipo de ligamento y la complejidad de la estructura del diseño también influirán en la velocidad de la realización del paño, la mas avanzada de las máquinas realiza 24 paños de estructura sencilla en una hora. Frecuentemente antes de la realización del corte los paños son vaporizados, en el caso de los acrílicos y/o planchados de lana y algodón. Para facilitar el manejo y evitar distorsiones en el talle y en las formas, se pueden coser dos paños a modo de hilvanado con una costura simple antes del vaporizado.

LAS VENTAJAS DE ESTE PROCESO SON: El bajo desperdicio de hilado obtenido generalmente entre un 10% y 20%.

LAS DESVENTAJAS SON: Preparación antes del corte.

7.2.2 SECUENCIA DE PRODUCCIÓN DE PRENDAS CON PAÑO CON INICIO

TEJIDO CIRCULAR O RECTILÍNEO DE LOS PAÑOS

PLANCHADO PRELIMINAR

CORTE

ENSAMBLADO

REVISIÓN Y ZURCIDO

PLANCHADO FINAL

7.2.3 PRODUCCIÓN

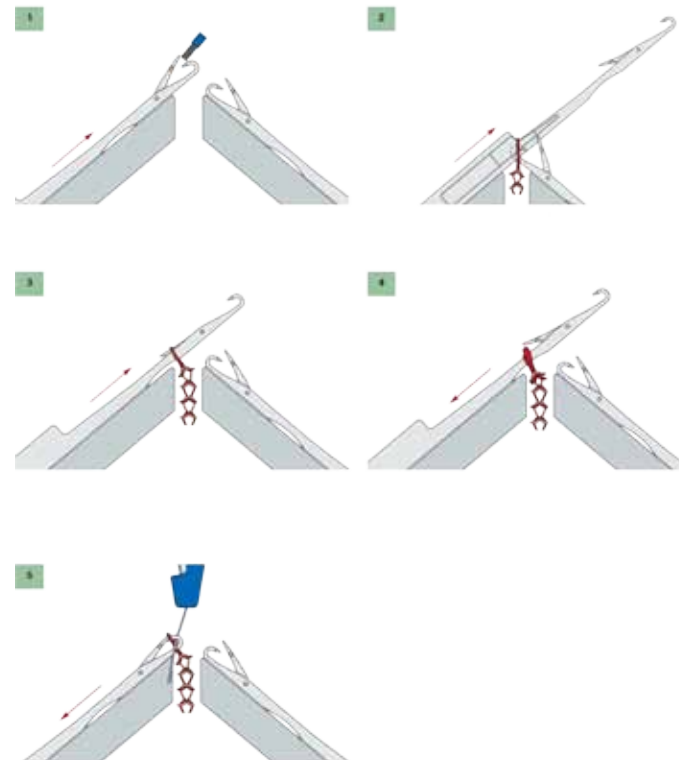
La selección del sistema productivo está basado en el número de piezas fabricadas al año, el material usado para el producto, los requerimientos ergonómicos y la estética obtenida. El cálculo del volumen anual para el mercado meta es de 36,000 unidades (3000 unidades mensuales) esto indica la necesidad de un sistema de baja producción, estos datos están basado en los números obtenidos por el seguro social que indican que solo esa institución trata al rededor de treinta y seis mil casos anuales.

7.2.4 MÁQUINA DE GÉNERO DE PUNTO

Máquina para fabricar tejidos, de diverso grado de elasticidad, con agujas de lengüeta, ganchillo o cerrojo, con hilos que



se van entrelazando entre sí formando mallas (hay diversos tipos). El telar tipo Raschel trabaja punto por urdimbre (tejido de punto indessmallable, cuyos hilos provienen de un plegador de urdimbre y cada uno va a una aguja distinta). El punto por trama se forma entrelazando un hilo consigo mismo o una serie de hilos. Se denomina máquina rectilínea la que tiene las fonturas dispuestas en forma de ángulo; en la circular forman un círculo. Las fonturas es donde se montan las mallas, por medio de la fontura plana se obtienen géneros planos para confección y piezas rectangulares o cortas (medias cortas o con costura, cuellos, mangas, etc.). Si la fontura es circular se producen géneros de punto tubulares (medias y calcetines tubulares sin costura). Una de las más utilizadas es la tricotosa. La tricotosa rectilínea tiene una o dos fonturas y un carro móvil que, desplazándose lateralmente a lo largo de éstas, acciona las agujas por medio de levas graduables (para que las agujas puedan ascender más o menos y ajustar así la longitud de la malla). La tricotosa circular se diferencia en que la fontura o fonturas tienen forma de cilindro o disco y los juegos de guía-hilos y levas describen un movimiento circular continuo, algunos ejemplos son: jersey, morley, ribb, interlock, frisa o moleton, etc.. Tanto las rectilíneas como las circulares tienen múltiples variantes en función del tipo de género que se quiera obtener.



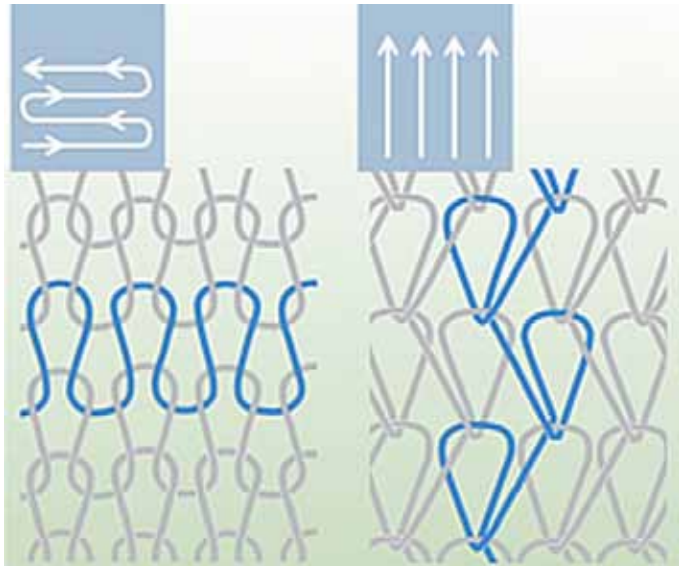
Tejedora de punto híbrida marca LAPIS Galga S10 (la galga indica el número de agujas por pulgada).

7.2.5 LOS GÉNEROS DE PUNTO

Básicamente tricotar o hacer punto consiste en hacer pasar un lazo de hilo a través de otro lazo utilizando dos agujas. No sólo los suéteres y pasamontañas son ejemplos de prendas nacidas del género de punto o tricot. La base del género de punto es la malla, que puede formarse de dos maneras género de punto por trama y género de punto por urdimbre .

GÉNERO DE PUNTO POR TRAMA

Uno o varios hilos juntos van formando la malla en sentido transversal. Resulta bastante elástico y se emplea para jerseys, prendas deportivas, ropa interior, medias y calcetería. Si se rompe un hilo, tiene tendencia a formar la llamada "carrera". La malla se puede deshacer de arriba a abajo.



GÉNERO DE PUNTO POR URDIMBRE

En este caso la malla se va formando longitudinalmente por varios hilos, pudiendo añadirse, además, unos hilos (pasadas) en sentido transversal y otros de urdimbre en sentido longitudinal que no formen mallas. El género de punto por urdimbre es el llamado indesmallable, porque es prácticamente imposible que se deshaga. En él no se forman "carreras". Resulta un género bastante estable, por lo que se emplea para lencería y corsetería, prendas en las que la elasticidad viene determinada más bien por el tipo de fibra que se emplea, la característica mas importante es su elasticidad.



La malla se fabrica con nylon o spandex, con dos niveles de elasticidad. Utilizado en trajes de baño, lencería, ropa deportiva, etc.

7.3 SOLDADURA DE PLÁSTICO POR ULTRASONIDO

Es importante mencionar que, aún cuando hay diversos métodos de soldado de plásticos, el soldado por ultrasonido ha demostrado ser una tecnología eficiente, flexible y económica.

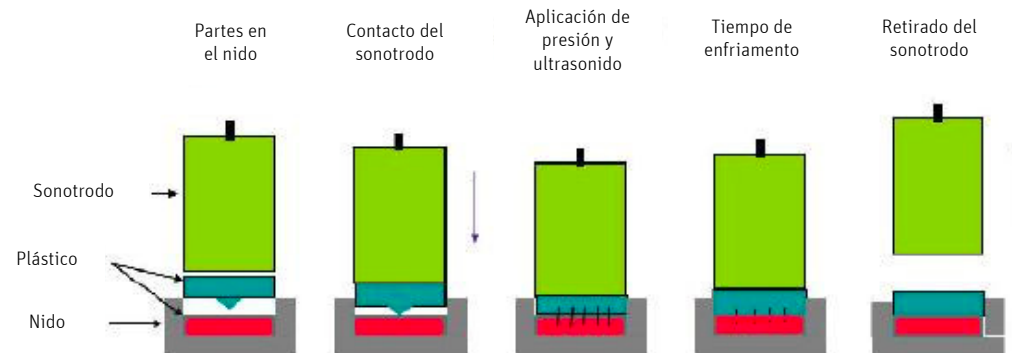
El ensamble ultrasónico de plásticos es la unión o el reformado de termoplásticos por medio de calor generado a partir de movimiento mecánico de alta frecuencia. Esto se logra convirtiendo energía eléctrica en vibración que crea calor por fricción entre dos piezas plásticas empatables.

Esta vibración, al ser aplicada bajo presión a una pieza, causa que el director de energías se funda. Una vez que se logra la fusión, se mantiene bajo presión para permitir que el plástico se enfríe y lograr una unión molecular entre las piezas de plástico.



APLICACIONES

Los equipos de soldado por ultrasonido son usados en diversos tipos de aplicación: unión de textiles, unión de piezas, ensamble de insertos metálicos, corte y suajado de plásticos y corte de alimentos, entre otros. Aún cuando la configuración básica de un equipo de ultrasonido es la misma, las combinaciones de características son infinitas y hay que seleccionarlas específicamente para la aplicación.



7.4 MATERIALES

ALGODÓN

El algodón cuenta con propiedades físicas, mecánicas, químicas y resistencia al medio ambiente que lo hacen una de las fibras con mayor demanda en el mundo.

El algodón se caracteriza por su trenzado natural. Puede ser tratado para aumentar su brillo y resistencia, a este proceso se le llama mercerización. En general, el algodón tiene buena resistencia física y a la abrasión, ésta incrementa del 10% al 20% cuando está húmedo. Se le puede dar acabados con resinas, pero puede cambiar sus propiedades mecánicas, debilitándolo después del lavado por que su capacidad de resistencia es pobre. El algodón puede ser combinado con materiales elásticos como fibras poliéster para crear textiles resistentes a las arrugas. La recuperación elástica del algodón es muy pobre. Ya que el algodón es una fibra absorbente es muy comfortable para usarla en climas cálidos o húmedos. Sin embargo se seca lentamente provocando una sensación fría



o húmeda sobre la piel. El moho puede atacarlo cuando está almacenado. Puede lavarse en maquinas con detergentes fuertes y controlando el blanqueador, la secadora automática es apropiada, el agua caliente puede ser usada en algodón sin color.

FIBRAS SINTÉTICAS

Propiedades físicas

La mayoría son blancas al menos que sean teñidas. Las formas que se incluyen pueden ser: circular, ovalada, plana, triangular, dentada y hueca. La sección transversal de la fibra determina la apariencia y el lustre del material. Las fibras planas, redondas y trilobal incrementan el lustre. La superficie de las fibras sintéticas afecta la sensación al tacto, las fibras redondas son mas suaves y lisas, mientras tanto las fibras planas dan una sensación áspera.

Propiedades mecánicas

La resistencia a la abrasión en la mayoría de las fibras sintéticas es buena o excelente. La tenacidad de la mayoría de las fibras es muy buena o excelente y su propiedad de resistencia al piling es muy elevada. La fibras sintéticas en general tienen una gravedad específica baja, son ligeras.

Propiedades químicas

Las fibras sintéticas tienen una pobre capacidad de absorción y son sensibles al fuego.



Fibra	Resistencia Física	Resistencia a la abrasión	Absorción	Resistencia	Elastisidad	Resistencia al pilling	Resistencia a la luz solar	Gravedad específica	Termoplástico
Algodón	Buena	Buena	Buena	Excelente	Pobre	Excelente	Suficiente	1,54	NO
Lino	Excelente	Suficiente	Excelente	Excelente	Pobre	Excelente	Buena	1,52	NO
Acetato	Pobre	Pobre	Suficiente	Suficiente	Pobre	Buena	Suficiente	1,32	SÍ
Triacetato	Pobre	Pobre	Suficiente	Suficiente	Buena	Buena	Pobre	1,3	SÍ
Nylon	Excelente	Excelente	Pobre	Pobre	Excelente	Pobre	Pobre	1,14	SÍ
Polyester	Excelente	Excelente	Pobre	Pobre	Excelente	Pobre	Buena	1,38	SÍ
Spandex	Pobre	Pobre	Pobre	Excelente	Excelente	Excelente	Suficiente	1,21	SÍ

La parte positiva de no ser absorbentes son las siguientes:

- Se secan rápidamente.
- Resistente a manchas.
- Dimensionalmente estable en el agua.

Los aspectos negativos son:

- Las fibras son mas difíciles de teñir.
- Los tejidos no son confortables en climas húmedos o cálidos.
- Son materiales estáticos, ya que no conducen la electricidad.
- Pueden ser propensos a dañarse por el pilling del material.
- Las fibras son olefílicas, repelen el agua si tienden a absorber petróleo o sus derivados.

Resistencia química

Tienen una buena resistencia a la mayoría de los químicos, haciéndolas especialmente útiles en la industria.

Sensibilidad al calor

La mayoría de las fibras son sensible al calor, sin embargo unas fibras son más sensibles que otras. Estas fibras necesitan un cuidado especial durante su producción, lavado, secado, planchado y lavado en seco.

Aspectos positivos de la sensibilidad al calor

- Los hilos y las fibras pueden ser texturizados para incrementar volumen y longitud, también mejoran la sensación al tacto.

- Fibras, hilos y tejidos pueden estabilizarse para reducir el encogimiento.
- Pueden crearse imitaciones de cabello y piel.
- Se pueden crear arrugas y pliegues permanentes.
- Se pueden glasear (brillo permanente) y dar relieve permanentemente.

Aspectos negativos

- El calor excesivo produce encogimiento y agujeros.
- Al aplicar una presión excesiva puede aparecer un glaseado no deseado.
- Necesitas cuidados especiales durante su manufactura.
- La compostura de ropas hechas con estos materiales puede ser difícil.

Resistencia ambiental

La mayoría de las fibras sintéticas son resistentes al moho, bacterias, polillas e insectos. Algunos sintéticos se degradan con la luz del sol pero pueden ser tratados con un acabado resistente a las emisiones solares. La mayoría no son afectados por el envejecimiento.

Cuidados generales de las fibras sintéticas

En general son fáciles de cuidar, pueden ser lavadas en maquinas con detergentes fuertes y blanqueador, por su resistencia ante los químicos. Se debe tener un cuidado extremo cuando las fibras son planchadas o presionadas, por su sensibilidad ante el calor se pueden derretir o abrillantar.

POLIÉSTER

El poliéster es una fibra muy versátil que se puede modificar para obtener los requerimientos que el cliente necesita y puede ser combinada con otras fibras complementando las cualidades y mejorándolas teniendo una gran gama de combinaciones, una de las más usuales es algodón/poliéster.

Propiedades físicas

El poliéster se produce como una fibra blanca con diferentes secciones: redonda, trioval, oval. Los acabados pueden ser brillante, medio y mate. El tacto del poliéster puede ser modificado dependiendo de las necesidades del usuario.

Propiedades mecánicas

El poliéster soporta excelentemente la abrasión y la tensión. El pilling puede ser un problema aunque se pueden encontrar variedades de poliéster que resisten. Tiene muy buena estabilidad dimensional. El envejecimiento puede provocar encogimiento en el material.

La excelente resistencia del poliéster es la primera razón para mezclarlo con otras fibras, tiene una elasticidad moderada y una gravedad específica mediana.

Propiedades químicas

Es un material que tiende a absorber pocos líquidos con un porcentaje de transpiración alto, permitiendo que la humedad pase a través de él. Resiste químicos y no es dañado por blanqueadores, ácidos ni solventes. No conduce electricidad, así que la estática es un problema. Ya que el poliéster es sensible al calor, las arrugas y pliegues deben de ser permanentes.

Resistencia ambiental

El moho y los insectos no atacan al poliéster. La exposición prolongada al sol degrada la fibra, pero tiene mejor resistencia que otros materiales.

Los acabados que se pueden aplicar al poliéster son antibacterial, antiolor, antifluidos entre otros.





SPANDEX

El spandex o caucho sintético es una fibra elástica procesada (fibra elastomérica). Es una fibra que puede ser tensada repetidas veces hasta el doble de su longitud original y regresar aproximadamente a su tamaño inicial.

Propiedades físicas

Su sección transversal puede ser redonda o forma de hueso. Longitudinalmente puede ser suave o tener estrías. Su color es usualmente gris o blanco mate. El spandex puede ser obtenido como monofilamento o multifilamento.

Propiedades mecánicas

El spandex tiene una pobre resistencia a la abrasión y una tenacidad muy baja comparado a las fibras no elásticas. Su propiedad más importante es la elasticidad. Tienen una gran recuperación elástica del 99%, puede ser estirada de 400% a 700% de su tamaño original antes de romperse. La gravedad específica del spandex es moderada, esto permite que las prendas sean ligeras y más confortables. Sus dimensiones y resistencia son estables.

Propiedades químicas

Tiene una pobre absorción pero puede ser teñido. El spandex tiene una resistencia química mucho mejor que el caucho natural. Los solventes no lo degradan, sin embargo grandes concentraciones de cloro lo degradan y amarillenta.

Resistencia ambiental

Es resistente a insectos y microorganismos. Algunas variedades de spandex se amarillenta al estar expuesto a periodos

prolongados de sol. El envejecimiento afecta la resistencia del spandex.

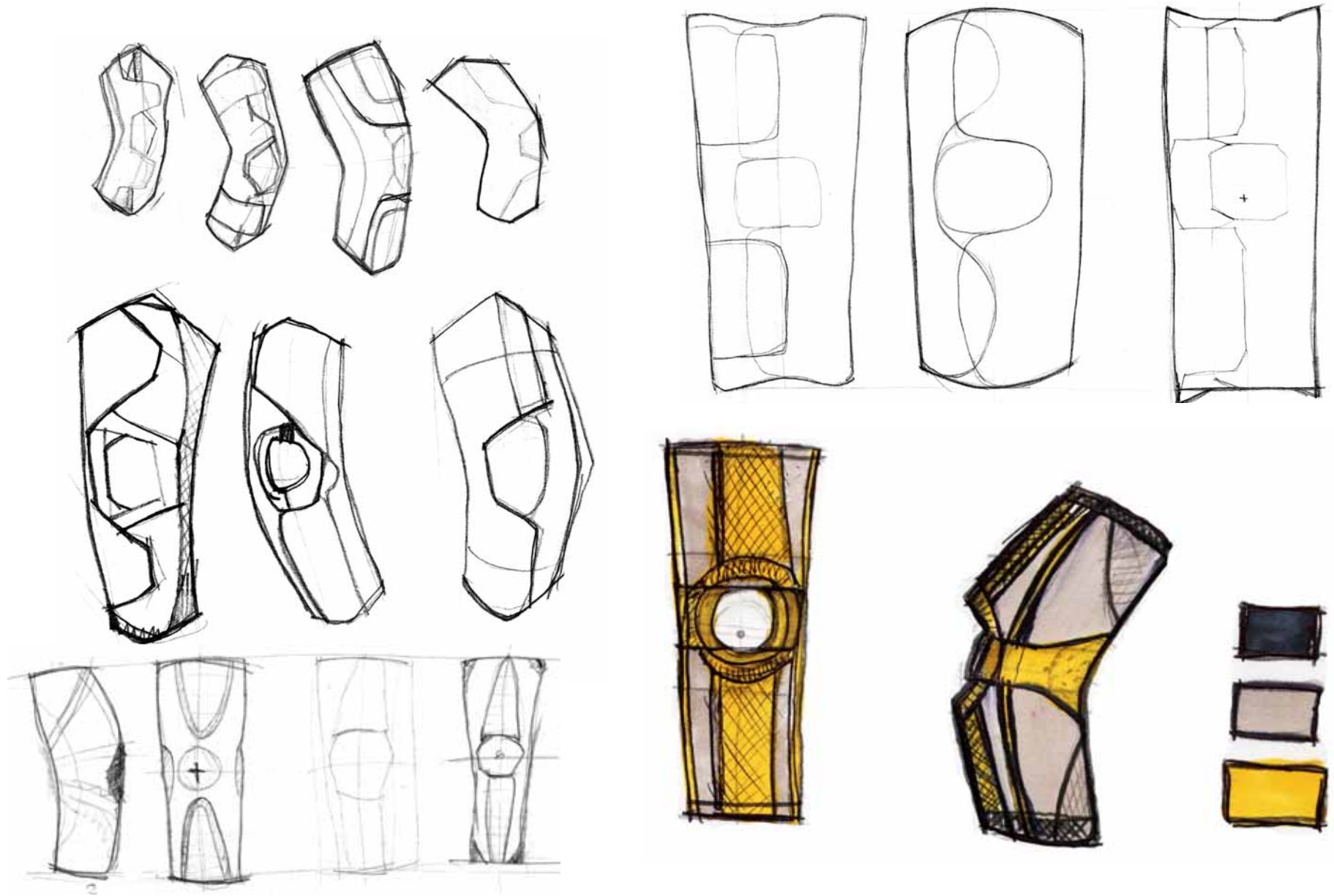
Usos

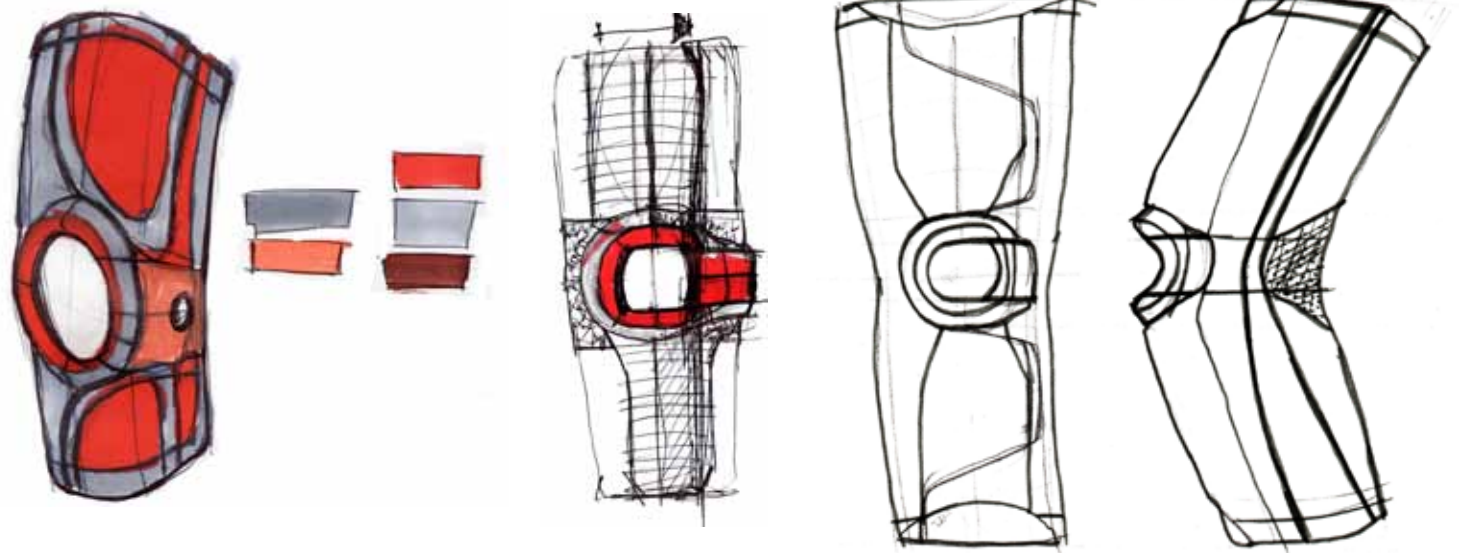
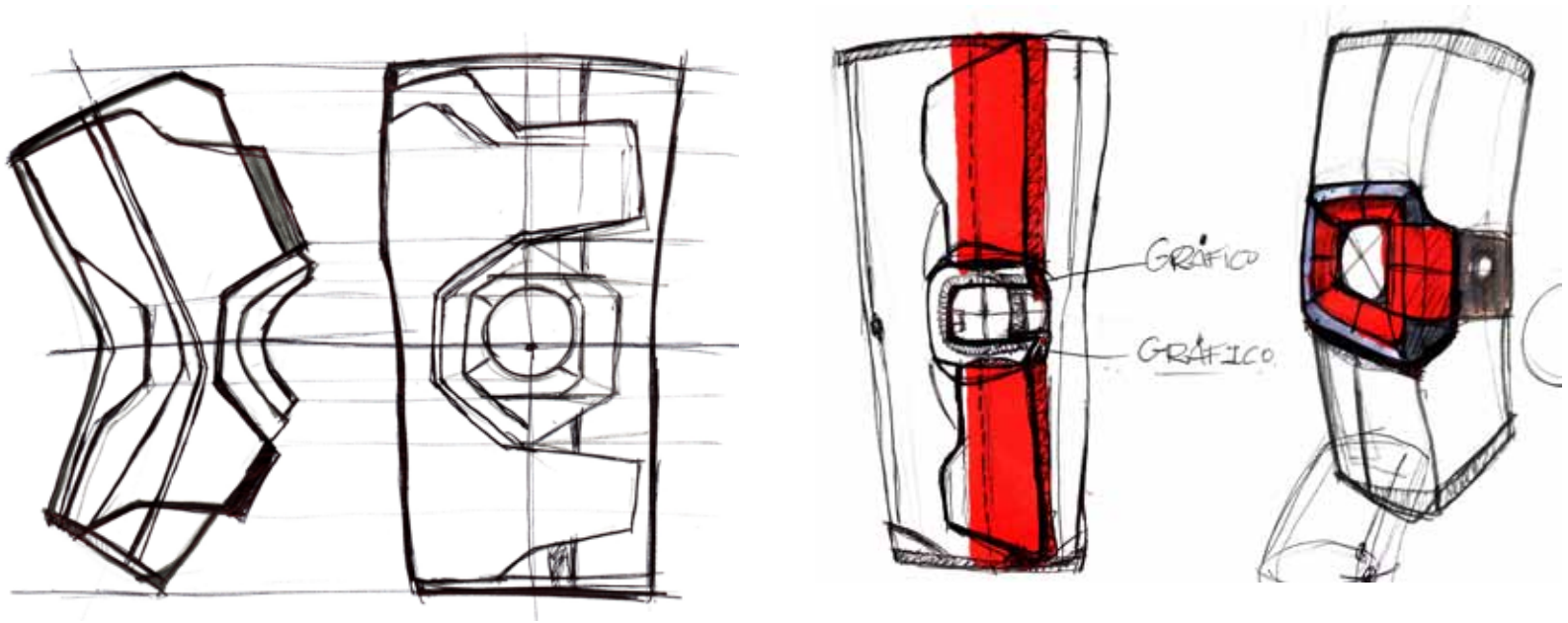
Las fibras elastoméricas son usadas para añadir propiedades de estiramiento a los textiles y aumentar el confort. Algunas de las aplicaciones se dan en ropa deportiva, trajes de baño, en prendas de uso cotidiano.



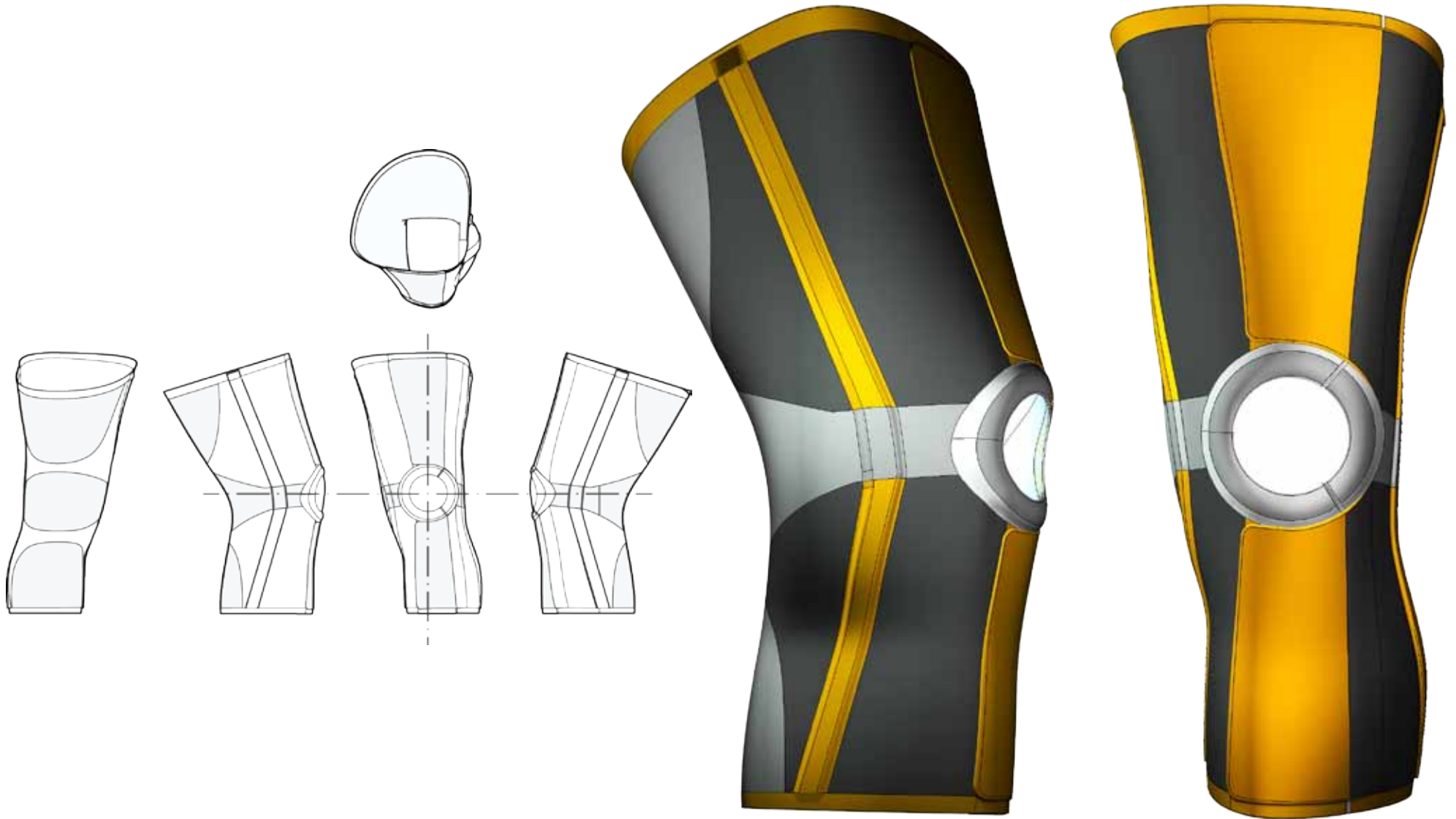
8 CONCEPTO

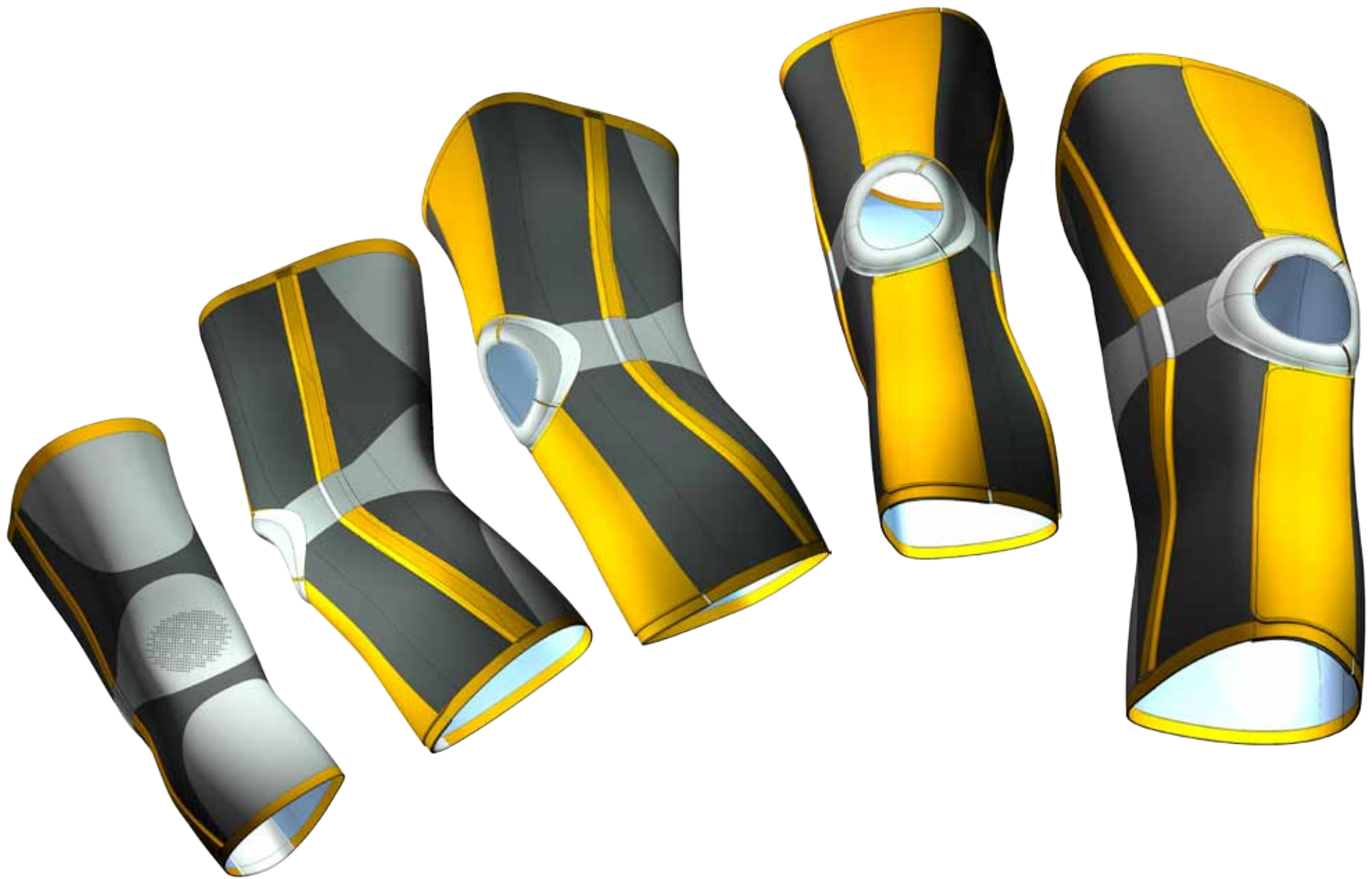
8.1 BOCETOS



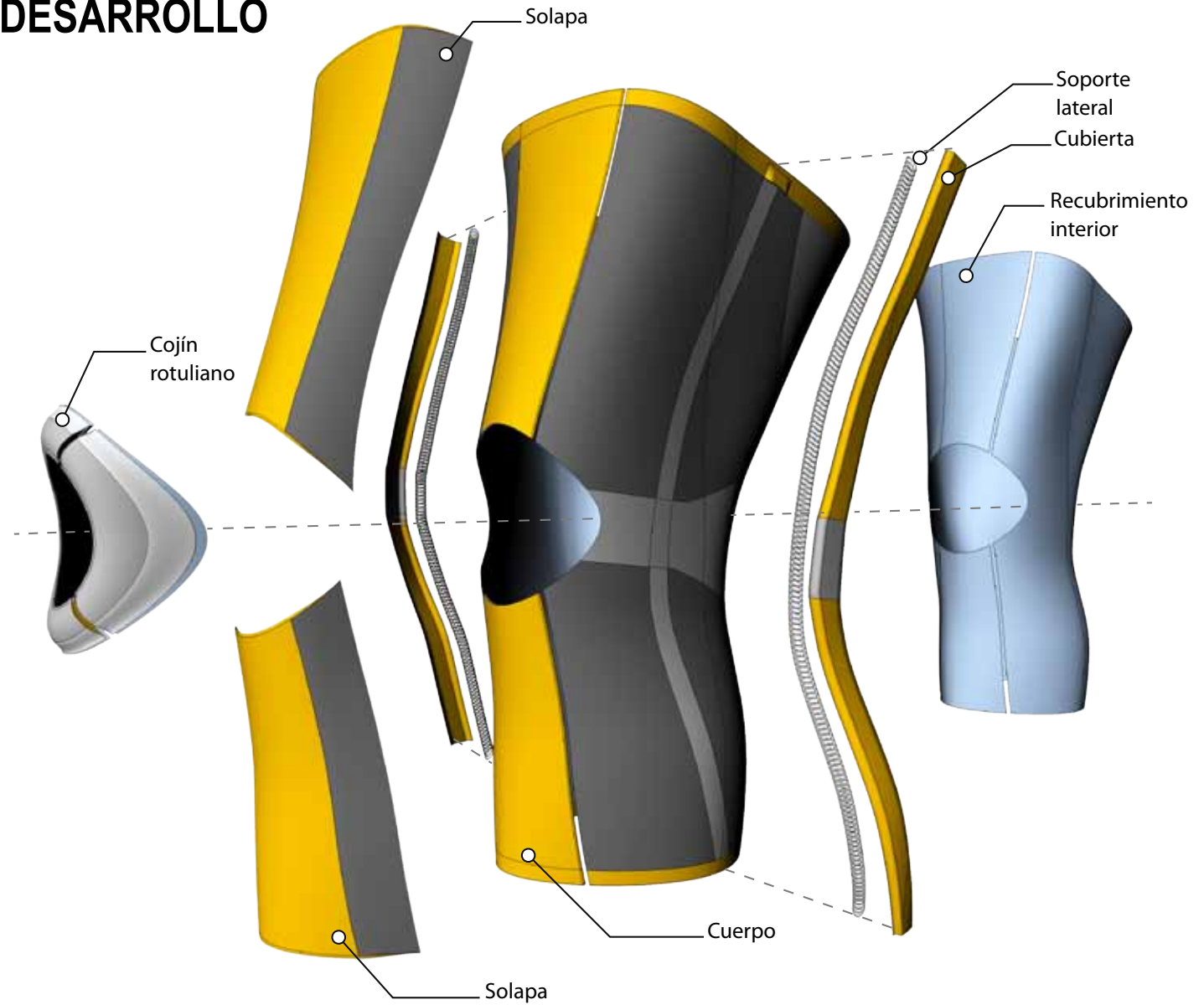


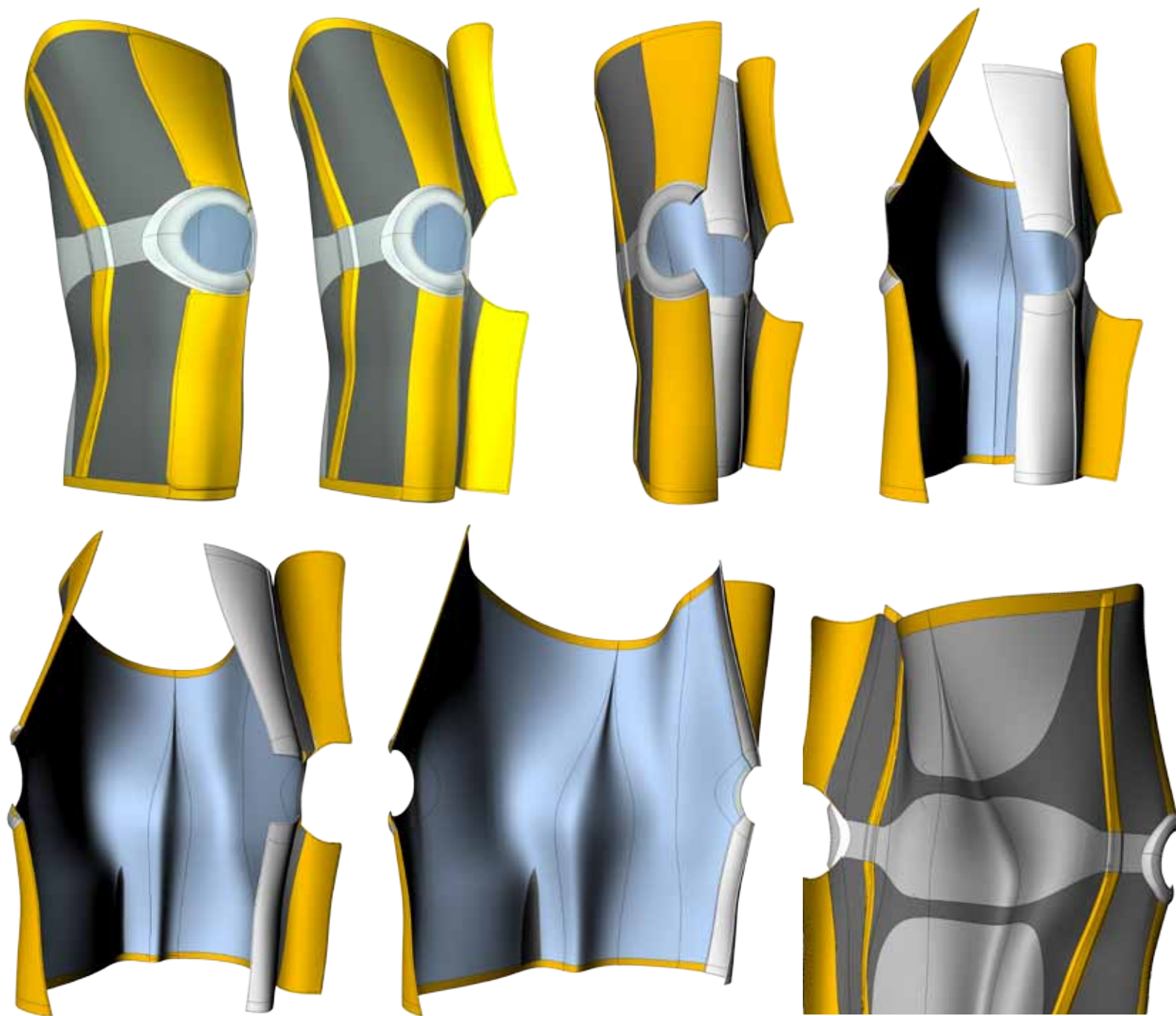
8.2 VISTAS GENERALES





8.3 DESPIECE, DETALLES Y DESARROLLO





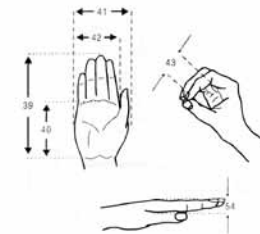
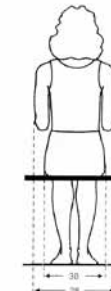
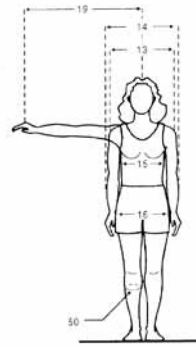
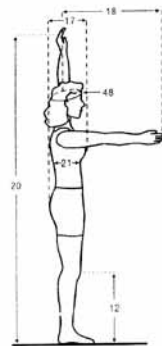
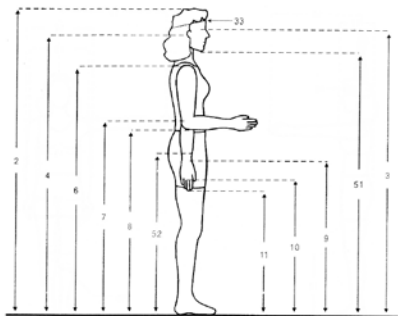
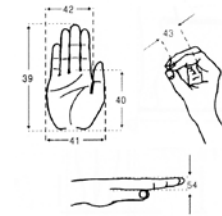
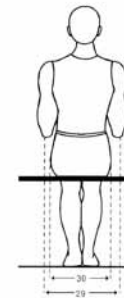
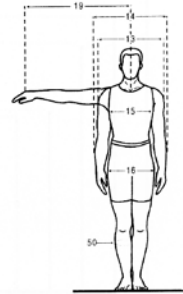
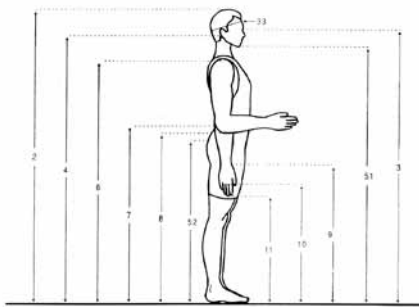
8.4 PERCENTILES Y TALLAS

La siguiente información muestra las medidas antropométricas tomadas a personas de 18 a 65 años en la zona metropolitana de Guadalajara, realizadas por el centro de investigaciones en ergonomía de la Universidad de Guadalajara.

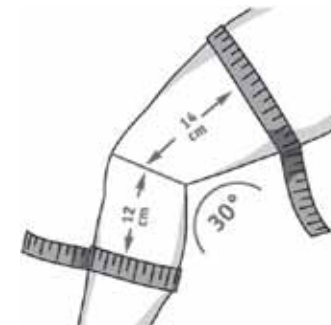
DIMENSIONES	MUJER DE 18 A 65 años			Percentiles	
	x	D.E.	5	50	95
1. Estatura	1567	52.92	4071	1570	1685
11. Altura dedo medio	612	31.55	565	611	663
12. Altura rodilla	449	23.84	411	446	491
18. Alcance brazo frontal	686	32.41	631	684	741
19. Alcance brazo lateral	700	30.18	646	700	705
50. Perímetro pantorrilla	363	34.94	314.6	355	426
26. Altura máx. muslo	152	18.06	126	150	185
27. Altura rodilla	472	21.85	435	474	508
28. Altura poplíteo	374	20.79	338	376	406
39. Longitud mano	171	8.04	158	171	185
40. Longitud palma mano	97	4.58	90	97	105
41. Anchura mano	93	6.90	83	92	104
42. Anchura palma mano	76	3.58	71	76	92
54. Espesor mano	29	3.23	23	30	35
43. Diámetro empuñadura	45	3.14	40	45	50
44. Longitud pie	232	9.79	217	232	250
46. Anchura pie	90	4.88	83	90	99

DIMENSIONES	HOMBRE DE 18 A 65 años			Percentiles	
	x	D.E.	5	50	95
1. Estatura	1675	62.80	1576	1668	1780
11. Altura dedo medio	639	35.31	584	638	697
12. Altura rodilla	478	28.7	434	476	526
18. Alcance brazo frontal	748	37.32	590	648	810
19. Alcance brazo lateral	709	81.5	581	738	818
50. Perímetro pantorrilla	365	33.78	315	362	420
26. Altura máx. muslo	152	18.09	127	150	178
27. Altura rodilla	513	25.79	473	512	556
28. Altura poplíteo	412	25.65	374	412	453
39. Longitud mano	171	8.28	158	170	185
40. Longitud palma mano	97	4.77	90	97	105
41. Anchura mano	93	6.83	83	92	103
42. Anchura palma mano	76	3.56	71	76	82
54. Espesor mano	29	3.17	24	30	35
43. Diámetro empuñadura	44	3.63	39	45	50
44. Longitud pie	232	10.13	217	232	250
46. Anchura pie	90	4.92	83	90	99

Unidades en milímetros

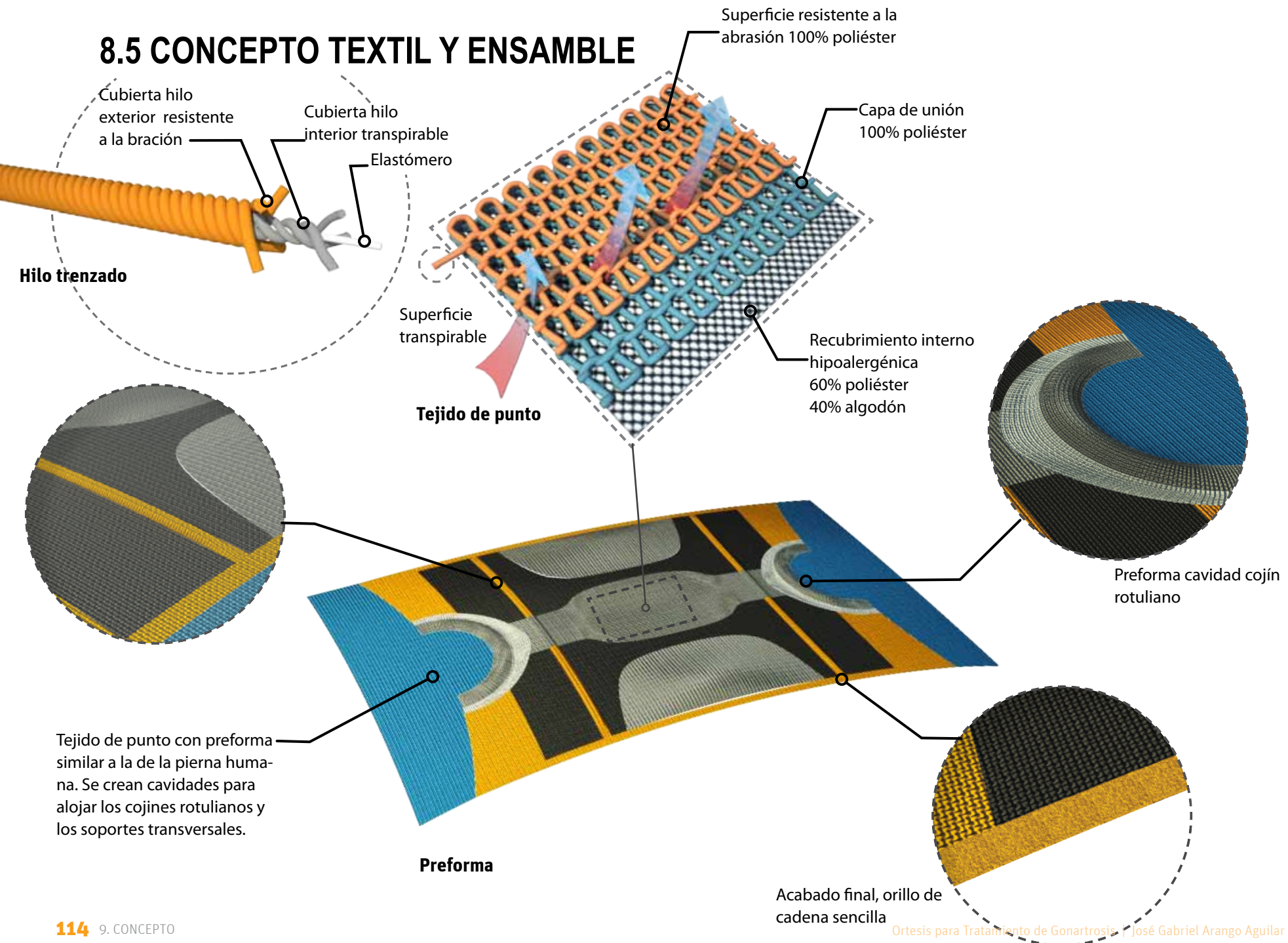


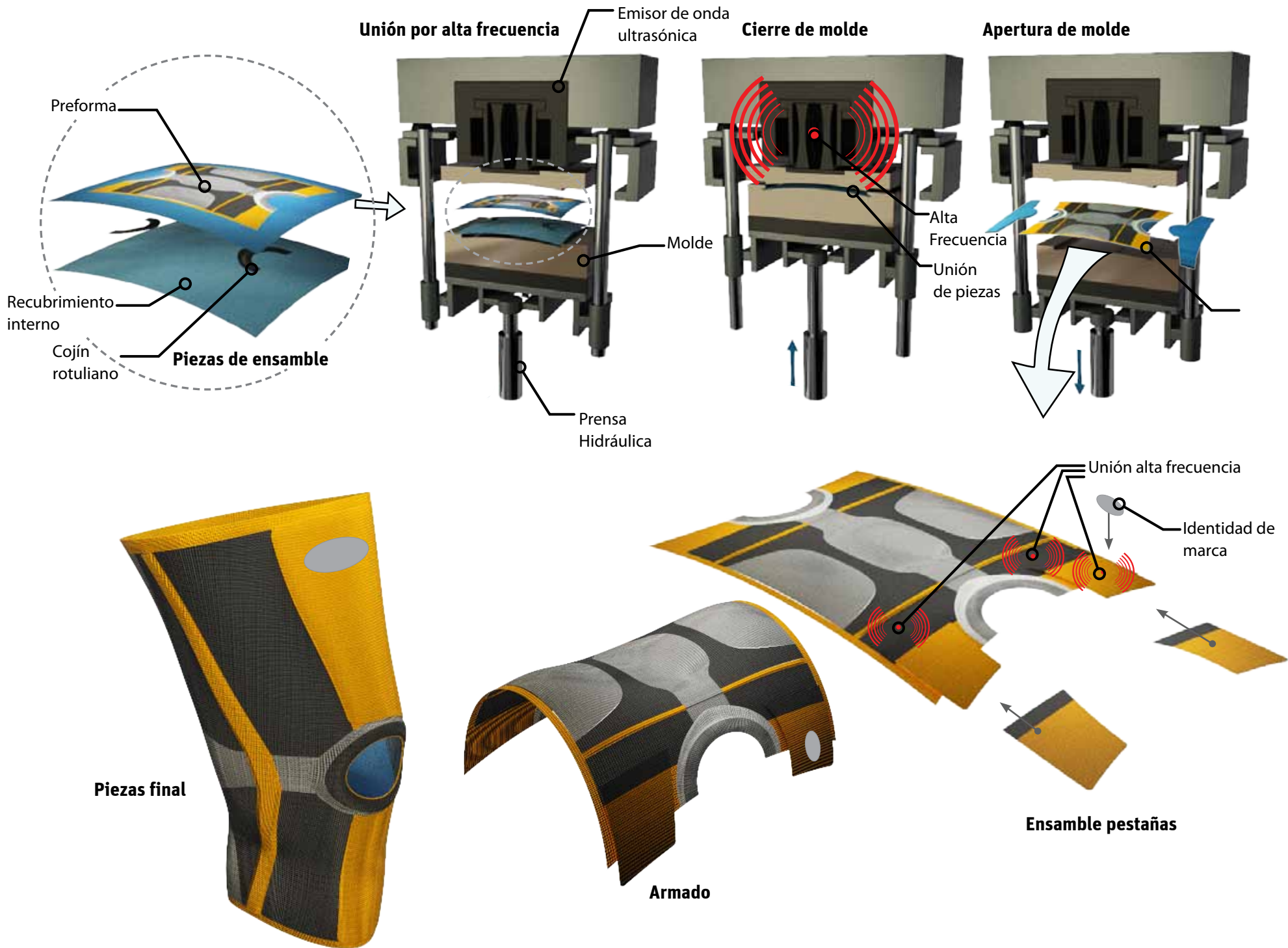
Talla	Chica	Mediana	Grande	Extra grande
Circunferencia inferior	28 -	34 -	40 -	46 -
	31	37	43	49
Circunferencia superior	38 -	44 -	50 -	56 -
	41	47	53	59



Arriba se muestra la lista de tallas posibles a la venta en el mercado mexicano.

8.5 CONCEPTO TEXTIL Y ENSAMBLE





9 ¿EL FUTURO DE LA RODILLERA?

9.1 TRATAMIENTO INTEGRAL

Tan solo como un ejercicio conceptual sobre el futuro de la rodillera se creó un diagrama en base a las experiencias que se obtuvieron a lo largo del desarrollo de la tesis, la idea es visualizar cual será el manejo de la enfermedad y la relación que habrá entre la rodilleras y la mejora del paciente.

El concepto se basa en usar la rodillera como un medio de transmisión de datos en el que se integran todos los actores en el manejo y tratamiento del padecimiento (medicos, terapeutas, aparatos de apoyo, familiares, sociedad), la rodillera seguirá siendo una pieza importante del tratamiento pero además se incluirían funciones para dar seguimiento del desarrollo del padecimiento, recopilará información con respecto al uso, funcionamiento, posicionamiento físico de la rodillera además de datos referentes a la temperatura, horas de uso por parte del paciente e información de la biomecánica de la rodilla esto facilitará al doctor, si es necesario, reajustar el tratamiento, mientras que el paciente puede estar informado día a día sobre el avance o mejora de la enfermedad.

El desarrollo tecnológico estará basado en productos nanotecnológicos que permitan mejorar las características de materiales y la implantación de componentes electrónicos que posibiliten la toma de datos. Todos los datos se recopilarán en una central que despachara la información que requiera cada participante en el proceso de recuperación para mantenerlo actualizado, el paciente y los familiares obtendrán datos instantáneos sobre su mejora.

La tendencia se dirigirá al apoyo del paciente para su mejoramiento tanto físico como anímico.

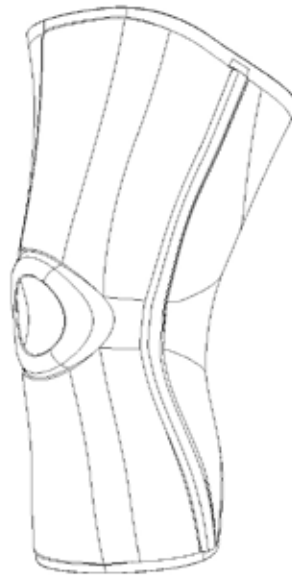
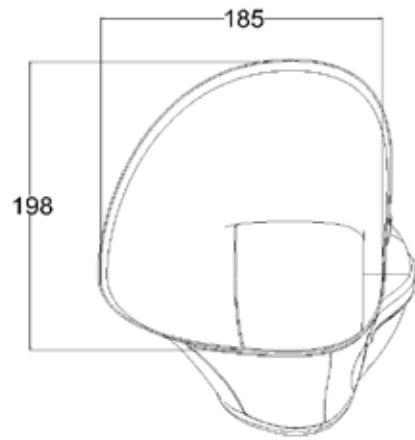


9.2 ORTESIS PROSPECTIVA



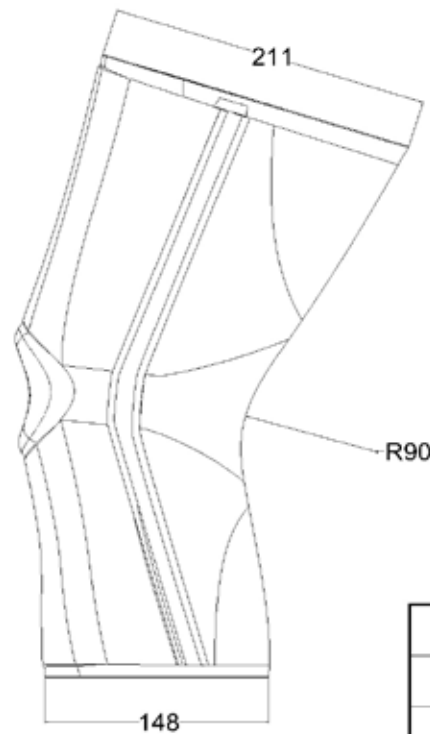
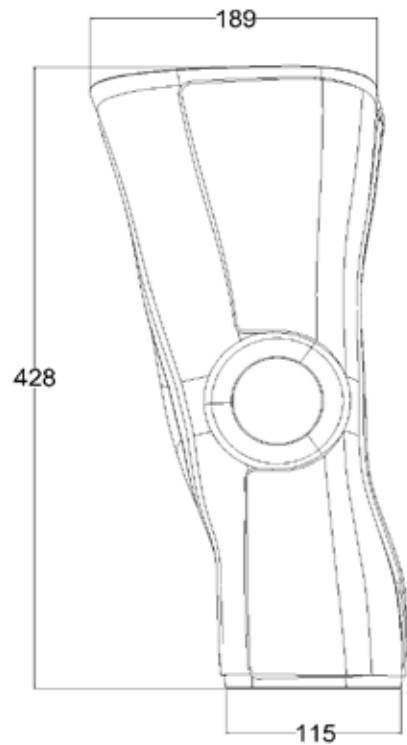
10 PLANOS

A



B

C



D

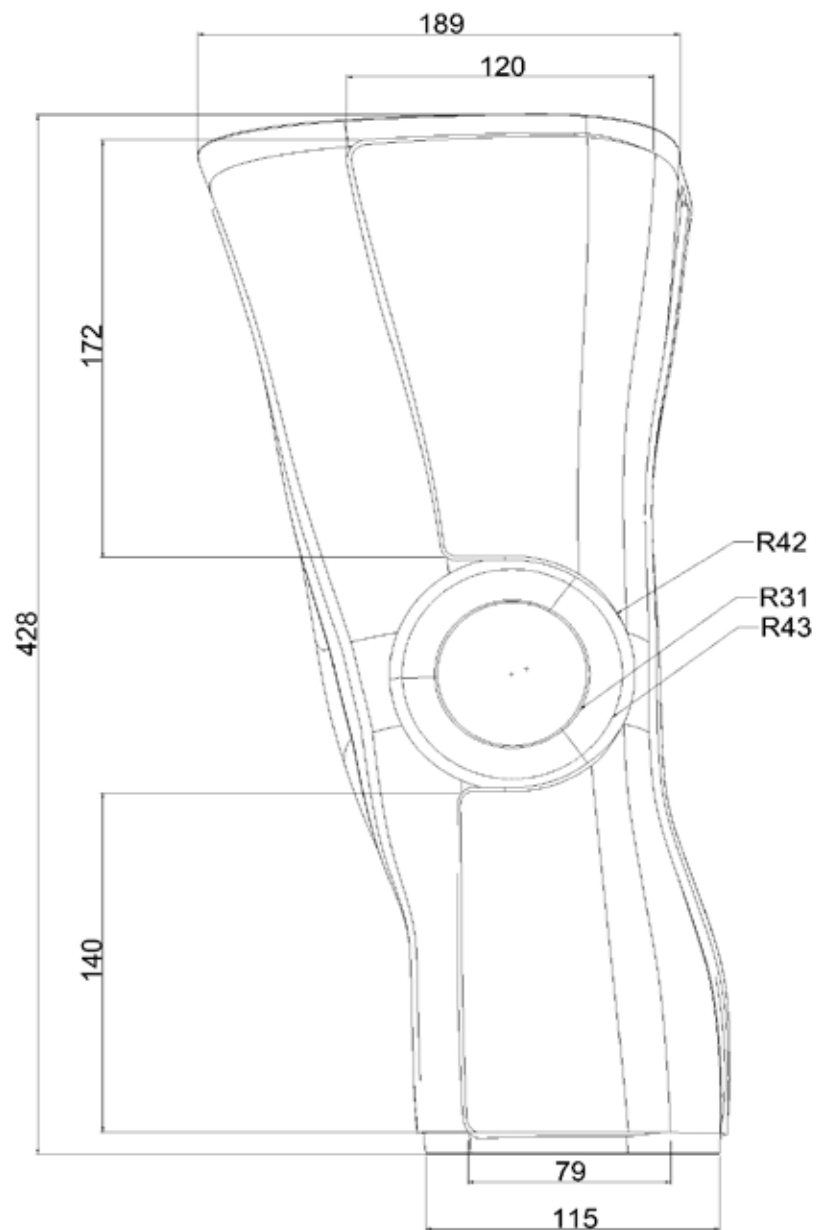
José Arango	CIDI-UNAM	05/11/12	Esc. 1/5
001 Ortesis de rodilla Talla M		A4	
Vistas generales		mm	1/5

A

B

C

D



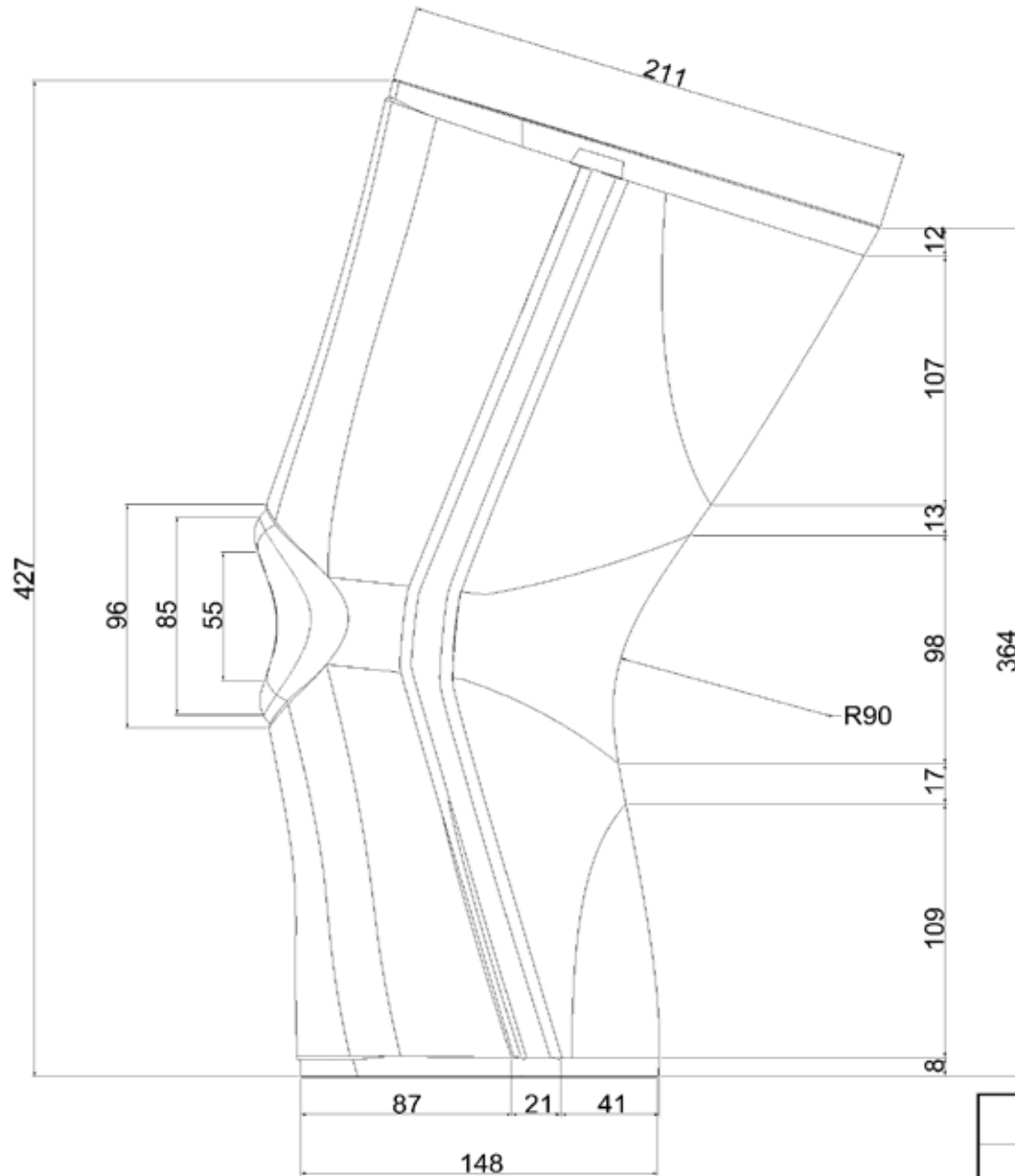
José Arango	CIDI-UNAM	05/11/12	Esc. 1/3
001 Ortesis de rodilla Talla M		A4	
Vista frontal		mm	1/5

A

B

C

D



José Arango

CIDI-UNAM

05/11/12

Esc. 1/3

001 Ortesis de rodilla Talla M

A4



Vista derecha

mm

1/5

A

B

C

D

PESTAÑA

SOPORTE LATERAL

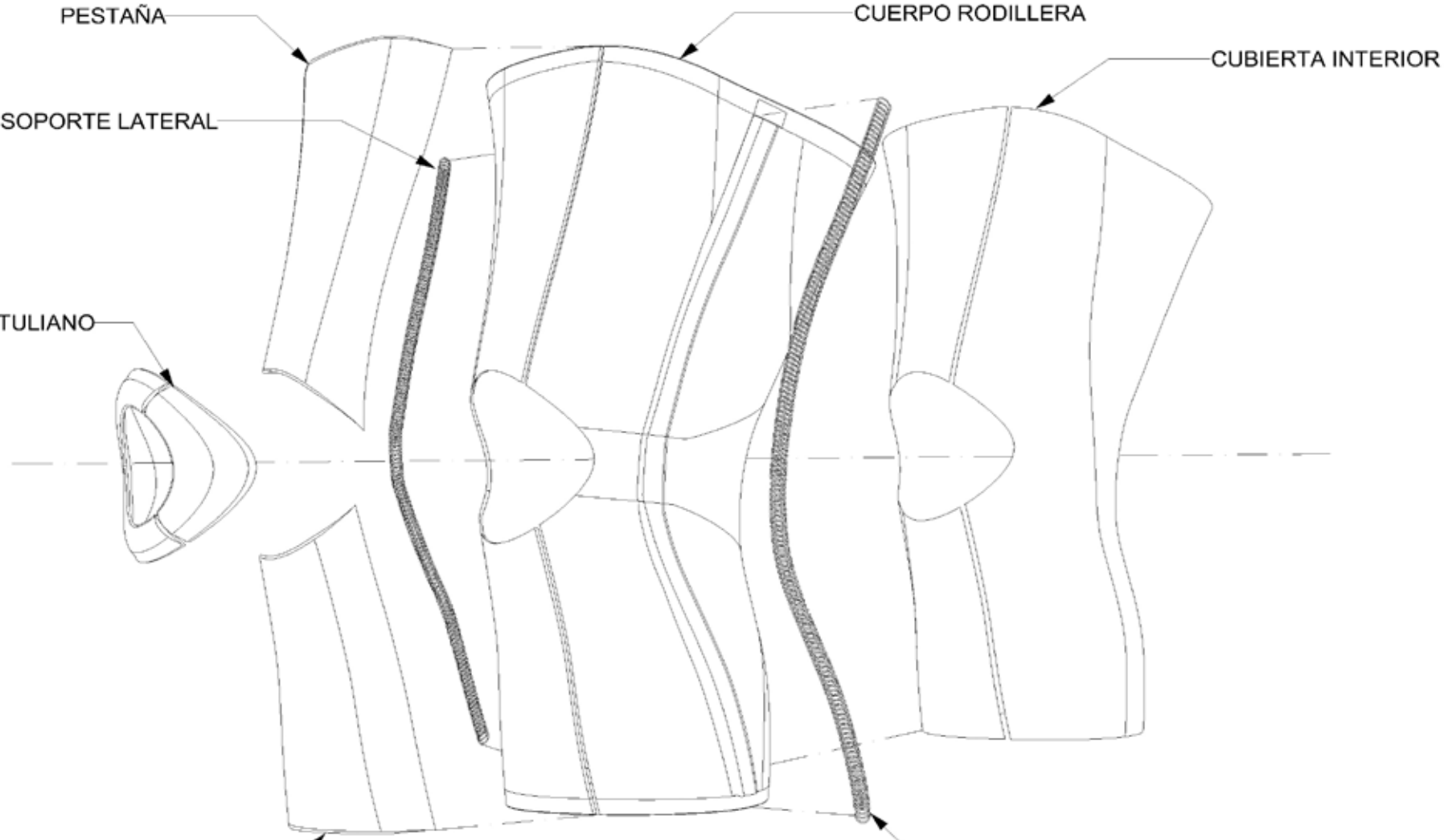
COJIN ROTULIANO

PESTAÑA

CUERPO RODILLERA

CUBIERTA INTERIOR

SOPORTE LATERAL



José Arango	CIDI-UNAM	05/11/12	Esc. 1/3
001 Ortesis de rodilla Talla M		A4	
Vista frontal		mm	1/5

1

2

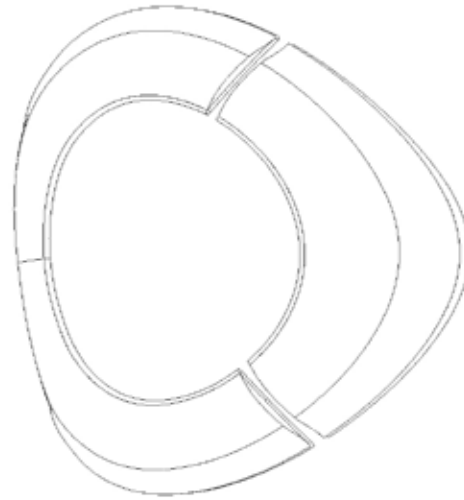
3

4

5

6

A



B

pestaña
para ensamble

R36

C

R23

+

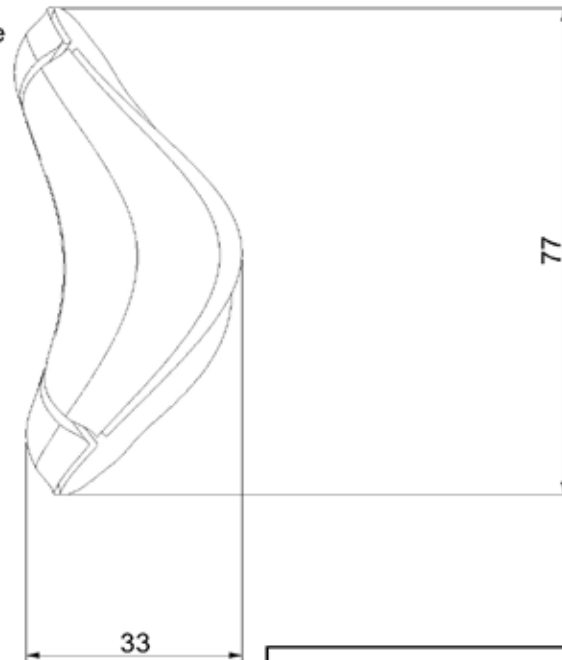
77

D

R39

R35

33



José Arango

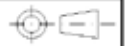
CIDI-UNAM

05/11/12

Esc. 1/2

001 Ortesis de rodilla Talla M

A4



Vista frontal

mm

1/5

11 CONCLUSIONES

11. CONCLUSIONES

¿Fue posible crear un producto innovador que mejorara la calidad de vida de los usuarios y que tuviera un precio competitivo?

Para poder responder a la pregunta, es importante entender que el proyecto busca obtener un producto utilitario que resuelva las necesidades de los usuarios con los recursos humanos y tecnológicos con los que se contaron durante la ejecución de la tesis. Durante el desarrollo del proyecto, se presentó la necesidad de contactar y trabajar con distintos especialistas para resolver cada una de las problemáticas y poder generar un panorama más claro y profundizar en el área médica; sin embargo, no fue posible en todos los casos, esto me hizo comprender que para desarrollar un proyecto médico de estas características se requiere trabajar con un grupo multidisciplinario muy amplio e infraestructura especializada.

Al no contar con estos recursos, no se pudo ahondar en el proyecto y ciertos objetivos no se pudieron atacar a profundidad ni validarlos con la ayuda de un especialista; sin embargo, esto no fue un motivo que impidiera desarrollar propuestas conceptuales con posibilidad de ser aplicadas.

El trabajar con distintas disciplinas aportó diversas técnicas de investigación y estrategias de trabajo que enriquecieron el proceso de diseño y ayudaron, entre otras cosas, a la obtención, análisis, administración e interpretación de la información lo que aceleró el proceso de desarrollo de los conceptos y propuestas de diseño generando un gran número de éstas.

Se incluyeron otras estrategias aprendidas como la del taller “diseño de productos innovadores” que permitieron la cons-

trucción de maquetas y modelos rápidos para la generación y prueba de conceptos.

Se logró resolver e integrar de manera exitosa algunas de las necesidades del producto, con aspectos innovadores en el sistema de ajuste y cierre, así como en su colocación. En resumen los resultados son los siguientes:

- Se logró integrar en un sólo mecanismo el sistema de ajuste y cierre. Se redujeron la cantidad de elementos y material, simplificando el sistema y con un proceso de colocación muy rápido para los distintos usuarios del producto.
- El sistema de cierre y ajuste permite mantener una tensión continua a lo largo de la pierna, reduciendo el desplazamiento vertical durante la marcha.
- El concepto textil estructurado brinda la posibilidad de mejorar la transpiración y cambiar los espesores en las diferentes partes de la rodillera donde sea requerido, permitiendo la reestructuración de la superficie.
- El análisis de dobleces en materiales permitió que la textura multiperforada de la coyuntura de la pierna no se abultara cuando ésta se flexiona, además de permitir la transpiración de la zona afectada.

Se puede afirmar que uno de los logros de la tesis fue aprender e incorporar todas las estrategias obtenidas a lo largo de su desarrollo para la conceptualización de un producto. La integración y ejecución de nuevas técnicas en el proceso de diseño me ha hecho darle una mayor importancia al trabajo multidisciplinario, estratégico y colaborativo que es esencial en el desarrollo de proyectos de diseño, ya que los enriquece

y facilita su ejecución.

A futuro quiero concentrar mi esfuerzo en mejorar y consolidar todos los conocimientos aprendidos en la tesis, así como las habilidades de dibujo, conceptualización y comunicación de proyectos que puedan fortalecer mi actividad como diseñador.

Para mi es necesario manifestar que la investigación realizada me permitió confirmar la hipótesis general, a saber, que el diseño industrial es conocimiento incorporado en un producto. Puedo afirmar después de esta investigación, que aprendí el valor del trabajo interdisciplinario, en equipo, dónde la aportación de conocimientos desde distintas especialidades favoreció alcanzar una propuesta mucho más enriquecida, que de no haberlo realizado así, se habría logrado pero, de una forma más sencilla y limitada.

El diseño del producto obtenido está sustentado por la investigación desde diferentes campos disciplinarios y me ayudó a entender y ubicar mi trabajo profesional en un proceso de identificación de una oportunidad para proponer un nuevo proyecto, organizar los recursos para su desarrollo y entender y enfrentar los riesgos que implican el lanzamiento de una innovación.

PROSPECTIVA

Este tipo de productos tienen un futuro muy alentador, el desarrollo de nuevos procesos de producción y materiales inteligentes permitirá que las rodilleras sean hechas a la medida,

tomando escaneos tridimensionales de la pierna, mandando información a programas que podrán calcular las reducciones de volumen de las extremidades o de cualquier parte del cuerpo. Esto dará la posibilidad de que los diseños estén listos para ajustarse a estas modificaciones corporales, se podrán crear programas de recuperación “hecho a la medida” de cada paciente. Los nuevos materiales permitirán que los problemas de transpiración se reduzcan, así como los problemas hipoaérgicos que producen los textiles actuales.

El uso del movimiento y el calor corporal para la generación de electricidad combinados con polímeros sensibles a estímulos eléctricos podrán ayudar a deformar y ajustar la forma de las ortesis, dando soporte a los miembros de manera más efectiva, atacando el problema puntualmente. La energía podrá ser acumulada en baterías, con lo que se podrán controlar las condiciones microclimáticas de la ortesis ayudando a recomfortar dolores y molestias.

Estos objetos y mucho más relacionados en el campo de la medicina social contarán una gran carga de tecnología e innovación brindando un beneficio que hará la vía más fácil para personas con este tipo de padecimientos.

BIBLIOGRAFÍA

Avila Chaurand, Rosalío. Dimensiones Antropométricas (Población Latinoamericana). Universidad de Guadalajara, Prometeo Editores.

Ulrich, Karl T. Diseño y desarrollo de productos; Enfoque Multidisciplinario, Tercera edición, 366 páginas. Mc Graw Hill, México D.F. 2004

Lusardi, M., Nielsen, C.
"Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation",
Ed-.ButterworthHeinemann

Ramón Viladot Pericé, Oriol Cohí Riambau, Salvador Clavell Paloma "Ortesis y prótesis del aparato locomotor"
Elsevier España, 1989

Zambudio, R.
Prótesis, órtesis y ayudas técnicas
Elsevier España, 2009

John D. Hsu "AAOS. Atlas de ortesis y dispositivos de Ayuda, 4a ed"Elsevier España, 2009

Antonio Viladot Voegeli "Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor"
Springer, 2001

SER Sociedad Española de Reumatología
ARTROSIS Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento
2010

Sociedad Española De Reumatologia
Artrosis, Fisiopatología, diagnóstico y tratamiento

Francisco Angel Barrera Tomás
Tecnología del tejido de punto: por trama a dos caras
Universidad Iberoamericana (México, D.F)

Fuentes electrónicas
Empaquetaduras de hilos
<http://cadcamcae.wordpress.com/tag/inventos/>
<http://www.bransoneurope.eu>