



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



EKILIBRA

"MEJORAMIENTO EN LA EXPERIENCIA DE USO DE MULETAS, MEDIANTE LA
ADAPTACIÓN DE UN DISPOSITIVO ALTERNATIVO QUE REDUCE EL RIESGO DE
ALTERACIONES EN LA PIEL AXILAR"

PRESENTADO POR:

ALBERTO MANUEL NIETO LÓPEZ

COD: 1085165985

DIRECTOR DE TESIS

RODOLFO ARENAS

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO
PAMPLONA, COLOMBIA

2021-1



SC

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Dedicatoria

A menudo me he preguntado que desean de su madre los demás hombres. Yo sé con certeza que, para mi debe ser una criatura sencilla, serena, capaz de sonreír en los momentos difíciles de la vida. Tu eres exactamente así [...] en este largo viaje, he aprendido a dirigir la mirada a mi interior y me he dado cuenta de lo importante que son las personas que amamos.

Romano Battaglia

...A mis padres



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Agradecimientos

Gracias a Dios por ser el máximo diseñador y el dador de inspiración.

A mis padres que con su paciencia y esfuerzo no dejaron que mi fe se apagara. A mi mentor Rodolfo Arenas por su guía, al grupo docente del programa de Diseño de la universidad de Pamplona por los conocimientos compartidos y a Ingrid Alfaro López, Myriam López de Fuentes, Nubia Rozo, Nury Medina Capacho, Juan Caycedo Tafur, Hayr Flórez Ramírez, Juan Álvarez.

Ángeles en el camino.



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Introducción

La universidad de Kansas (1993), en su folleto “*Problemas de las articulaciones*” resalta que:

“El cuerpo humano fue diseñado para moverse de un lugar a otro utilizando los músculos y los huesos fuertes de las piernas y las caderas. Los brazos y las manos fueron diseñados para alcanzar y agarrar, no fueron diseñados para la locomoción”. (p.3)

Cuando las personas han sufrido lesiones importantes a niveles bajos de su cuerpo ocasionadas por enfermedades degenerativas o episodios de accidentalidad, las lesiones pueden acompañarlos por un corto espacio de tiempo o deben aprender a lidiar con ellas durante su vida, son circunstancias que obligan al paciente a recurrir a dispositivos que simulen el movimiento de sus piernas y así regular la motricidad de su cuerpo.

El tiempo de uso de un artefacto dependerá de la gravedad de las lesiones, en la Clasificación Internacional del funcionamiento CIF, (2001) citado en (Vásquez, 2008, p. 12) se menciona que una persona con paraplejia tendría una lesión permanente de los músculos de la mitad inferior del cuerpo, mientras que una fractura significaría tener una lesión temporal en la estructura corporal de dicho hueso. Entendiendo que una condición permanente son afecciones no suelen ser resueltas por el cuerpo ni a corto o a largo plazo; en tal caso los dispositivos para la movilidad son el recurso que le permitirá sobrellevarla, esta relación de dependencia le obliga a utilizar una y otra vez el dispositivo.

¿Qué lesiones nuevas pueden aparecer ante el uso prolongado de las muletas? ¿Cómo reacciona la piel axilar luego de su interacción con ellas? ¿Cómo contribuir a las condiciones de fábrica para poder evitar las patologías en dicha área?



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Este proyecto se realiza con la finalidad de generar una alternativa que reduzca el riesgo de lesiones en la pared medial axilar a causa de este dispositivo, el estudio se vincula desde la disciplina del diseño industrial para lograrlo, teniendo en cuenta aspectos como la marcha humana, la marcha con muletas y analizando las opiniones de pacientes que han llegado a desistir de su utilización.

Ekilibra como respuesta de diseño responde a la necesidad de implicar al objeto de mayor connotatividad “aquello que lo hace mejor” pero sin alterar su denotatividad o “función básica” (Valencia, 2009, p.22) esto con el único fin de aumentar sus prestaciones como dispositivo de asistencia.



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. TABLA DE CONTENIDO	7
3. ÍNDICE DE TABLAS	16
4. ÍNDICE DE FIGURAS	18
CAPITULO 1- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	25
ACOPIO DE LITERATURA CIENTÍFICA.....	25
5. JUSTIFICACIÓN	26
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	28
5.1 MARCO CONTEXTUAL	28
5.1.1 <i>Equilibrio</i>	28
5.1.2 <i>Base de sustentación</i>	28
5.1.3 <i>Extremidades inferiores</i>	28
5.1.4 <i>Movilidad reducida</i>	28
5.1.5 <i>Diversidad Funcional</i>	29
5.1.6 <i>Ortopedia</i>	29
5.1.7 <i>Tecnologías de apoyo</i>	29
5.1.8 <i>Muletas axilares</i>	30
5.1.9 <i>Accionar</i>	30
5.1.10 <i>Fuerza pasiva</i>	31
5.1.11 <i>Acción activa</i>	31
5.1.12 <i>Fricción</i>	31



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



5.1.13	Marcha	31
5.1.14	Movimiento Anterógrado	31
5.1.15	La axila	31
5.1.16	Pared Medial Axilar	32
5.1.17	Piel.....	32
5.1.18	Patología	34
5.1.19	Afecciones secundarias	34
5.1.20	Lesión	34
5.1.21	Lesión aguda	34
5.1.22	Lesión crónica.....	35
5.2	LESIONES MECÁNICAS DE LA PIEL AXILAR.....	35
5.2.1	Hiperpigmentación.....	35
5.2.2	Dermatitis de contacto.....	36
5.2.3	Escoceduras.....	36
5.2.4	Acné Mecánico	37
5.2.5	Fibromas Blandos.....	37
6.	MARCO HISTÓRICO	38
	MARCO TEÓRICO	42
6.1	ANÁLISIS DE LA MARCHA HUMANA.....	42
6.2	COMPONENTES QUE PARTICIPAN EN LA FASE DE APOYO	44
6.2.1	Columna Vertebral	44
6.2.2	Cadera	45
6.2.3	Rodilla.....	45
6.2.4	Tobillo y pie	45



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



6.3	COMPONENTES QUE PARTICIPAN EN LA FASE DE OSCILACIÓN	46
6.3.1	<i>Columna Vertebral y Pelvis</i>	46
6.3.2	<i>Cadera</i>	46
6.3.3	<i>Rodilla</i>	46
6.3.4	<i>Tobillo y Pie</i>	47
6.4	LAS ARTICULACIONES Y EL MOVIMIENTO	48
7.	MARCO CONTEXTUAL	49
7.1	PERSONA EN SITUACIÓN DE DISCAPACIDAD	49
7.2	CIFRAS A NIVEL MUNDIAL	50
7.3	CIFRAS A NIVEL NACIONAL	50
7.4	CLASIFICACIÓN DE LA DISCAPACIDAD HUMANA	51
7.4.1	<i>Sensorial:</i>	51
7.4.2	<i>Discapacidad intelectual:</i>	52
7.4.3	<i>Discapacidad neuromotora</i>	52
7.4.4	<i>Discapacidad Psíquica</i>	52
7.4.5	<i>Discapacidad Física</i>	52
7.4.6	<i>Cuadriplejia</i>	52
7.4.1	<i>Paraplejia</i>	52
7.4.2	<i>Parálisis cerebral</i>	53
7.4.3	<i>Discapacidad Múltiple</i>	53
7.5	CLASIFICACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DE LA DISCAPACIDAD Y LA SALUD	53
8.	MARCO LEGAL	56
8.1	VIGILANCIA SANITARIA DE LOS DISPOSITIVOS MÉDICOS EN COLOMBIA	57
8.2	FACTORES QUE INFLUYEN EN SU CLASIFICACIÓN	57





8.3	DISPOSITIVO MÉDICO ALTERADO	57
9.	MARCO METODOLÓGICO.....	59
9.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	59
9.2	PREGUNTA DE LA INVESTIGACIÓN	62
9.2.1	<i>Objetivo general.....</i>	<i>62</i>
9.2.2	<i>Objetivos específicos</i>	<i>62</i>
9.3	MODELO DE LA INVESTIGACIÓN	62
9.4	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	63
9.4.1	<i>Encuesta</i>	<i>63</i>
9.5	TRATAMIENTO DE LOS DATOS	64
9.5.1	<i>Análisis de Función de Calidad (QFD)</i>	<i>64</i>
9.5.2	<i>Participantes</i>	<i>66</i>
9.5.3	<i>Resultados del análisis estadístico</i>	<i>67</i>
9.5.4	<i>Metodología.....</i>	<i>68</i>
9.5.5	<i>Esquema Metodológico de la Investigación</i>	<i>68</i>
10.	ANÁLISIS DE SOLUCIONES EXISTENTES.....	70
11.	CAPITULO 2 – PROCESO Y PROPUESTA	71
	ATENCIÓN AL FENÓMENO.....	71
11.1	PROCESO DE DISEÑO	72
12.	CONDICIONES PARA EL DISEÑO	72
12.1	FORMULACIÓN DE REQUERIMIENTOS EN FUNCIÓN DE SUBPROBLEMAS.....	72
12.2	CONCLUSIÓN GENERAL.....	95
13.	PROCESO DE IDEACIÓN.....	95



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



13.1	GENERACIÓN DE IDEAS	95
13.2	VALIDACIÓN DE IDEAS	101
14.	REQUERIMIENTOS FINALES PARA EL DISEÑO	102
14.1	ANÁLISIS DE FUNCIONES DEL APOYO Y PROCESO CREATIVO.....	105
14.2	ALTERNATIVAS.....	106
14.2.1	<i>Alternativa 1</i>	106
	<i>Cabezales esféricos</i>	106
14.2.2	<i>Alternativa 2</i>	107
	<i>Balancín y Cordón</i>	107
14.2.3	<i>Alternativa 3</i>	107
	<i>Equilibrio textil</i>	107
14.2.4	<i>Selección de la alternativa</i>	108
14.2.5	<i>Evolución de la alternativa 3</i>	112
15.	DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA FINAL	113
15.1	DETALLES DE LA PROPUESTA.....	114
15.1.1	<i>Componentes</i>	114
CAPITULO 3 COMPROBACIONES		118
16.	MEDIOS Y MATERIALES.....	119
16.1	OBJETIVOS DE LA COMPROBACIÓN:.....	119
16.1.1	<i>Etapa 1</i>	120
16.1.2	<i>Etapa 2</i>	125
16.1.3	<i>Etapa 3 Construcción y pruebas en el modelo de comprobación</i>	129
16.2	MODELO DE COMPROBACIÓN TRIDIMENSIONAL.....	137





16.2.1	Cumplimiento de los Objetivos del Proyecto	138
16.2.2	Pruebas de observación directa	138
16.2.3	Herramienta de comprobación	138
16.2.4	Interfaz de Estímulo Táctil.....	138
16.3	ASESORÍAS EXTERNAS	144
16.3.1	Emily Jaimes	144
16.3.2	Edwin Jair Castellanos Soler	144
CAPITULO 4 ANALISIS DE FACTORES.....		145
17.	ANÁLISIS DEL FACTOR PRODUCTO	146
17.1	ANÁLISIS DE LA CONFIGURACIÓN FORMAL	146
17.1.1	Objeto antropocéntrico.....	147
17.1.2	Hombre:.....	147
17.1.3	Objeto.....	148
17.1.4	Contexto.....	148
17.1.5	Volumen	148
17.1.6	Volumen Positivo.....	149
17.1.7	Volumen Negativo.....	149
17.1.8	Superficie.....	150
17.1.9	Proporción	152
17.1.10	Contorno.....	153
17.1.11	Sonido.....	154
17.1.12	Criterio Adaptativo/Semántico.....	154
17.1.13	Relaciones Funcionales del Sistema Ekilibra	155
17.1.14	Relación Inter-figural.....	156



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



17.1.15	Relación Intra-figural /funcional	157
17.1.16	Función de Cada Componente dentro del sistema	158
18.	ANÁLISIS DEL FACTOR HUMANO	165
18.1	RELACIÓN CON EL USUARIO	166
18.1.1	Interfaz Háptica(IH).....	167
18.1.2	Interfaz de Estímulo Táctil.....	167
18.1.3	Protocolo Antropométrico.....	167
18.1.4	Definición de la medida.....	169
18.1.5	Manual de Usuario.....	176
19.	FACTOR PRODUCCIÓN	178
19.1	INDIVIDUALIZACIÓN DE PROCESOS PRODUCTIVOS	178
20.	PROCESOS INDUSTRIALES DE ACUERDO AL MATERIAL	186
20.1	ESQUEMA DE PRODUCCIÓN DEL TEJIDO CIRCULAR	186
20.1.1	Esquema de Producción Fibra de Poliéster.....	187
20.2	ESQUEMA DE PRODUCCIÓN POR SINTERIZACIÓN LASER.....	188
20.2.1	Mezcla de Poliamida PA12 y Carbono.....	188
20.3	ESQUEMA DE PRODUCCIÓN DE BARRAS DE ACERO.....	189
20.4	ESQUEMA DE PRODUCCIÓN DE LA RAZÓN SOCIAL ÉKILIBRA	190
20.5	CONTROL DE CALIDAD ÉKILIBRA	191
20.5.1	Producción por lotes.....	192
21.	ANÁLISIS DE MERCADO	197
21.1	MERCADO DEL PRODUCTO.....	197
21.2	LÍMITES DEL MERCADO	197





21.3	SEGMENTACIÓN DE LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DIVERSIDAD FUNCIONAL.....	198
21.3.1	<i>Segmento de Mercado</i>	198
21.3.2	<i>Público objetivo</i>	199
21.3.3	<i>Perfil demográfico</i>	199
21.3.4	<i>Perfil psicográfico:</i>	199
21.4	NICHO DE MERCADO.....	199
21.4.1	<i>Oportunidad de negocio</i>	200
21.5	PROPUESTA DE VALOR.....	200
21.6	MARCA.....	200
21.6.1	<i>Branding</i>	200
21.6.2	<i>Apreciación de Clientes Potenciales</i>	202
21.6.3	<i>Apreciación de la Competencia</i>	203
21.6.4	<i>Canales de Distribución Reconocidos</i>	204
21.7	DEMANDA NACIONAL.....	207
21.7.1	<i>Adaptación de nuevas tecnologías</i>	207
21.8	CANAL DE DISTRIBUCIÓN.....	208
22.	ANÁLISIS DE FACTOR GESTIÓN.....	208
22.1	PLANEACIÓN	208
22.2	ESTRATEGIA CLAVE DE ALIANZA:	210
22.2.1	<i>Dispositivo al servicio del soldado colombiano</i>	210
22.2.2	<i>Variación del Color como estrategia de mercadeo</i>	211
	SEGMENTO DE MERCADO	212
22.2.3	<i>Nicho de mercado</i>	212
22.2.4	<i>Política integral</i>	213



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



22.2.5	Canal de distribución.....	213
22.2.6	Protección del producto	214
	Comunicación y Marketing Digital.....	214
22.2.7	Herramientas de Interacción Digital	215
23.	ANÁLISIS FACTOR COSTOS	217
24.	FACTOR INNOVACIÓN.....	217
25.	CAPITULO 5 - ANALISIS DE IMPACTOS.....	219
25.1	IMPACTO SOCIAL.....	220
25.2	IMPACTO ECONÓMICO	220
25.3	IMPACTO ECOLÓGICO	220
25.4	IMPACTO HUMANO.....	221
25.5	IMPACTO CULTURAL	221
25.6	IMPACTO TECNOLÓGICO.....	221
25.7	IMPACTO ÉTICO.....	222
26.	CONCLUSIONES.....	223
27.	REFERENCIAS	225
28.	BIBLIOGRAFÍA.....	233



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Índice de Tablas

Tabla 1 <i>Dispositivo de uso conjunto o accesorio</i>	59
Tabla 2 <i>Subproblema 1</i>	73
Tabla 3 <i>Subproblema 2</i>	77
Tabla 4 <i>Subproblema 3</i>	79
Tabla 5 <i>Subproblema 4</i>	82
Tabla 6 <i>Subproblema 5</i>	85
Tabla 7 <i>Subproblema 6</i>	88
Tabla 8 <i>Subproblema 7</i>	90
Tabla 9 <i>Subproblema 8</i>	91
Tabla 10 <i>Subproblema 9</i>	93
Tabla 11 <i>Subproblema 10</i>	94
Tabla 12 <i>Generación de Ideas</i>	96
Tabla 13 <i>Requerimientos Iniciales</i>	101
Tabla 14 <i>Requerimientos Finales</i>	102
Tabla 15 <i>Confrontación de Alternativas</i>	108
Tabla 16 <i>Experimentación y Acercamientos a los materiales</i>	120
Tabla 17 <i>Elaboración del modelo 1</i>	125
Tabla 18 <i>Construcción y Pruebas</i>	129
Tabla 19 <i>Cumplimiento de objetivos específicos</i>	139
Tabla 20 <i>Factor Producto</i>	147
Tabla 21 <i>Componentes o Piezas</i>	158
Tabla 22 <i>Anchura de Tórax</i>	168
Tabla 23 <i>Definición de medidas - área intercostal</i>	169



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Tabla 24 <i>Esfuerzos de la mano</i>	172
Tabla 25 Individualización de Procesos.....	178
Tabla 26 <i>Control de calidad componentes sinterizados</i>	193
Tabla 27 <i>Costos de la competencia</i>	217



SC

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Índice de Figuras

Figura 1 <i>Muleta axilar</i>	30
Figura 2 <i>Región axilar</i>	31
Figura 3 <i>Capas de la piel</i>	32
Figura 4 <i>Cambio de coloración en la axila</i>	35
Figura 5 <i>Descamación en la piel axilar</i>	36
Figura 6 <i>Fibromas o pólipos fibroepiteliales</i>	37
Figura 7 <i>Axila contralateral</i>	38
Figura 8 <i>Registro histórico</i>	38
Figura 9 <i>Representación griega</i>	39
Figura 10 <i>Tableta egipcia</i>	40
Figura 11 <i>Apoyo del talón</i>	42
Figura 12 <i>Planos sagitales</i>	44
Figura 13 <i>Ciclos de la marcha en ambas extremidades</i>	47
Figura 14 <i>Doble apoyo</i>	47
Figura 15 <i>Tipos de articulaciones</i>	48
Figura 16 <i>Cifra general de personas con discapacidad en Colombia</i>	50
Figura 17 <i>Relación de dominio del cuerpo</i>	53
Figura 18 <i>Influencias externas e internas</i>	54
Figura 19 <i>Pared medial axilar</i>	59
Figura 20 <i>Planteamiento general de la investigación</i>	61
Figura 21 <i>Simbología QFD</i>	64
Figura 22 <i>Respuesta de mayor incidencia</i>	65



Figura 23 Soldado del batallón José María Hernández.....	66
Figura 24 Resultado del tratamiento estadístico.....	66
Figura 25 Fases de la metodología.....	69
Figura 26 Direcciones reticulares.....	74
Figura 27 Valores simbólicos asociados al color.....	76
Figura 28 Uniones de I grado.....	78
Figura 29 Uniones de II grado.....	78
Figura 30 Superficie hidrofóbica.....	81
Figura 31 Remache o sujeción fija.....	84
Figura 32 Sistema de sujeción interno.....	84
Figura 33 Abrazadera de sujeción a tubo.....	84
Figura 34 Referencia de peso y talla en la muleta de aluminio.....	86
Figura 35 Curso de la superficie de apoyo con hendiduras y perforaciones.....	87
Figura 36 Bisagra de seguridad en poliamida.....	89
Figura 37 Viscosa de alta densidad.....	91
Figura 38 Ligamentos básicos textiles.....	92
Figura 39 Idea 1 Transferir el apoyo a los codos.....	96
Figura 40 Idea 2 - Atención al movimiento del apoyo axilar.....	97
Figura 41 Idea 3 - Atención a la adaptación anatómica.....	97
Figura 42 Idea 4 - Atención a la fuerza compresiva del brazo.....	98
Figura 43 Idea 5 - Reducción de la amplitud axilar y resistencia al peso.....	100
Figura 44 Moodboard.....	105
Figura 45 Iconos de orientación de la información en Word.....	106
Figura 46 Alternativa 1.....	106





Figura 47 <i>Alternativa 2</i>	107
Figura 48 <i>Alternativa 3</i>	107
Figura 49 <i>Evolución de la alternativa 3</i>	112
Figura 50 <i>Definición de la propuesta final</i>	114
Figura 51 <i>Componentes de la Propuesta</i>	114
Figura 52 <i>Orientación del sistema</i>	116
Figura 53 <i>Dosificador de aerosol</i>	121
Figura 54 <i>Tracción del cordón de PVC</i>	121
Figura 55 <i>Anudado del cordón</i>	121
Figura 56 <i>Experimentación con textil en rayón y alambre de 0,4 mm</i>	123
Figura 57 <i>Ubicación del pliegue axilar sobre el textil 1</i>	124
Figura 58 <i>Alambre 2 - modelo 1</i>	125
Figura 59 <i>Adaptación a pliegues de la piel</i>	126
Figura 60 <i>Cilindros de madera</i>	126
Figura 61 <i>Modelo 1 terminado</i>	127
Figura 62 <i>Modelo 1 Adaptado a la muleta</i>	127
Figura 63 <i>Desfases en el modelo 1</i>	128
Figura 64 <i>Doblado del alambre en prensa</i>	130
Figura 65 <i>Dimensión solapa para el modelo de comprobación</i>	131
Figura 66 <i>Probeta en PVC</i>	131
Figura 67 <i>Secado de resina</i>	133
Figura 68 <i>Alambrón, rótula y madera</i>	133
Figura 69 <i>Elasticidad del Calcetín</i>	133
Figura 70 <i>Calcetín de Algodón y textil elaborado en lycra</i>	133



Figura 71 <i>Tela elástica - body</i>	134
Figura 72 <i>Modelo textil en nylon</i>	135
Figura 73 <i>Compresión estructural</i>	135
Figura 74 <i>Fisura del textil</i>	136
Figura 75 <i>Muletas con modelos de solapa y textiles diferentes</i>	136
Figura 76 <i>Análisis del video de comprobación</i>	136
Figura 77 <i>Modelo de comprobación</i>	137
Figura 78 <i>Toma fotográfica del video de comprobación</i>	140
Figura 79 <i>Comparativa de adaptación de algodón-elastano vs nylon - polyester</i>	141
Figura 80 <i>Principio evolutivo de la forma</i>	146
Figura 81 <i>Volumen Ekilibra</i>	148
Figura 82 <i>Volumen negativo</i>	149
Figura 83 <i>Máxima Correspondencia del azul</i>	150
Figura 84 <i>Fibra de yute tejida en anilla</i>	150
Figura 85 <i>Proporción en K2</i>	152
Figura 86 <i>Medidas del apoyo clásico</i>	153
Figura 87 <i>Contorno</i>	153
Figura 88 <i>Relaciones que propician la compresión / fuerza del brazo</i>	154
Figura 89 <i>Relación de orden funcional Ekilibra</i>	155
Figura 90 <i>Flujo y relación Intrafigural/funcional</i>	157
Figura 91 <i>Muelle pulsador o fleje (K1)</i>	158
Figura 92 <i>K1 y M1</i>	158
Figura 93 <i>M1+K1 + K2</i>	160
Figura 94 <i>K3 y K4</i>	160



Figura 95 K5 tornillo hexagonal.....	161
Figura 96 K6 resorte	162
Figura 97 K6 y K7 plato y alambón	162
Figura 98 K8 Rosca de seguridad	163
Figura 99 K9 textil	163
Figura 100 Factor humano.....	165
Figura 101 Sistema ergonómico	166
Figura 102 Profundidad del tórax percentil 95.....	167
Figura 103 Relación anatómica y la forma	169
Figura 104 Medidas y alambres	170
Figura 105 Solapa	170
Figura 106 Definición de la medida /solapa 5	171
Figura 107 Movimientos de la mano	172
Figura 108 Agarre transversal.....	173
Figura 109 Compresión digital.....	174
Figura 110 Manipulación del textil.....	174
Figura 111 Secuencia de uso.....	175
Figura 112 Manual del Producto	176
Figura 113 Tejido del modelo	178
Figura 114 Icono coltejer.....	178
Figura 115 Hilo en cono.....	179
Figura 116 Tipología del tejido	178
Figura 117 Tejido en fibra natural.....	179
Figura 118 Color azul	179



Figura 119 Selección digital del color	179
Figura 120 Representación de urdimbre y trama	180
Figura 121 Alambrón acerado 7.5' '	180
Figura 122 Apariencia del metal tratado	180
Figura 123 Doblado.....	181
Figura 124 Conjunto de componentes a sinterizar	182
Figura 125 Apariencia del sinterizado	182
Figura 126 Componente metálico	184
Figura 127 Tornillo hexagonal	184
Figura 128 Resorte terminación interna.....	184
Figura 129 Apariencia del metal	183
Figura 130 Elaboración de tejidos en maquina circular	186
Figura 131 Producción de fibra de poliéster	187
Figura 132 Esquema de producción por Sinterización laser	188
Figura 133 Acabados por sinterizado SLS	189
Figura 134 Producción de alambre acerado	190
Figura 135 Esquema de producción de Ekilibra	190
Figura 136 Esquema del control interno Ekilibra	192
Figura 137 Verificación camisa y alojamiento.....	194
Figura 138 Verificación ajuste del tornillo	194
Figura 139 Verificación de la rotación	195
Figura 140 Verificación de la sujeción a 4 garras	195
Figura 141 Verificación del plato y estructura perimetral	196
Figura 142 Verificación de la rosca y el tornillo	196



Figura 143	<i>Ciclo de identificación del mercado</i>	197
Figura 144	<i>Cifras de discapacidad según censo del DANE</i>	197
Figura 145	<i>Tipografía</i>	201
Figura 146	<i>Colores del logo</i>	201
Figura 147	<i>Empaque del producto</i>	202
Figura 148	<i>Marca nacional 1</i>	203
Figura 149	<i>Marca nacional 2</i>	203
Figura 150	<i>Marca nacional 3</i>	204
Figura 151	<i>Distribuidor nacional 1</i>	204
Figura 152	<i>Distribuidor nacional 2</i>	205
Figura 153	<i>Producto extranjero 1</i>	205
Figura 154	<i>Producto extranjero 2</i>	206
Figura 155	<i>Producto extranjero 3</i>	206
Figura 156	<i>Análisis DOFA</i>	209
Figura 157	<i>Textil elaborado para las fuerzas militares</i>	210
Figura 158	<i>Variación del color en K9 como estrategia de mercado</i>	211
Figura 159	<i>Producto Ekilibra</i>	212
Figura 160	<i>Empaque primario y secundario</i>	214
Figura 161	<i>Visibilidad de la marca en medios de comunicación</i>	214





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



CAPITULO 1- FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Acopio de literatura científica



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Justificación

De acuerdo al registro de localización y caracterización del DANE, para el año 2002 se registra un total de 1.342.222 colombianos que presentan algún tipo de diversidad funcional. El 51 % presentan limitaciones en moverse, caminar o correr (Sala situacional DANE, 2021, p.9).

La población más propensa en padecer algún tipo de diversidad funcional son soldados, en servicio, quienes se encuentran expuestos a los efectos del conflicto armado en el país, según el Departamento de Acción Contra Minas INSMANG (2020) las cifras de víctimas por minas antipersonal corresponden a 172.503 afectados incluyendo civiles.

Por tanto, es urgente implementar soluciones en dispositivos como las muletas axilares, atendiendo los efectos secundarios que pueden empeorar las circunstancias de colectivos que requieren de sus beneficios.

La importancia del proyecto radica en encontrar una respuesta de diseño que logre contrarrestar el deterioro que ejerce sobre la piel axilar, propiciado por el movimiento, el ardor y enrojecimiento en ocasiones surgen cuando el paciente se encuentra en proceso de adaptación o maniobrabilidad del artefacto, según Robles (2017) el periodo de aprendizaje al uso de muletas toma de 30 a 40 minutos y esto dependerá en gran medida de las condiciones clínicas de cada paciente.

Sin embargo la piel tiene la capacidad de regenerarse ante las agresiones que comprometen su integridad, siempre y cuando no se interfiera en su proceso de regeneración, “Un ambiente casi permanentemente inflamatorio establecido en la lesión, no permite seguir con el procedimiento normal de cicatrización” (Hurgomedical Healing Pople, 2020). Se puede afirmar entonces que una interacción constante con el apoyo eleva el riesgo de padecer lesiones crónicas.



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



“Las lesiones crónicas causan inflamación persistente en el tiempo y dolor que se presenta aún en situación de reposo” (Rosas, 2011).

En una lógica inversa el apoyo axilar de una muleta debe adaptarse a la anatomía del área, sin agravar o causar otras patologías que el paciente deba atender.

El proyecto busca mediante el desarrollo de un producto suplementario reducir la sensación de malestar axilar; este dispositivo se ha estandarizado en todo el mundo con el fin de brindar una recuperación eficiente y progresiva asumiendo su eficacia a un uso pasajero, pero ¿Qué hay de los que reciben diagnósticos menos venturosos y el uso es frecuente durante su vida?

Hoy día quienes dependen de los beneficios que ofrecen las tecnologías de asistencia afrontan las consecuencias asociadas un uso prolongado de las mismas. Esta investigación se centrará solamente en aquellas que afectan la piel del área axilar, como resultado de la proximidad del apoyo durante la marcha.



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

5.1 Marco Contextual

5.1.1 Equilibrio

“Es toda actividad estacionaria o que incluya el movimiento, el cuerpo humano se encuentra en equilibrio cuando su centro de gravedad está sobre su base de sustentación, fuera de ella se considera inestabilidad” (Fernández, 2008,p.3)

5.1.2 Base de sustentación

El cuerpo humano se vale de distintas maniobras para mantenerse en equilibrio y evitar caídas una de ellas es ampliar la distancia de un pie con respecto al otro formando así un polígono, a esto se le denomina base de sustentación (Instituto de Biomecánica de Valencia, sf)

5.1.3 Extremidades inferiores

“Las extremidades inferiores o abdominales se articulan con la pelvis y constan de tres partes; muslo pierna y pie, los huesos de tales extremidades son más fuertes que las extremidades superiores, puesto que ella descansa todo el esqueleto” (Arnal y García, 1962, p.81)

5.1.4 Movilidad reducida

La norma sugiere la unificación del término “Diversidad Funcional” y no discapacidad o minusvalía, con el fin de reconocer a un colectivo con capacidades diferentes entre sí, sin asociarlo a un término negativo (GenteValida, sf, prr 2). La Constitución Política de Colombia se refiere al término *Movilidad reducida* como:

La restricción para desplazarse que presentan algunas personas debido a una discapacidad o que sin ser discapacitadas poseen algún tipo de limitación, en su capacidad de relacionarse con el entorno, al tener que acceder a un espacio o moverse



dentro del mismo, salvar desniveles, alcanzar objetos situados en alturas normales. (Ley 361, 1997)

5.1.5 Diversidad Funcional

Conscientes de que el lenguaje produce, modifica y orienta el pensamiento, ciertos organismos relacionados con la diversidad funcional han intentado adoptar nuevos términos que desvinculan al individuo a una connotación negativa en su hacer, es decir que pueden desempeñar las mismas actividades de forma diferente, “el termino diversidad funcional se ajusta a una realidad en que la persona funciona de manera diferente o diversa de la mayoría” (Javier Romaniach, sf)

5.1.6 Ortopedia

La ortopedia es la disciplina que evalúa a profundidad las funciones corporales y hace posible que existan numerosos tratamientos y alternativas para corregir o sobrellevar, cualquier irregularidad o lesión en los mecanismos o funciones del cuerpo humano (Instituto Rosevelt, 2019).

5.1.7 Tecnologías de apoyo

la Organización Mundial de la Salud OMS (2019), define tales tecnologías como: “todo dispositivo especializado que aumente la movilidad, la audición, la visión y las capacidades de comunicación y reacción”. Es decir que es todo dispositivo que supla las funciones o habilidades que no se tienen o que se han perdido, en términos generales existen ayudas para la diversidad funcional que permiten el desarrollo de distintas actividades en los pacientes con lesiones en extremidades inferiores.



SC



5.1.8 Muletas axilares

La OMS (2020) afirma que: “es un dispositivo que proporcionan asistencia al caminar, tienen un apoyo horizontal almohadillado que se coloca pegado a la parte superior del cuerpo, junto a la axila.

Figura 1

Muleta axilar



Fuente: Reproducida de Amazon

5.1.9 Accionar

Se refiere directamente a la forma como se genera el primer movimiento o ruptura inercial de un elemento, “todo dispositivo tecnológico asociado a la marcha humana debe ser accionado por un impulso, este puede ser eléctrico, muscular, neuronal o por un mínimo movimiento detectado por sensorica”. (Ballesteros Muñoz y Martínez Orjuela, 2015)



5.1.10 Fuerza pasiva

Dispositivos a los que se atribuyen facultades motoras mediante la aplicación de fuerza humana (Ballesteros y Orjuela, 2015)

5.1.11 Acción activa

Dispositivos que atribuyen facultades motoras mediante un impulso de energía eléctrica o sensorica (Ballesteros y Orjuela, 2015).

5.1.12 Fricción

La fricción o roce no depende del tamaño de la superficie de contacto ni de la velocidad pero si depende de la naturaleza de cada una, esta es perjudicial ya que desgasta, frena el movimiento y genera calor innecesario (Elesapiens, 2011)

5.1.13 Marcha

La marcha humana es el proceso de desplazamiento o *locomoción* por naturaleza de la especie, es la forma en la que el cuerpo ejerce libertad y desempeño (Muñoz & Orjuela, 2015)

5.1.14 Movimiento Anterógrado

La clínica de la Universidad de Navarra (2020) en su página oficial se refiere al término como: “que se mueve o se extiende hacia adelante”.

5.1.15 La axila

Figura 2

Región axilar



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



Fuente: Reproducida de (Lingen, 2020) /www.muscle-joint-pain.com/

La axila constituye parte de la articulación del hombro, un pequeño hueco dispuesto entre la pared torácica y la parte superior del brazo, “se encuentra entre las áreas más cálidas del cuerpo y por ella viajan vasos sanguíneos, albergando gran cantidad de ganglios linfáticos y de glándulas sudoríparas, externamente cuenta con concentración de folículos pilosos” (Blanco, 2019).

5.1.16 Pared Medial Axilar

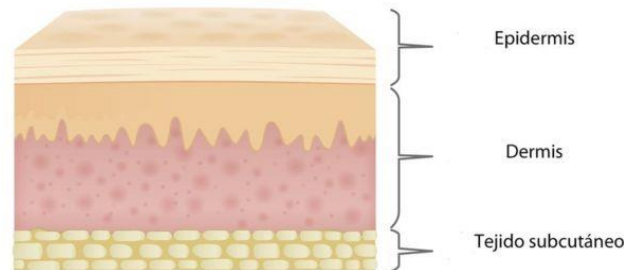
La axila cuenta con límites, estos dependerán de su rango de apertura, formando una pirámide cuadrangular con vértice truncado. Si el brazo abandona su proximidad al cuerpo o se encuentra separado de su línea media, hablaremos entonces de hueco axilar o región axilar. Si es lo contrario hablaremos de pliegue axilar, es así como de acuerdo a su rango de apertura se trazan sus límites entre el tórax y el húmero (Blanco, 2019).

5.1.17 Piel

Figura 3

Capas de la piel

Capas de la piel



Fuente: Reproducida de Manual MSD, 2020

Nota: Manual de Medicina Merck en su versión al público en general

La doctora Elizabeth H. Page, afirma en el Manual de Medicina Integral Merck MSD, (2020) que:

“La piel es el órgano más grande que posee el cuerpo, es una barrera protectora frente a muchos traumatismos, regula nuestra temperatura corporal, mantiene el equilibrio hidroléctrico, y es capaz de alertar o emitir estímulos de dolor o placer a nuestro cerebro, consta de tres capas: la epidermis, la dermis y la capa sub-cutánea; la primera constituye su parte externa, donde se encuentran las células que la conforman (*queratinocitos*), estos migran desde la capa basal hasta la superficie logrando que los queratinocitos que se encontraban allí se desprendan y sean reemplazados por los nuevos, es un proceso de renovación gradual”.

Con respecto a la biología, estructura y funcionamiento el manual añade que:

“La primera capa o *cornea* epidérmica también denominada (estrato córneo), si no está dañada es la encargada de evitar que los virus y que las sustancias extrañas ingresen al organismo, junto con ella las demás capas aportan una barrera que protegen a los órganos internos; los músculos, los nervios y los vasos sanguíneos, ante cualquier posible trauma, además de proveer protección ante las amenazas de los rayos ultravioleta UVA –



UVB, en ella se encuentra un ejército de defensas importantes para el cuerpo ya que contiene las células *Langerhans* responsables de defenderlo frente a las infecciones”.
(párr. 3,4).

5.1.18 Patología

El portal de investigación Access Medicina, respaldado por la editorial McGraw – Hill Education, afirma que: el termino se deriva del griego *pathos* y *logos*, que significan “enfermedad” y “estudio de”, respectivamente. “La enfermedad es un estado anormal de la vida y la anatomía patológica, es el campo de la medicina que trata de conocer y explicar, con base racional, las condiciones bajo las que se da” (McGraw- Hill Medical, s.f). Es decir, estudiando las causas, mecanismos de producción o patogénesis, cambios estructurales en tejidos, células y órganos; y las consecuencias funcionales de dichos cambios como signos y síntomas.

5.1.19 Afecciones secundarias

La OMS (2019) en su apartado Discapacidad y Salud afirma que: “Las afecciones secundarias acompañan a una enfermedad primaria y están relacionadas con esta, a menudo ambas son previsibles y evitables” [...] un ejemplo de ello son las úlceras por presión, las infecciones urinarias, la osteoporosis y el dolor crónico”.

5.1.20 Lesión

Una lesión es el resultado de la aplicación sobre el cuerpo de fuerzas que superan su capacidad de resistencia (Rosas, 2011)

5.1.21 Lesión aguda

En términos generales una lesión aguda es aquella que al presentarse se desarrolla rápidamente al igual que su resolución, cuando se instaura un tratamiento efectivo.



SC



Es fácilmente diagnosticable y se limita a un área específica del cuerpo. (Universidad Internacional de Valencia , 2020)

5.1.22 Lesión crónica

Estas a diferencia de la aguda tienen una evolución lenta y esta se mantiene en el tiempo (Universidad Internacional de Valencia , 2020)

5.2 Lesiones Mecánicas de la Piel Axilar

Figura 4 Cambio de coloración en la axila



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1 Hiperpigmentación

El manual MSD (2020) afirma que: “son áreas de la piel que se lesionan por una deficiente irrigación sanguínea debido a la presión, aparecen a menudo por una presión combinada con un estiramiento de la piel, fricción y humedad, especialmente en zonas de presencia ósea”. Si bien es cierto las personas más propensas son quienes deben permanecer

mucho tiempo en cama, otras razones pueden ocasionar este trastorno, como una prótesis mal ajustada, el confinamiento a una silla de ruedas, un yeso o una tablilla, incluso cualquier objeto que sea duro y ejerza una presión sobre áreas de presencia ósea y donde se concentra una presión directa con la piel (MSD, 2017).

Figura 5 *Descamación en la piel axilar*



Fuente: Elaboración Propia

5.2.2 Dermatitis de contacto

Mediante un efecto acumulativo, el contacto reiterado con irritantes débiles o moderados puede provocar una forma subaguda de dermatitis de contacto, caracterizada por la aparición de placas rojas y secas. Si la exposición es continuúa, la dermatitis se cronifica (Durocher, 2020)

5.2.3 Escoceduras

Son situaciones en la que alguna parte del cuerpo se presenta rubicunda, con una mayor irritación cutánea, debido al sudor, roce con alguna prenda o el contacto prolongado con algún

agente irritante que causan enrojecimiento, dolor, sensación de quemazón y escozor, el término excoriación es su acepción técnica equivalente. (Garrote, 2011)

5.2.4 *Acné Mecánico*

El acné mecánico tiene su origen en la combinación del calor, oclusión, fricción y presión que se produce en la piel de aquellas zonas corporales en contacto con determinados equipamientos, por ejemplo, una mochila de alpinismo, por su contacto con la piel de los hombros y el área sobresaliente de la clavícula. (Garrote, 2011)

5.2.5 *Fibromas Blandos*

Figura 6 *Fibromas o pólipos fibroepiteliales*



Fuente: Reproducida de Academia Española de Dermatología y Venerología, (2009)

La Academia Española de Dermatología y Venereología AEDV, (2009) refiriéndose a esta patología la describen como: “lesiones solitarias o múltiples, pediculadas, de consistencia blanda y tonalidad similar a la piel o hiperpigmentadas. Las localizaciones más frecuentes son el cuello, axilas y las ingles”. Los fibromas o también llamados pólipos fibroepiteliales, están asociados a lesiones mecánicas por el uso de muletas (*Figura 6*).

“En nuestro caso, la relación de los acrocordones axilares de este paciente y el roce mantenido con la superficie del apoyo en la muleta parece evidente, tanto por la

coincidencia topográfica de las lesiones con la zona de apoyo, como por la ausencia de lesiones en el lado contra lateral” (AEDV, 2009)

Figura 7 *Axila contralateral*



Fuente: Reproducida de Academia Española de Dermatología y Venerología, (2009)

Marco histórico

Figura 8 *Registro histórico*



Fuente: Reproducida de Robles, (2017)

No es extraño que los primeros referentes formales asociados a las muletas se representen como instrumentos elaborados artesanalmente, con principios ergonómicos escasos

(Figura 8). Un travesaño horizontal donde reposa el área axilar, careciendo de empuñadura lo que lo hace quizás el primer arquetipo en su principio evolutivo, sin embargo, guarda relación con las muletas como se le conocen hoy día, puesto que mantiene un punto de apoyo directo sobre el suelo y la axila, “la forma debe mutar a la misma velocidad de los procesos del hombre, sus expectativas y posibles operaciones, heredando y transmitiendo genéticamente valores conceptuales que mantienen cierta coherencia y estabilidad relativa dentro de un contexto” (Valencia, 2009).

Las civilizaciones han dejado registros a la medicina de los primeros mecanismos de rehabilitación, en Grecia se descubren tratados (corpus hipocráticos), donde se especifican las rutas para una mejoría acelerada de las lesiones, dejando la extremidad en su posición habitual (Fiallos, 2020).

Figura 9 Representación griega

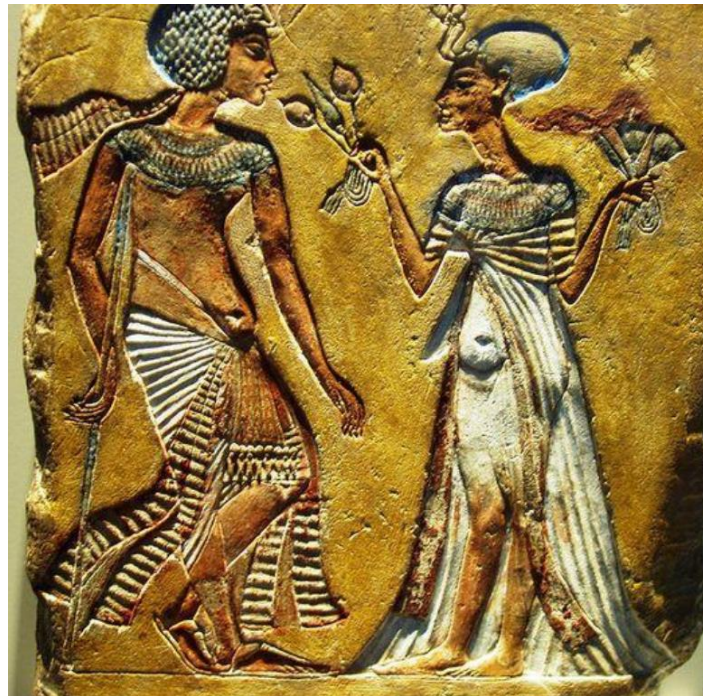


Fuente: reproducida de www.di-conexiones.com/muletas

La cultura Romana era conocida por su afición a las luchas, en donde los hombres eran heridos al enfrentarse entre sí para entretener a líderes y plebeyos, es así como se conocen las

primeras técnicas y dispositivos de inmovilización “hechos en madera y elaborados con fines de recuperar a los soldados para la guerra. Se usaban en las extremidades y permitían disminuir el tiempo de recuperación en fracturas” (Ballesteros Muñoz & Martínez Orjuela, 2015).

Figura 10 *Tableta egipcia*



Fuente: Reproducida de Robles, (2017)

Sin embargo, en el caso de las muletas se hallan registros que pueden asociarse a este mecanismo de asistencia en la civilización egipcia, “esta representación de personas utilizando muletas datan de un periodo de 2.800 años antes de Cristo, en Egipto”. (Vásquez, 2017, p. 4). En la entrada de la tumba de Hirkouf, una momia perteneciente a la VIII dinastía, se encuentra el registro rupestre considerado el más antiguo atribuido a un dispositivo asociado con las muletas (Fiallos, 2020).

Dentro de la investigación no se encontraron nombres a quienes se le atribuya la autoría, diseño o elaboración de la muleta axilar actual, sin embargo, Fiallos (2020) afirma que:



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



“En 1.917 Emily Schlik patentó la primera muleta, era un bastón con apoyo superior en el antebrazo, estas fueron para producción industrial y comercialización”.



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Marco Teórico

Este capítulo se centra en los órganos responsables de generar movimiento en las extremidades inferiores, a partir de su análisis se comprende cómo se altera la marcha natural y la necesidad de recurrir a mecanismos que suplan las funciones que prestaban.

6.1 Análisis de la marcha humana

La marcha humana es el proceso de desplazamiento o *locomoción* por naturaleza de la especie, es la forma en la que el cuerpo ejerce libertad y desempeño, su estudio permite establecer mejores planes de terapia y rehabilitación que favorezcan la recuperación de personas que han perdido facultad de coordinar el movimiento. Para entender cómo funciona las extremidades, se toma como referente la investigación de Ballesteros Muñoz y Martínez Orjuela, egresados de la Universidad Militar Nueva Granada, de su investigación surge el diseño mecánico de un exoesqueleto asociado a miembros inferiores partiendo previamente del análisis de la marcha humana.

Figura 11 Apoyo del talón



Fuente: Reproducida de Kinetic Track – (www.podologia.imedhospitales.com)

Dentro de su investigación afirman que: “el proceso de marcha consta de dos subprocesos: fase de apoyo y fase de balanceo. En cada uno de ellos las partes del cuerpo se comportan de forma distinta” (Ballesteros Muñoz & Martínez Orjuela, 2015, p. 44).



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

La fase de apoyo inicia justo cuando el talón toca el suelo, luego el metatarso se flexiona, esta flexión finaliza cuando los dedos se despegan completamente de la superficie del suelo (Ballesteros Muñoz & Martínez Orjuela, 2015). Los componentes que participan en esta fase son: Columna vertebral - pelvis - cadera - rodilla - tobillo y pie.

En cambio, en la fase de balanceo el pie se despega de la superficie del suelo, manteniéndose suspendido en el aire y termina cuando el talón lo contacta nuevamente. Los componentes que participan en esta fase son: columna vertebral, pelvis, cadera, rodilla tobillo y pie.

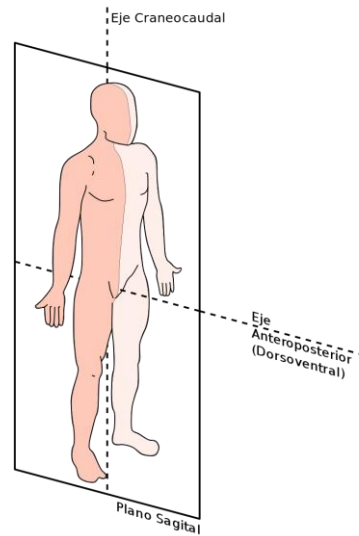
A continuación, se describen como interactúan los distintos órganos responsables del movimiento en cada fase.

6.2 Componentes que participan en la fase de apoyo

6.2.1 Columna Vertebral

Si dividimos el cuerpo en lateral derecho e izquierdo (planos sagitales), cada componente que interviene en el proceso de la marcha se moverá de un plano a otro, en este caso la columna y el coxis rotan hacia ambos planos alternadamente, es decir si se afirma el pie derecho, la pelvis en complicidad con el coxis rotan hacia donde se encuentra apoyado el pie, sea a derecha o izquierda, mientras la cadera hace un giro opuesto para mantener el equilibrio (Ballesteros Muñoz & Martínez Orjuela, 2015)

Figura 12 Planos sagitales



Fuente: Reproducida de Wikipedia/Plano _sagital (2020)

6.2.2 Cadera

“Su principal función es evitar la aducción del muslo, y que la pelvis caiga hacia el otro lado facilitando el equilibrio en el proceso. El glúteo menor, medio y mayor se contrae durante la fase de apoyo, luego al finalizar la fase, el glúteo mayor y medio se relajan” (Ballesteros Muñoz y Martínez Orjuela, 2015)

6.2.3 Rodilla

Ballesteros y Martínez (2015) afirman que:

“La rodilla se flexiona levemente ante la flexión del metatarso durante el impulso, la flexión se mantiene leve durante la inercia o despegue del pie, luego se extiende hasta que el talón contacta nuevamente el suelo. La flexión baja la trayectoria vertical del centro de gravedad, los cuádriceps se contraen ligeramente y luego se relajan en un corto espacio de tiempo” (p. 45).

6.2.4 Tobillo y pie

Ballesteros Muñoz & Martínez Orjuela (2015) afirman que:

“El tobillo presenta una ligera flexión planar, seguida de una flexión dorsal en el pie, el muslo tibial anterior se involucra en la primera fase de apoyo, junto con el extensor largo de los dedos, luego el primer dedo alcanza su contracción máxima en el momento del cambio de la fase de impulso y apoyo”. (p.45)

6.3 Componentes que participan en la fase de oscilación

Esta fase es inversa a la analizada anteriormente

6.3.1 Columna Vertebral y Pelvis

La pelvis rotara en sentido contrario a la pierna que está en apoyo. Este movimiento permite dar un paso largo evitando que el centro de gravedad se incline negativamente hacia un lado, posibilitando el equilibrio” (Ballesteros y Orjuela,2015)

6.3.2 Cadera

Ballesteros y Martínez (2015) afirman lo siguiente:

“En la cadera se presenta una flexión y una rotación externa debido al movimiento explicado en el punto anterior, abducción de los músculos de la cadera al inicio de la fase, los músculos que participan en esta fase son: sartorio, tensor de la fascia lata, pectíneo, posoas iliático, recto femoral y la cabeza corta del bíceps femoral, que se contrae precozmente al inicio de la fase de balanceo. Los glúteos mayor y medio se contraen ligeramente al final de la fase de balanceo, facilitando el equilibrio al mantener en centro de gravedad sin desviarse críticamente”

6.3.3 Rodilla

La rodilla presenta un movimiento de flexión en la primera mitad del balanceo y de extensión en la otra mitad, por lo que los músculos en esta fase tienen dos momentos en el que realizan procesos opuestos. Los extensores de los cuádriceps se contraen ligeramente al final de la fase, así como el sartorio y los isquiotibiales que aumentan su actividad en la marcha rápida

6.3.4 Tobillo y Pie

Se presenta una dorsiflexión, o flexión dorsal, es decir que se reduce el ángulo entre el pie y la pierna, trabajando el tibial anterior, extensor de los dedos que se contraen al principio de la fase de balanceo y que se ha ido reduciendo a medida que se acerca a la mitad del movimiento. Los flexores se relajan para la amortiguación del próximo contacto del talón con el piso (Ballesteros Muñoz & Martínez Orjuela, 2015).

Figura 13 Ciclos de la marcha en ambas extremidades

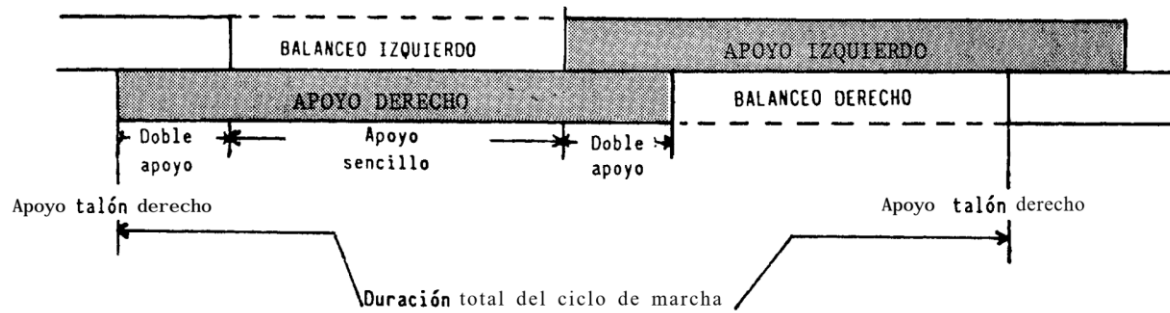
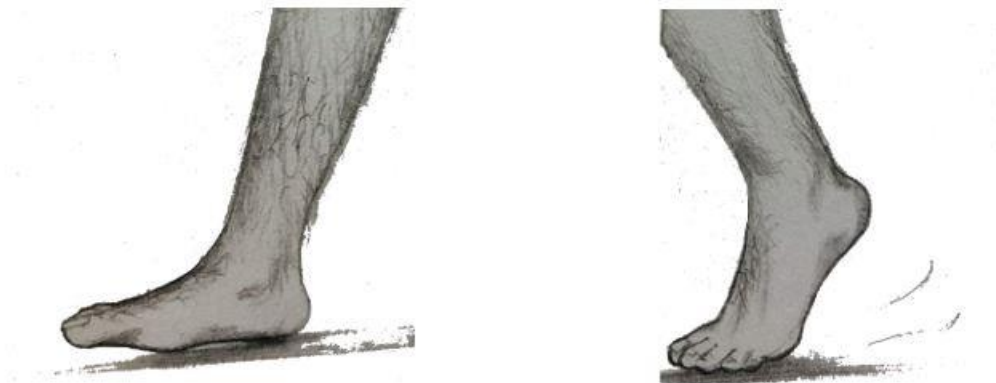


Figura 3

Fuente: Reproducida de www.oandplibrary.org

Si uno de los órganos no cumple su función puede presentarse irregularidades en el ciclo de la marcha que requieren mecanismos que los regulen.

Figura 14 Doble apoyo



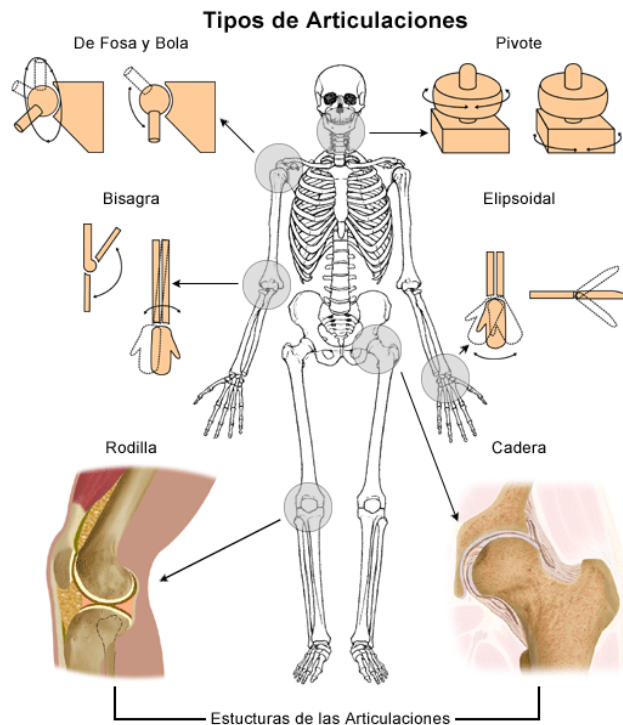
Fuente: *Elaboración Propia*

6.4 Las Articulaciones y el movimiento

Los huesos, los músculos y las articulaciones juegan un rol esencial en este desafío, el cuerpo cuenta con un sistema de uniones que le permiten generar distintos movimientos, llamadas articulaciones.

A continuación, se analiza el tipo de movimiento que realizan cada unión articular y como se diferencian según su función.

Figura 15 *Tipos de articulaciones*



Fuente: *Reproducida de Stamford Children's Health, 2019*

Si al trazar líneas retas sobre la imagen y se unificarán las articulaciones presentes en miembros superiores con respecto a los inferiores, encontraríamos que las líneas confluyen en forma de X para movimientos de fosa y bola (hombros – fémures) y para movimientos de

bisagra y elipsoidal encontraríamos un paralelismo (codo 1) (codo 2) y (muñeca 1) (muñeca 2) (Figura 15). El paralelismo se cumple también en rodillas, sólo que su movimiento se da en torno a un eje denominado en su clasificación como (bicondileas). (Stanford Children´s Health, 2021)

“En los pies encontramos movimientos de flexión, extensión y rotación similares a los que componen las muñecas y manos, su clasificación es más extensa ya que cuenta con 33 articulaciones en total, grupos musculares, tendones y ligamentos que lo rodean” (Stanford Children´s Health, 2019).

La articulación del cuello resulta un caso especial ya que puede generar un movimiento de rotación, adelante y atrás y a los lados en un mismo eje (pivote).

El hospital pediátrico de Stamford (2019), añade:

“La enartrosis es un movimiento compuesto en nuestro cuerpo ya que contamos con extremidades que reaccionan y generan movimientos de avance, retroceso, giro y rotación, como en la articulación del hombro y la cadera, si se intentara transferir esa función en aquellas articulaciones que son limitadas, como la rodilla (flexión– extensión) habría complicaciones para realizar las tareas mucho más complejas y nuestro cuerpo no funcionaría de forma óptima”.

Podemos concluir que los movimientos de las articulaciones son específicos (Figura 15) y cumplen una función particular, es así como sabemos que no es posible reemplazar la función de una extremidad por otra.

Marco Contextual

7.1 Persona en situación de discapacidad

La Clasificación Internacional del Funcionamiento de la discapacidad y de la salud (CIF) creado por la OMS, define un paralelo entre los aspectos negativos en una condición de salud de

un individuo y el ambiente en el que vive y se relaciona (Social – Físico), desde el punto de vista relacional, se define como “el resultado de interacciones complejas entre las limitaciones funcionales (físicas, intelectuales o mentales) de la persona y del ambiente social y físico, que representan las circunstancias en las que vive” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019).

7.2 Cifras a Nivel Mundial

La OMS afirma (2019) afirma que:

“Más de mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad, de ellas casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento. En los años futuros, la discapacidad será un motivo de preocupación aún mayor, pues su prevalencia está aumentando. Ello se debe a que la población está envejeciendo y el riesgo de discapacidad es superior entre los adultos mayores, y también el aumento mundial de enfermedades crónicas tales como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los trastornos de la salud mental”.

7.3 Cifras a Nivel Nacional

Figura 16 *Cifra general de personas con discapacidad en Colombia*

Número de personas con discapacidad en Colombia.

Fuente de información	Nº Personas con discapacidad	% De la población total
DANE Censo 2005	2.624.898	6,1
RLCPD Noviembre 2017	1.342.222	2,6

Fuente: Reproducida de www.minsalud.gov.co

El Ministerio de Salud y Protección Social (2019), afirma que: “Colombia no cuenta con una cifra exacta para definir la totalidad de quienes padecen algún tipo de discapacidad”, agrega en su informe situacional de personas con discapacidad (PCD) del año 2017. No obstante, el

censo del DANE para el año 2005 identificó una tasa de 2.624. 898 personas en situación de discapacidad, un (6,1 %) de la población. Sin embargo, ante el flagelo de la guerra, de acuerdo a lo afirmado por El Departamento de Acción Contra Minas (INSMAG) Colombia cuenta con una cifra que corresponde a 172.503 personas con diversidad funcional a causa de las minas antipersonal. “En Colombia hubo al menos una víctima de artefactos explosivos y minas antipersona cada día durante el 2019, solamente en semana de diciembre se reportaron 11 víctimas” (Oquendo, 2019). Cifras que ponen en evidencia el incremento de la discapacidad en el país tras 5 décadas de conflictos.

7.4 Clasificación de la Discapacidad Humana

La Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y la Salud (CIF) constituye el marco conceptual de la OMS y se define como: “una clasificación universal que establece un marco y lenguaje estandarizado para describir la salud y las dimensiones relacionadas con ella” (Discapacidad Colombia, 2020). Es así como se describen los diferentes tipos de discapacidad mencionadas en su orden.

7.4.1 Sensorial:

Se divide en Auditiva y visual.

- Discapacidad auditiva:

Es la dificultad o la imposibilidad de usar el sentido del oído debido a una pérdida de la capacidad auditiva parcial o total y unilateral o bilateral. Una persona con discapacidad auditiva será incapaz o tendrá problemas para escuchar.

- Discapacidad visual:

Se define con base en la agudeza visual y el campo visual. Se habla de discapacidad visual cuando existe una disminución significativa de la agudeza visual aún con el uso de lentes, o bien, una disminución significativa del campo visual.

7.4.2 Discapacidad intelectual:

Es una discapacidad caracterizada por limitaciones significativas en el funcionamiento y la conducta adaptativa que se manifiesta en las habilidades conceptuales, sociales, y prácticas". Es decir, implica una limitación en las habilidades que la persona aprende para funcionar en su vida diaria y que le permiten responder en distintas situaciones y en lugares (contextos) diferentes.

7.4.3 Discapacidad neuromotora

Es la incapacidad para controlar sus músculos, la secuela de una afección en el sistema nervioso central, periférico o ambos que pueden afectar el sistema músculo esquelético.

7.4.4 Discapacidad Psíquica

Tiene relación directa con el tipo de comportamiento del individuo dentro de la sociedad

7.4.5 Discapacidad Física

Se subdividen en miembros superiores e inferiores.

7.4.5.1 Amputaciones.

Ausencia total o parcial de miembros superiores o inferiores

7.4.5.2 Hemiplejía y secuelas de poliomielitis.

Tienen dificultad en su movilidad total de la extremidad, sus consecuencias se manifiestan en miembros inferiores, rara vez en los superiores.

7.4.6 Cuadriplejía

Lesión de la médula alta, movimiento parcial de las manos y cabeza, ambas formas de discapacidad requieren el uso de silla de ruedas para su control.

7.4.1 Paraplejía

Lesión de la médula baja, pueden mover tronco cabeza y manos.



7.4.2 Parálisis cerebral

Las personas presentan desbalance en los músculos de todo el cuerpo y realizan movimientos involuntarios.

7.4.3 Discapacidad Múltiple

Es cuando una persona se enfrenta a más de una situación o diversidad funcional, por ejemplo, sensorial y física al mismo tiempo.

7.5 Clasificación del funcionamiento de la discapacidad y la salud

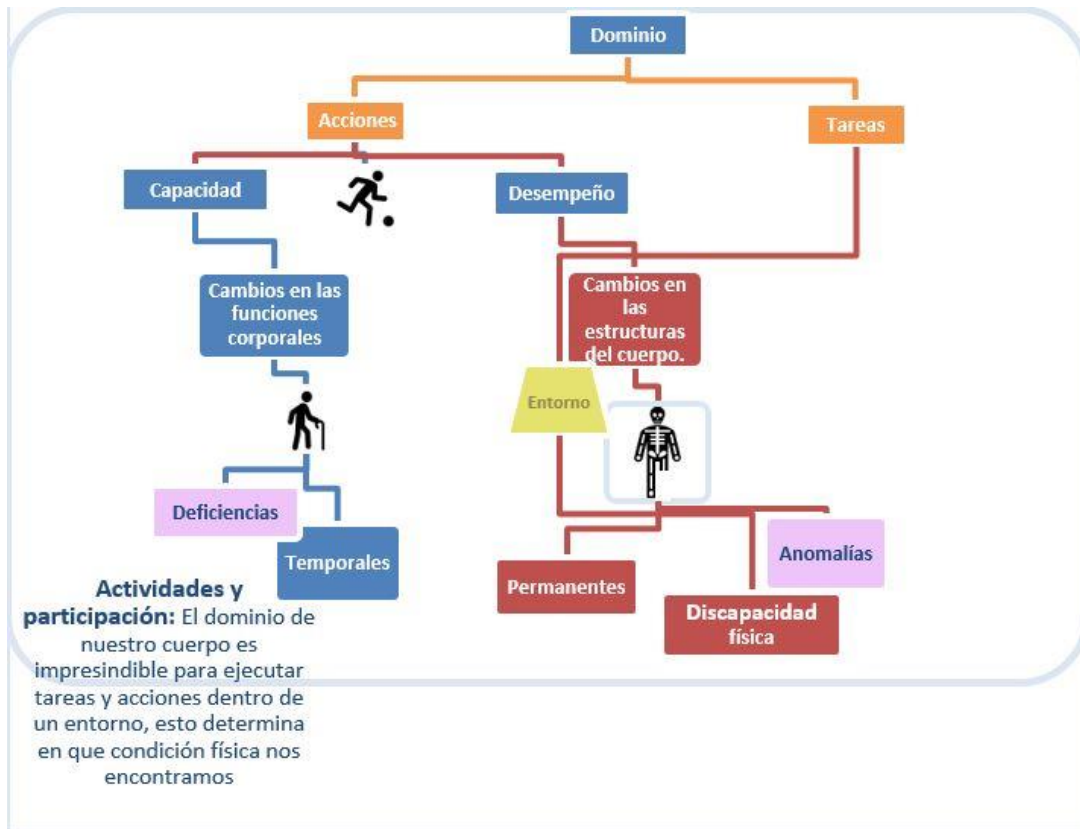
A continuación, encontramos una visión simplificada adoptada de la (CIF). La información contenida en (*Figura 17 y 18*) muestra una visión general donde el principal objetivo es entender que el dominio del cuerpo, el cual es medible por su capacidad de realizar acciones y culminar tareas, conceptos que no deben existir separadamente, si algún mecanismo del cuerpo falla se alteran ambos factores, condicionados casi siempre por el entorno en que se habita.

Figura 17 *Relación de dominio del cuerpo*



SC



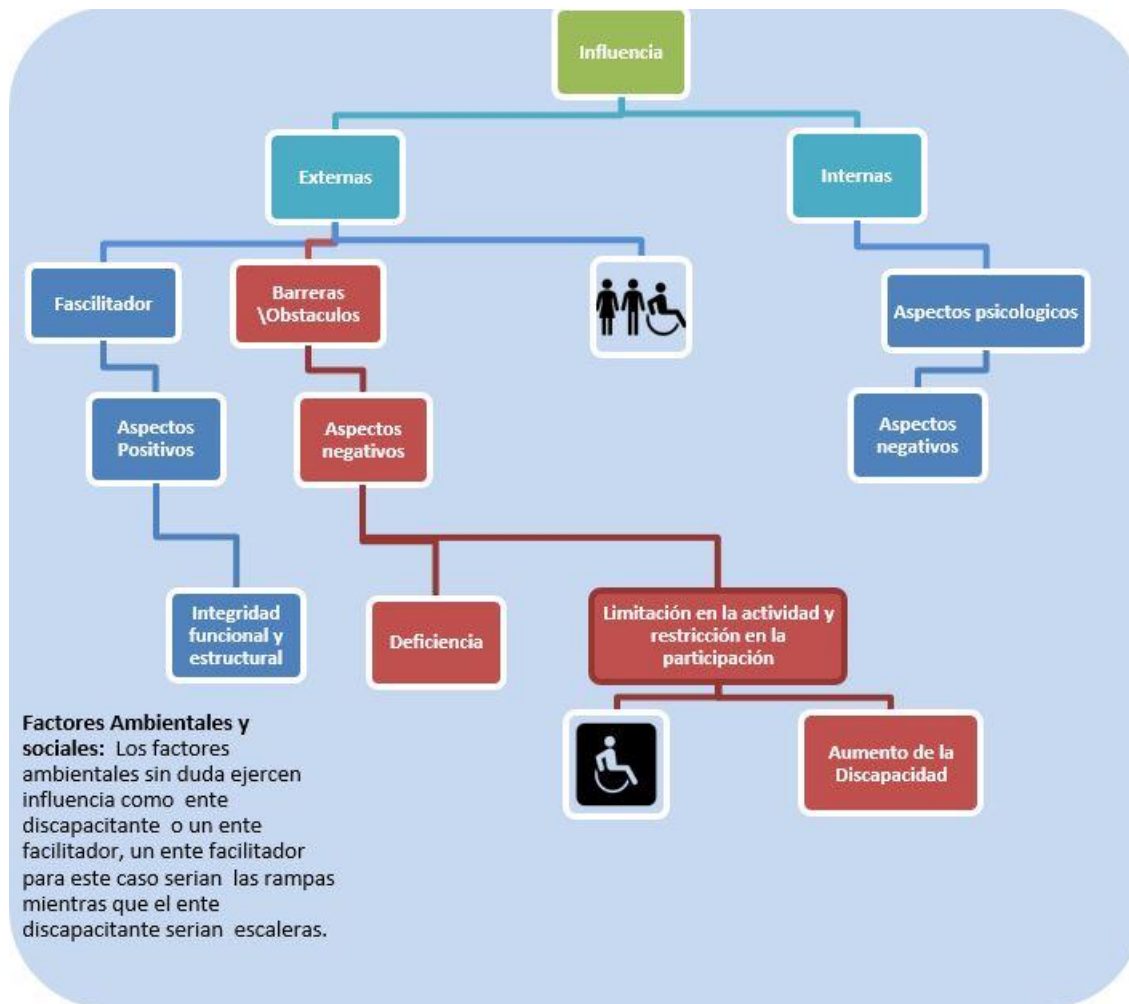


Fuente: Elaboración Propia

Nota: Fuente de información CIF

El dominio del cuerpo es lo que nos permite control de cada acción dentro de un ambiente físico, todas las tareas y acciones que se nos imponen son desarrolladas gracias a los mecanismos corporales. Sin embargo, la capacidad y el desempeño se ven afectados de existir una situación de diversidad funcional.

Figura 18 Influencias externas e internas



Fuente: Elaboración Propia

Nota; Los aspectos psicológicos y sociales hacen referencia a la postura de la sociedad ante las personas en situación de diversidad funcional.

“La población en condición de diversidad funcional aún afronta discriminación, particularmente en el ámbito laboral, este es un factor que afecta y restringe aún más su participación. Los aspectos psicológicos hacen referencia a lo que siente a nivel interno el individuo, como episodios de depresión o falta de realización personal a causa de su situación, por ello es importante el acompañamiento de profesionales en las áreas de



psiquiatría o psicología sobre todo si han perdido habilidades de forma súbita” (OMS, 2018).

Marco Legal

La convención de derechos de personas con discapacidad se llevó a cabo en el 2006 en las instalaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), “es un acuerdo que contiene pautas para cada país, en cuanto a que debe hacerse para que las personas en situación de discapacidad o diversidad funcional tengan los mismos derechos dentro de la sociedad” (Victimas Unidad, 2014).

Colombia se convirtió en el país número 100 en ratificar esta convención, es decir que se ajusta a ella y que trabaja para garantizar su cumplimiento dentro de las normativas vigentes. Existen leyes en nuestro país que garantizan un trato igualitario para las personas que se encuentran en diversidad funcional, una de ellas es la Ley estatutaria 1618 de 2013 que dice cómo, cuándo y quienes deben llevar a cabo las acciones estipuladas en dicha convención, acciones como “accesibilidad arquitectónica, servicios básicos y uso de transporte en igualdad de condiciones y todos los bienes y servicios que garantizan una vida independiente” (Victimas Unidad, 2014).

Es así como se garantizan los derechos de quienes pertenecen a colectivos de diversidad funcional otorgándoles garantías que permitan un desenvolvimiento social igualitario.

Dentro de las políticas para un amplio desarrollo de este colectivo se han incluido requerimientos en el desarrollo de productos médicos, siendo la primera necesidad que se presenta en la población.



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



8.1 Vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos en Colombia

La autoridad responsable de la vigilancia sanitaria para los productos médicos se realiza de manera conjunta con la Asociación Nacional de Industriales (ANDI), la dirección de dispositivos médicos y otras tecnologías del INVIMA y la subdirección de registros sanitarios. (MINSALUD, 2020)

8.2 Factores que Influyen en su clasificación

Mediante el artículo 7 del decreto 4725 del año 2005 por el cual se reglamenta el régimen de registros sanitarios, permiso de comercialización y vigilancia sanitaria de los dispositivos médicos para uso humano, dentro del decreto se definen los dispositivos médicos como:

“Cualquier instrumento, aparato, maquina, software, equipo biomédico u otro artículo similar o relacionado, utilizado solo o en combinación, incluyendo sus componentes, partes, accesorios y programas informáticos que intervengan en su correcta aplicación, destinado por el fabricante para el uso en seres humanos. Incluyendo el diagnóstico, prevención, supervisión, tratamiento, alivio o compensación de una lesión o de una deficiencia (Por ejemplo, un desfibrilador, espéculo, suturas, etc.).

8.3 Dispositivo médico alterado

El decreto 4725 en su inciso (e) concreta que un dispositivo medico alterado es: “Cuando se altere el diseño original o la composición del dispositivo médico” (INVIMA, 2020).

Un aspecto importante para derechos de fabricación es que como accesorio se puedan utilizar de manera conjunta asumiendo su utilización de acuerdo su clasificación, como dispositivo médico ya elaborado, la siguiente definicion aclara el termino ‘accesorio’ como:



SC





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



“Es destinado especialmente por el fabricante para ser utilizado en forma conjunta con un dispositivo médico, para que este último, pueda emplearse en conformidad con la finalidad prevista por el fabricante del mismo”. (Decreto 4725, 2005

Se define así lo siguiente:



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Tabla 1

Dispositivo de uso conjunto o accesorio

Clasificación del dispositivo según decreto 4725

Concepto: Dispositivo Médico para uso humano (accesorio)

Criterio de clasificación: No Invasivo

Regla: 1

Aclaración a la regla: Estos dispositivos no tocan al paciente o tienen contacto con la piel intacta solamente

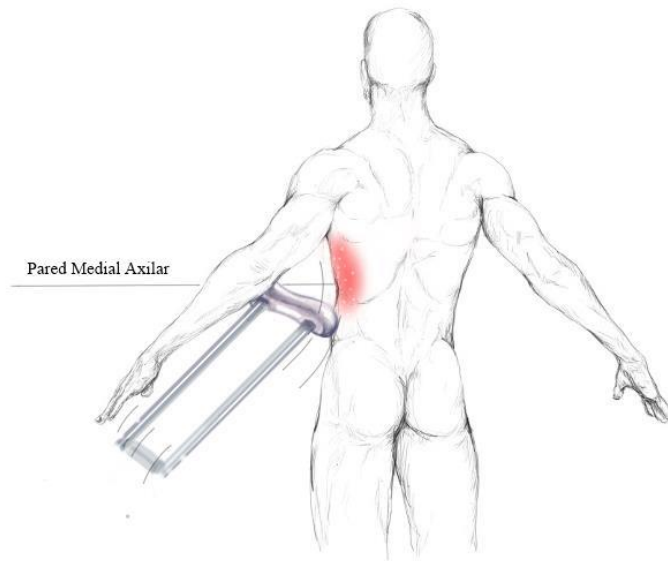
Fuente: Elaboración propia/adaptada de Decreto 4725 - 2005

Nota: El criterio excluye productos médicos que ingresan al cuerpo (implantes)

Marco Metodológico

9.1 Planteamiento del problema

Figura 19 *Pared medial axilar*



Fuente: Adaptada de Painotopia /www.muscle-joint-pain.com

Nota: Imagen alterada

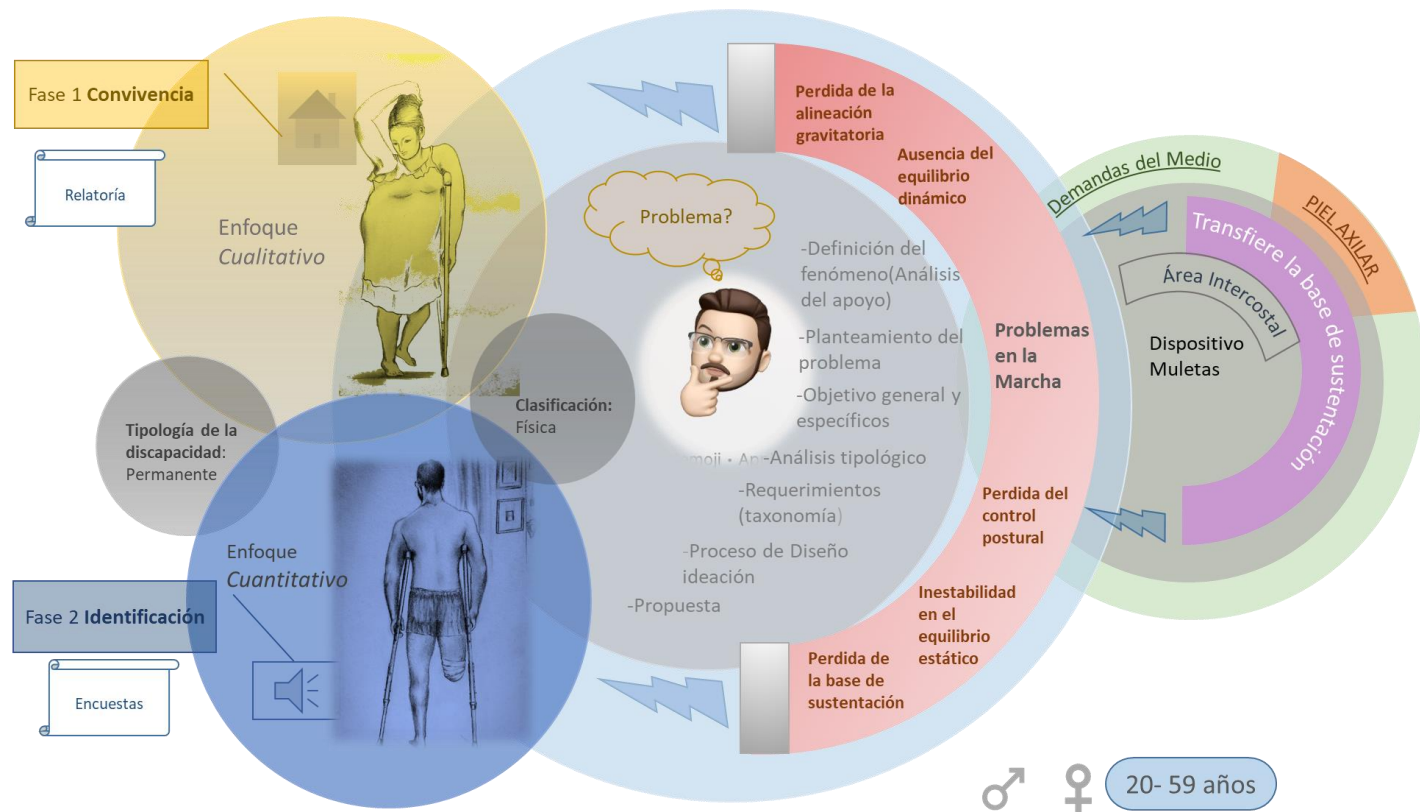
Quienes se encuentran en condición de diversidad funcional a causa de lesiones en los miembros inferiores, sean transitorias o permanentes, tales afecciones afectan el equilibrio natural del cuerpo, sin esta habilidad se reduce el movimiento y el desempeño. Ciertas tareas que parecían sencillas deben suprimirse o se tornan complicadas de realizar como: caminar, correr, agacharse, sentarse o incluso bailar, por tal motivo se necesitan mecanismos reguladores o dispositivos médicos que suplan las funciones que no se tienen.

Las extremidades saludables asumen nuevas tareas, esto incluye la utilización, maniobrabilidad y fuerza que requiere el uso de dispositivos de asistencia, por ello no es extraño que, al utilizarlos, las áreas del cuerpo que tienen contacto con el artefacto manifiesten cambios y surjan nuevas patologías.

Para regular el equilibrio las muletas permiten que el cuerpo mantenga un ángulo de 90° en dirección al eje vertical o cráneo caudal, para mantener la masa alienada a este eje, las muletas contactan el cuerpo transversalmente (pared medial axilar), esta área mantiene contacto con el apoyo tanto en reposo como en movimiento, una condición que somete a la piel a múltiples choques, su adherencia a los huesos que conforman las primeras costillas la hacen mucho más frágil que en otras aéreas del cuerpo, por tal motivo es habitual que su reacción ante una amenaza sea inicialmente, sensación de escozor e irritación. La piel es la primera barrera contra las enfermedades, es urgente implementar modificaciones en este dispositivo, de tal forma que supere la etapa técnica en que se han concebido y ofrezca mejores prestaciones a quienes padecen de sus efectos.

Figura 20

Planteamiento general de la investigación





Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: *Emoji Apple*

9.2 Pregunta de la investigación

¿Cómo disminuir el riesgo de lesiones cutáneas en la pared medial axilar, asociadas al comportamiento dinámico de las muletas?

9.2.1 Objetivo general

Disminuir el riesgo de lesiones cutáneas en la pared medial axilar, asociadas al comportamiento dinámico de la muleta.

9.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Reducir el movimiento que se genera en el apoyo axilar al momento de ejecutar el desplazamiento
- ✓ Mejorar las condiciones de adaptabilidad anatómicas del apoyo axilar.
- ✓ Facilitar el impulso pasivo que se debe generar durante la marcha pendular

9.3 Modelo de la Investigación

El proyecto se enfoca directamente en una investigación mixta, de corte transversal como estrategias para fortalecer el proceso. Entendiendo que la problemática de la investigación parte de una muestra no representativa de oportunidad, quienes la integran hacen parte de un colectivo que comparten una característica o condición física común, el tratamiento de los datos permite contrastar cuantitativamente tales afirmaciones en busca de una problemática neural.

Una investigación con enfoque mixto “consiste en la integración sistemática de los métodos cuantitativos y cualitativos en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno” (Sampieri, 2010 citado en Calderón, 2020)



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



9.4 Instrumento de Recolección de Datos

9.4.1 Encuesta

El método brinda un panorama neutral a la investigación partiendo de un punto de vista más próximo, es decir, desde la perspectiva de quien interactúa a diario con el artefacto de estudio (receptor), las ideas preconcebidas por el diseñador (observador) son confrontadas con los resultados del ejercicio y evolucionan cuando se agrupan los puntos claves que se pensaban resueltos. “La observación por encuesta, consiste igualmente en la obtención de datos de interés sociológico mediante la interrogación a los miembros de la sociedad, es el procedimiento sociológico de investigación más importante y el más empleado. (Anguita, Labrador, & Campos, 2003)

El desarrollo del método para esta investigación se llevó a cabo en la ciudad de Bogotá en las instalaciones del Batallón de Sanidad José María Hernández, ubicado en Av. k 50 #2f-16 en la localidad de Puente Aranda el 5 de octubre del 2019, con el acompañamiento del segundo comandante Luis Felipe Prieto Mendoza, el teniente Fabián Briñez Villanueva y el Arquitecto Sénior Raúl Ramírez quien autorizó el ingreso del moderador a la institución con el fin de conocer de cerca las distintas percepciones de los usuarios con respecto al uso de muletas axilares, los participantes hacen parte de a un grupo limitado, todos víctimas del conflicto armado en Colombia, un número aproximado de 60 soldados son acogidos y atendidos por profesionales de la salud quienes siguen de cerca su recuperación.

Durante la formación se les explicó la lógica del ejercicio donde alrededor de 30 voluntarios respondieron satisfactoriamente a cada ítem (Anexo 1).



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

9.5 Tratamiento de los datos

9.5.1 Análisis de Función de Calidad (QFD)

La QFD o Análisis de función de calidad es según lo afirma Vernal, (2012) “ una metodología usada en la ingeniería de la calidad para crear productos que se ajusten a los gustos y necesidades del usuario final”.

A modo general llevando a cabo un cálculo matemático sistematizado por la herramienta ofimática Excel (Anexo 2) sabremos qué características o atributos son de mayor relevancia para el usuario en la toma de recolección estadística (Anexo 1), cada cualidad de la encuesta se ingresa en la plantilla de análisis donde se convertirá en un requerimiento o ¿Qué?, (Requeriments or ¿Whats?) de los cuales se registran 25 contenidos en la encuesta.

En el techo de la casa se presenta un requerimiento tentativo desde el campo manipulable del conocimiento, que pretende resolver y guarda relación con la solución de cada ¿Qué? Así se conforman los ¿Cómo? (Universidad Politecnica de Valencia, 2014) El piso es el análisis de cada ¿cómo? en la relación con el ¿qué?, y los ¿cómo? que la misma población escoge, alcanzan relevancia por su frecuencia en cada cualidad, es decir se hace un conteo de cuantas veces fue seleccionado tal ítem en específico, el resultado y a modo de ejemplo se da por hecho que 20 participantes seleccionaron *¿Que tenga un apoyo axilar que no lastime?*, esa cantidad de participantes se registra en la casilla importancia de peso o (Weight- Importance), la simbología es dada por la herramienta (Anexo 2) y define una correlación fuerte, mediana, débil o no relacional, determinando la importancia cuantitativa entre cada /Qué? y cada /Cómo?, es decir, nos arroja un numero porcentual en su piso de acuerdo a la simbología integrada (Figura 21).

Figura 21

Simbología QFD



Legend		
⊙	Strong Relationship	9
○	Moderate Relationship	3
▲	Weak Relationship	1
++	Strong Positive Correlation	
+	Positive Correlation	
-	Negative Correlation	
▼	Strong Negative Correlation	
▼	Objective Is To Minimize	
▲	Objective Is To Maximize	
X	Objective Is To Hit Target	

Z

Fuente: Reproducida de Official Source for QFD | www.qfdi.com

Nota: En orden descendente tenemos: relación fuerte, relación moderada, relación débil.

En donde un 10,4% (Figura 22) de los encuestados decide que tenga un apoyo axilar que no lastime y su requerimiento de relación un material que se adapte a la anatomía del área (Figura 24). Convirtiéndose en el principal requerimiento técnico de calidad que debe cumplir la investigación.

Figura 22 Respuesta de mayor incidencia

Target or Limit Value												
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely)												
Max Relationship Value in Column	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Weight / Importance	317,5	309,5	291,2	346,7	505,1	179,6	110,9	378,1	362,0	67,2	338,0	173,7
Relative Weight	6,5	6,4	6,0	7,1	10,4	3,7	2,3	7,8	7,5	1,4	7,0	3,6

Fuente: Elaboración propia

Esta metodología también permite hacer un análisis de la posible competencia mediante ponderación, donde 0 es lo peor y 5 lo mejor, con base a eso sabremos cuál de ellas guardan una mayor incidencia tecnológica en relación con el nuevo producto que se pretende diseñar (Tech-marking). Cada uno de los productos de la competencia se analiza y se asocia a un color dado, el color verde posiciona el producto que cumple y se convierte en la competencia potencial,

acercándose a la solución del problema que se aborda, son evaluadas cuantitativamente. En esta investigación se analizaron 3 marcas de muletas axilares extranjeras que también se encuentran dentro del análisis tipológico (Anexo 4).

9.5.2 Participantes

Figura 23 Soldado del batallón José María Hernández



Fuente: Elaboración Propia

Nota: La socialización de la encuesta fue durante la formación en las horas de la mañana

Quienes participaron fueron soldados en área de recuperación con lesiones evidentes y ausencia de extremidad inferior a causa del conflicto armado en Colombia, residentes en el Batallón de Sanidad Soldado José María Hernández en la ciudad de Bogotá – Colombia.

Figura 24 Resultado del tratamiento estadístico



Direction of Improvement: Minimize (▼), Maximize (▲), or Target (x)					
Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Cambio en la configuración formal del apoyo axilar	Reducir la dureza del apoyo axilar	Definir un mejor ángulo de agarre	Reducir coeficiente de fricción dinámico en el apoyo
	Que no exista roce con la piel	○	○	▲	○
	Que tenga un apoyo axilar que no lastime	○	○		○

Fuente: *Elaboración propia*

9.5.3 **Resultados del análisis estadístico**

9.5.3.1 **Exigencia de Calidad**

Un apoyo axilar que no lastime

9.5.3.2 **Requerimiento técnico de calidad**

Un material que se adapte a la anatomía del área

Se concluye que al incluir dentro del proceso de investigación la percepción de personas en situación de diversidad funcional, mediante el método de encuestas y entrevistas esto:

- Posibilita el alejarse de las consideraciones aleatorias, descartando suposiciones que se tenían del objeto de estudio.
- Los resultados arrojan coordenadas claras en la toma de decisiones que justifican una problemática de estudio.

Es importante aclarar cuáles o que metodología se implementará con el fin de cumplir con el requerimiento técnico de usuario que ha resultado del tratamiento de los datos, entendiéndose que una metodología “es la una agrupación sistemática, de todos los métodos que entran en juego a la hora de diseñar los productos” (Burdek, 1994)



9.5.4 Metodología

La estructura metodológica es propia y está provista de 7 fases; la *Fase 1* relatoría (Anexo 21) es recurso *literario* utilizado en la metodología de *diseño centrado en el usuario*, se contempla la importancia de rescatar la observación a través de la cotidianidad y convivencia con una persona en situación de diversidad funcional, En la *fase 2* se busca un enfoque participativo mediante la integración de un grupo en situación de diversidad funcional, quienes comparten una característica física común, y han usado el dispositivo. Así se establece la oportunidad de intervención. La *fase 3* es el sustento científico que rodea la investigación relacionada con el dispositivo u objeto de estudio. La *Fase 4* en esta etapa se establecen objetivos y requerimientos de diseño para solucionar el fenómeno; esto mediante sub-procesos metodológicos como el de Bruno Munari en su metodología proyectual y Gui Bonsiepe en su metodología de proyectación, quienes sustentan la importancia del despliegue de sub-problemas. La *Fase 5* confronta el fenómeno causal mediante la respuesta de diseño, la *Fase 6* es como se producirá desde los métodos de fabricación vigentes. La *Fase 7* cuáles serán sus impactos de desarrollarse comercialmente la respuesta. Por ende, el esquema metodológico surge de la unión de distintos enfoques, la percepción del usuario, el panorama científico alrededor del problema y la construcción mental preconcebida del estudiante y métodos de diseño “resulta útil dividir el proceso total en distintas fases, si bien estas nunca son exactamente definibles en el transcurso real, pues se entrelazan unas con otras en un avance y retroceso” (Lóbach, 1981). Es decir, el diseño no es lineal. Es así como surge el esquema metodológico.

9.5.5 Esquema Metodológico de la Investigación

En el siguiente esquema se relacionan cada una de las fases de la investigación



SC



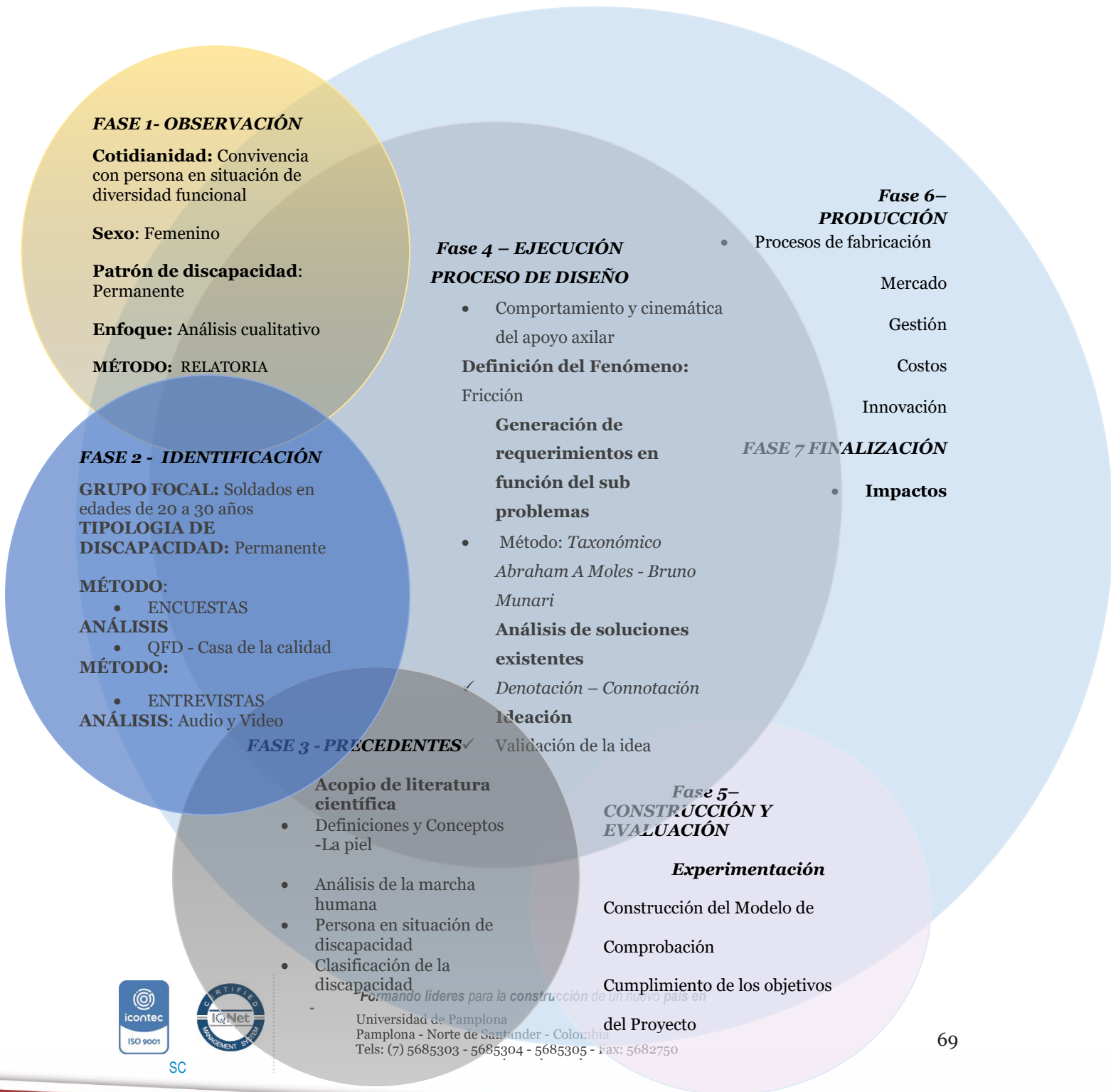
“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Figura 25

Fases de la metodología

ESQUEMA METODOLÓGICO





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Análisis de soluciones existentes

El análisis de antecedentes o tipologías se encuentran contenido en (Anexo 4) para habilitar su edición es preciso ingresar la clave 5989



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



CAPITULO 2 – PROCESO Y PROPUESTA

Atención al Fenómeno



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



11.1 Proceso de Diseño

Previamente al proceso de diseño se lleva a cabo el análisis y cinemática del apoyo axilar, es importante conocer cómo se genera el fenómeno de fricción y que comportamientos adquiere el apoyo durante el movimiento, y así proponer su resolución (Anexo 13).

Condiciones para el Diseño

12.1 Formulación de requerimientos en función de Subproblemas

Abraham A Moles afirma en su libro *Teoría de los objetos* que: “la taxonomía posibilita el análisis de las funciones que se atribuyan al objeto” (p.116). Resulta necesario descomponer cada sub-problema en enfoques más pequeños. Para lograrlo se decide incluir dentro del análisis, consideraciones de algunos materiales, procesos y mecanismos que resuelven tentativamente cada sub problema de forma individual, teniendo en cuenta que una solución puede clasificarse desde las dimensiones del objeto, es decir que puede que la solución al requerimiento planteado tenga mayor peso desde su función práctica, formal estética o mediante su simbología, donde el punto de equilibrio es integrar cada una de ellas.

Muchas de las aseveraciones sobre materiales, procesos y mecanismos que se exponen en las siguientes tablas se apoyan de investigaciones previas, “Guía Visual de Apoyo en la selección de Materiales Polímeros y Cinemática de las Maquinas” registradas dentro del material bibliográfico.



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Tabla 2

Subproblema 1

<i>Subproblema – Calor corporal</i>		
¿Cómo regular la elevación de la temperatura axilar al mantener el apoyo cerca del cuerpo?		
<i>Requerimiento: Que el apoyo axilar no retenga el calor que emana del cuerpo</i>		
Soluciones posibles desde las funciones del objeto		
<i>Función Práctica</i>	<i>Resistividad térmica</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> Material 	<p>En términos sencillos es una medida de capacidad en la que un material se opone a que el flujo de calor facilitando su liberación a través de su masa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fibra natural Ej. (Corcho, yute) Fibra Sintética Ej. (Fibra de carbono) Polímeros Compuestos Ej. (ABS)
<i>Función formal estética</i>	<i>Forma espacial</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> Forma 	<p><i>Tridimensionalidad</i> o curso de la superficie del apoyo axilar</p>	<ul style="list-style-type: none"> Plana Cóncava Convexa Alabeada

• **Volumen**

Geometría reticular

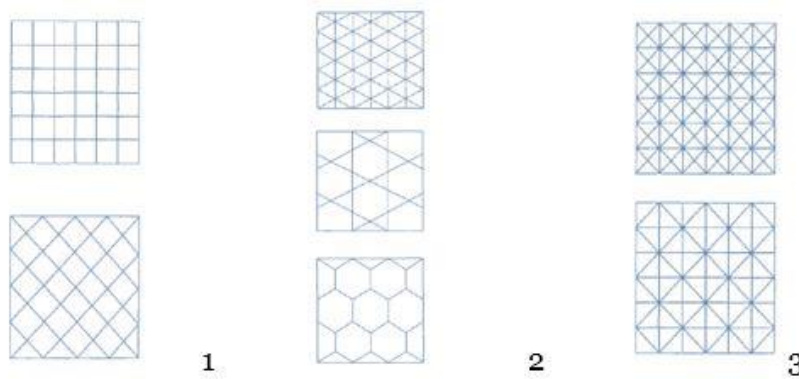
Tipos

Las retículas dentro del sistema estructural, son perforaciones pensadas atribuidas al diseño y contribuyen en la circulación del calor, acelerando su liberación a través del volumen y no alrededor de este.

- Triángulos
- Cuadrados
- Círculos
- Pentágonos
- Hexágonos

Figura 26

Direcciones reticulares



Fuente: Reproducida de (Meza, 2016) Nota: 1 Reticula en dos direcciones -2 Reticula en tres direcciones -3 Reticulada en cuatro direcciones

Función Simbólica

Estímulo asociativo

Tipos



- **Color**

“Existen numerosos estudios acerca de la influencia de los colores en la percepción humana y de cómo evocan determinados sentimientos” (Perez, 2013)

Estructura visual en el receptor

Por ejemplo, el azul y su relación con el cielo o el mar.

Ley de la experiencia

Según la leyes de la Gestalt “la percepción no depende solamente de estímulos externos sino también de la experiencia previa del usuario”

- Selección de colores fríos no cálidos.

Color primario:

Azul

- Aplicados al diseño mediante:
Aditivos, colorantes o pigmentos

Técnica: En el caso de un material polimérico se añaden como granulado a la mezcla, uniformemente para no alterar las prestaciones del material.

Figura 27

Valores simbólicos asociados al color

Color	Connotaciones
Blanco	La luz, pureza, inocencia, honestidad, limpieza, pulcritud, novedad, el aire, creatividad, espacios abiertos...
Negro	La Oscuridad, La Noche, La Muerte, Lo Siniestro, Lo Peligroso, Lo Oculto, Lo Mágico, Lo Misterioso, pero también Lo Elegante, Lo Distinguido, Lo Exclusivo...
Rojo	La sangre, pasión, fuerza, velocidad, lo ruidoso, el fuego, el calor, lo peligroso...
Azul	El cielo, el mar, el agua, la calma, la paz, lo neutro...
Amarillo	El sol, los metales, la luz, el brillo...
Verde	Los vegetales, la naturaleza, la confianza, la serenidad...

Fuente: Reproducida de (Perez, 2013, p. 67)

Conclusiones del Subproblema 1

- La característica primordial del material en función del requerimiento, es la baja conductividad térmica, así el calor no es retenido en su estructura molecular.
- Las adopciones de retículas en el curso de la superficie pueden favorecer a que el calor se filtre entre la pared axilar y el apoyo. Mediante la adopción de un color frío puede recrearse la ilusión de una superficie libre de calor

Tabla 3

Subproblema 2

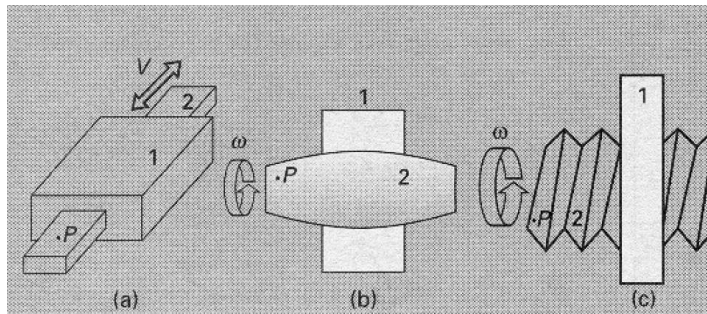
<i>Subproblema – Fricción</i>		
¿Cómo regular el comportamiento dinámico que adopta el apoyo axilar durante el desplazamiento?		
<i>Requerimiento: Que en la unión entre el apoyo axilar y brazos metálicos funcionen como pares cinemáticos y no como componentes rígidos</i>		
<i>Soluciones posibles desde las funciones del objeto</i>		
<i>Función práctica</i>	<i>Eslabonamiento</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> Mecanismo <p>“Combinación de cuerpos resistentes unidos por medio de articulaciones móviles [...] cuyo propósito es transformar el movimiento” (Real Academia Española, 2020)</p>	<p>En mecánica las uniones, juntas o eslabones geométricos se clasifican según su número de juntas, tipo de unión, grados de libertad, entre otros.</p>	<p>Uniones de I grado</p> <p>a) Prismático</p> <p>b) Par rotación</p> <p>c) Par helicoidal</p> <p>Uniones de II grado</p> <p>a) Par plano</p> <p>b) Par cilíndrico</p> <p>c) Par esférico</p>
<i>Función formal estética</i>	<i>Forma de la unión</i>	<i>Nivel de libertad</i>
<ul style="list-style-type: none"> <i>Forma esférica</i> 	<p>Una junta o par esférico presenta rotación en los</p>	<ul style="list-style-type: none"> I – II –(III – IV – V) <p>Superior a 2</p>

tres ejes de referencia (X -
Y - Z)

resultan ser (N)
grados de libertad

Figura 28

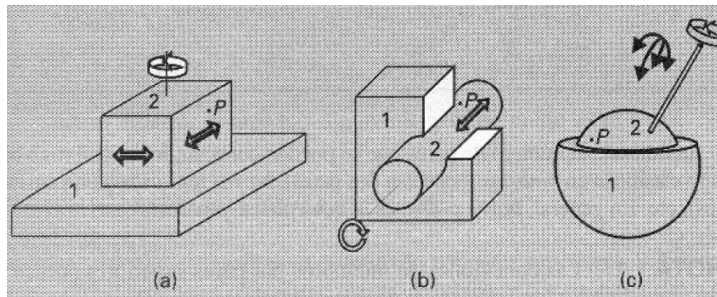
Uniones de I grado



Fuente: Reproducida de *Cinemática de las Maquinas* (Ramírez, 2005 . p 15) Nota: el punto “P” en a) Describe un plano recto – en b) Describe un cilindro – en c) Describe una esfera

Figura 29

Uniones de II grado



Fuente: *Cinemática de las Maquinas* (Ramírez, 2005 . p 15) Nota: el punto “P” en a) Describe un plano recto – en b) Describe un cilindro – en c) Describe una esfera

Función Simbólica	Asociación del movimiento	Tipos
• Rótula		Miembros superiores

<p>Es común que aun sistema de juntas esférico se le denomine rotula</p>	<p>Al igual que un sistema de unión artificial, el cuerpo humano cuenta con articulaciones, las formas entre las uniones de cada hueso dan justificación del tipo de movimiento o que cumple la extremidad.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Articulación glenohumeral</i> • <i>Miembros inferiores</i> • <i>Cabeza femoral</i>
--	---	---

Conclusiones del Subproblema 2

- Un par cinemático en mecánica resulta de la unión de dos cuerpos geométricos, de su forma dependerá su clasificación y su función.
- Los grados de libertad varían de acuerdo a la geometría, para un grado de libertad III se contempla la unión circular denominada también como rótula.
- La implementación de la unión circular permitirá un rango de movimiento en los tres ejes espaciales (X, Y, Z), individualizando el comportamiento cinemático del apoyo y el cuerpo metálico de la muleta

Tabla 4
Subproblema 3

Subproblema – Humedad

¿Cómo se comportará el apoyo ante estímulos del cuerpo como la transpiración?

Requerimiento: *Que no se alteren las propiedades mecánicas del material en caso de humedecerse*

Soluciones posibles desde las funciones del objeto

<i>Función practica</i>	<i>Permeabilidad baja</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> Material Este requerimiento se complementa gracias al análisis de combinaciones poliméricas 	<p><i>Hidrofóbico:</i> En un contexto fisicoquímico es la capacidad de una estructura o cualquier material de evitar que el agua no atraviese su estructura, tienen contacto, pero no hay absorción a través de su masa” (ConceptoDefinición, 2020).</p>	<p><i>Plásticos no polares:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Politetrafluoroetileno (PTFE) <i>Ejemplo:</i> Teflón usado en utensilios de cocina <p><i>Otros:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Poliestireno (PE) • Polipropileno(PP)

<i>Función formal estética</i>	<i>Acabados</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> Tratamientos 	<p>Algunos acabados superficiales no solo protegen de la humedad si no que aportan brillo a la superficie de los polímeros e incluso los metales</p>	<p><i>Procesos físicos en los plásticos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento por llama • Tratamiento por plasma (alta presión o baja presión)

- Tratamiento por láser.

Tratamientos superficiales en los metales:

- Cromado
- Niquelado
- Galvanizado etc.

Función Simbólica

- No se contempla para el requerimiento

Figura 30

Superficie hidrofóbica



Fuente: Reproducida de www.elpais.com/ciencia

Nota: Actualmente los tratamientos de impermeabilidad en los materiales de ingeniería, también son aplicables a ciertos metales alargando considerablemente su vida útil.

Conclusiones del Subproblema 3

- El área axilar es de las áreas más cálidas del cuerpo por ende la transpiración es frecuente, es necesario implementar tratamientos a la superficie del apoyo que aislen la humedad que pueda albergar.

Nota: “El tratamiento por plasma y laser en la preparación superficial de los plásticos; proporciona mejores cualidades comparadas con el resto de técnicas. Ambas técnicas limpian y modifican la energía y las estructuras superficiales del material, reduciendo la porosidad o índice de permeabilidad (mojado y adhesión)” (adhesivos, 2021)

Tabla 5

Subproblema 4

<i>Subproblema – Microclima</i>		
¿Cómo se comportará ante condiciones físicas del entorno como la acumulación de olores e impurezas del aire?		
Requerimiento: <i>Que se pueda limpiar, lavar y sumergir sin propiciar su oxidación</i>		
Soluciones posibles desde las funciones del objeto		
<i>Función practica</i>	<i>Resistividad a solventes o compuestos químicos</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> Material <p><i>Permeabilidad:</i> “Es la capacidad de una estructura o cualquier material de ser atravesado por un fluido, sin que se altere o modifique su constitución” (ConceptoDefinición, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Limpieza <p><i>Resistividad a solventes:</i> Aceites, alcoholes, grasas, soluciones alcalinas</p> <ul style="list-style-type: none"> Manipulación <p><i>Resistividad al desgaste o abrasión (Fricción).</i></p>	<p><i>Micro-porosos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Poliamidas</i> PA6 O PA12 <p><i>Aplicación:</i> Filtros de cerámica y membranas poliméricas</p> <p><i>Macro-porosos</i></p> <p>Compuestos elásticos</p> <ul style="list-style-type: none"> <i>Ej.: Neopreno</i>



En la ciencia de materiales se refiere a la cantidad de aire, agua o gas que el material puede llegar a absorber en un momento dado y la rapidez con que fluye

Fibras sintéticas

- *Fibras de poliéster*

Metales

Función formal estética

Sistema sujeción

Tipos

Fijos

Los acoples rígidos se diseñan para unir dos ejes en forma apretada de manera que no sea posible que se genere movimiento entre ellos (Figura 32)

- *Remache*
- *Soldadura*

Removibles

- Tornillos y tuerca (Figura 34)
- Pasador interno: Sus extremos varían según su aplicación (Figura 33)

- **Acople**
 Integración de un sistema de sujeción a tubo redondo, que facilite su mantenimiento y limpieza sin afectar los sistemas propios de la muleta.

Removible: Facilidad de instalación y elementos que faciliten el integrara o retirar

- Muelle pulsador, botón fleje o clip

Figura 31

Remache o sujeción fija



Fuente: Reproducida de www.deladrillo.com

Figura 32

Sistema de sujeción interno



Fuente: Reproducido de RK ROSE+KRIEGER.COM

Figura 33

Abrazadera de sujeción a tubo



Fuente: Reproducida de www.clipcarbono.com

<i>Función Simbólica</i>	<i>Esterilización</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Olores El olor es inherente al cuerpo humano, en reposo o en condiciones ambientales extremas es frecuente que cada persona albergue olores corporal. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Eliminar los olores desagradables en el artefacto</i> Las glándulas apocrinas se encuentran en las ingles y la axila, estas con frecuencia y en situaciones de estrés segregan líquidos que al mezclarse con las bacterias ocasionan el mal olor (Mayoclinic,2020). 	<p><i>Deseados:</i> Por lo general son impuestos al cuerpo estos, relajan, agradan, atraen, y refleja individualidad.</p> <p><i>Indeseados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Causan Repulsión, exclusión social e inseguridad personal e incluso indican

Conclusiones del Subproblema 4

- Los sistemas de acople facilitan el quitar y poner el artefacto, una alternativa en el diseño que contribuiría a la conservación de los componentes metálicos de ser necesario lavar con agua y jabón.
- Para evitar acumulación de olores y suciedad es necesario que el material resista el contacto con componentes químicos de limpieza, el fin de que devolver las condiciones asépticas.

Tabla 6

Subproblema 5

Subproblema – Seguridad

¿Cómo se comportará el apoyo ante los esfuerzos?

Requerimiento: *Que el material no presente rotura al descender un peso aproximado de 125 a 135 kilogramos máximos*

Soluciones posibles desde las funciones del objeto

<i>Función práctica</i>	<i>Elevada resistencia mecánica</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Material <p>El peso que puede soportar una muleta clásica fabricada en aluminio oscila entre 120</p>	<p>La resistencia mecánica advierte una medida de tenacidad y rigidez que un material cumple ante los esfuerzos que se le apliquen de acuerdo al</p>	<p>En los procesos de obtención de piezas, pueden atribuirse mejores características a un material base. Esto mediante materiales compuestos.</p>

a 130kg, la mayor parte del peso corporal se distribuye en la empuñadura, sin embargo el apoyo deberá concebirse con la capacidad de soportar el peso previsto

propósito. En este caso evitar su rotura ante un peso menor a 125 kg.

- ABS +
- POM +
- PA 6 +
- PA12+

Figura 34

Referencia de peso y talla en la muleta de aluminio

TALLA	NIÑO	JUNIOR	ADULTO	XL
DE LA AXILA AL SUELO	80 – 95 cm.	95 – 115 cm.	115 – 135 cm.	135 – 155 cm.
ALTURA USUARIO	122 – 137 cm.	137 – 157 cm.	157 – 178 cm.	178 – 198 cm.
PESO MÁXIMO	125 kg.	125 kg.	125 kg.	125 kg.

Fuente: Reproducida de ortopediablog.com/muletas/axilares

<i>Función formal estética</i>	<i>Deformación elástica</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Forma y volumen Al incluir eslabones elásticos en las cadenas poliméricas, estos actúan como articulaciones consiguiendo una 	<p>La elasticidad de un material es cuando las moléculas que lo integran se desplazan durante aplicación de esfuerzos, pero vuelven a su posición cuando éste finaliza, sin llegar a rotura, siendo una</p>	<p>Adaptaciones de la forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (+Cóncava) o (-Cóncava) • (+ Convexa) o (-Convexa) • (+Curva) o (- Curva)

plastificación interna del material, mejorando su resistencia al impacto. (Domene, 2021. P26)

medida de flexibilidad, esta medida puede presentar variaciones que resultan de combinar un material puro con otro que otorgue tales características deseables.

Tratamientos al material base mediante:

- Copolimerización
- Aldaptación* del volumen del artefacto mediante adopción de volumen positivo y negativo
- Hendijas o Perforaciones

Figura 35

Curso de la superficie de apoyo con hendijas y perforaciones



Fuente: Reproducida de www.movilegs.com

<i>Función Simbólica</i>	<i>Esterilización</i>	<i>Tipos</i>
<i>No se contempla para este requerimiento</i>		

Conclusiones del Subproblema 5

- Existen materiales como la fibra de carbono (FC) o el nylon (PA12) reforzado que otorgan mejores prestaciones mecánicas en correlación resistencia/peso, un material ampliamente utilizado en la medicina biomédica.
- En los distintos procesos de copolimerización se añaden las características deseables (combinaciones poliméricas), esto facilita la conformación de materiales combinados con propiedades elevadas.

Tabla 7

Subproblema 6

<i>Subproblema – Peso del artefacto</i>		
¿Cuál será el peso total de la muleta al incluir el sistema?		
Requerimiento: <i>Un material que provea una relación funcional de resistencia/peso</i>		
Soluciones posibles desde las funciones del objeto		
<i>Función práctica</i>	<i>Propiedades mecánicas</i>	<i>Tipos</i>
	<i>Propiedades mecánicas del PA 220 – Poliamida PA12 sin refuerzo.</i>	<i>Nylon PA6 o PA12</i>
	<i>Comportamiento al arder:</i>	Método de transformación
	<i>Gotea chipotea</i>	- Inyección ‘
	<i>Tipo de llama: Azulada y aureola amarilla</i>	- Extrusión
	<i>Módulo de tracción: 1650 MPa</i>	- Termo conformado
	<i>Resistencia a la tensión: 48 MPa</i>	- Unificación de partículas
	<i>Alargamiento a la rotura: 18%</i>	<i>Pruebas de resistencia y análisis computarizado</i>
	<i>Propiedades térmicas</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Material compuesto <p>Poliamida PA 6 + 30% de carbono (CFR)</p>		



<p>Temperatura de fusión (20°C / min): 176° C</p> <p>Temperatura de deflexión térmica (1.80 MPa): 70°C</p> <p>Densidad: 930kg/m³</p> <p>Resistencia UV: Mala</p> <p>Resistencia a la tracción (MPa): 82</p>	<p>- Resistencia mecánica del material base</p>
--	---

<i>Función formal estética</i>	<i>Apariencia</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Superficie 	<p>La poliamida pertenece al grupo de materiales auto lubricados, esto brinda a la superficie cierta protección ante las abrasiones propias de uso que puedan comprometer la apariencia del material</p>	<p><i>Aplicación</i></p> <p>Normalmente en aplicaciones dinámicas que están sometidas a cargas elevadas y velocidades bajas</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Engranajes</i>

Figura 36

Bisagra de seguridad en poliamida



Fuente: Reproducida de directindustry.es

Función Simbólica

No se contempla para este requerimiento

Conclusiones del Subproblema 6

- Para no afectar el peso de la muleta al incluir el sistema de apoyo, resulta necesario un material que presente elevada resistencia mecánica y baja densidad, es posible alcanzar esta propiedad mediante copolimerización.

Tabla 8

Subproblema 7

Subproblema – Fuerza pasiva

¿Cómo mejorar la ruptura inercial de avance que requieren las muletas?

Requerimiento: Selección de un material tan fuerte como para... y tan liviano como para ...

Soluciones posibles desde las funciones del objeto

Función práctica

Propiedades mecánicas

Tipos

Ver conclusiones del Subproblema 6 (Tabla 7)

Tabla 9

Subproblema 8

Subproblema – Dureza del apoyo

¿Cómo reducir la presión por la aproximación continua del apoyo axilar sobre la piel?

Requerimiento: *Que el curso de la superficie del apoyo copie la anatomía axilar e intercostal múltiples veces*

Soluciones posibles desde las funciones del objeto

<i>Función práctica</i>	<i>Pseudoelásticidad</i>	<i>Tipos</i>
-------------------------	--------------------------	--------------

Figura 37

Viscosa de alta densidad



- **Material con memoria de forma**

Fuente: Reproducida de www.mercadolibre.com.ar

Un material lo suficientemente sensible que contenga el pliegue axilar y copie el área intercostal reiterativamente

Recubrimientos:

- Viscosa termosesible
- Goma espuma

Coberturas textiles

- Textiles inteligentes

Unificación de hilos en trama y urdimbre

Figura 38

Ligamentos básicos textiles



Fuente: Reproducida de (Fariña,2018)

Nota: De izquierda a derecha: Ligamento plano, Ligamento sarga, Ligamento rasos

<i>Función formal estética</i>	<i>Deformación elástica</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Forma y Volumen <p>Ver Requerimiento 5 (Tabla 6)</p>	<p>Construcciones reticulares</p>	<p>Hendidjas o Perforaciones</p>
<i>Función Simbólica</i>	<i>Percepción háptica</i>	<i>Tipos</i>
<p>Psique del usuario Las sensaciones trascienden un ámbito</p>	<p>Sensación no visual de la experiencia de uso</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Confortabilidad</i> • <i>Suavidad</i> • <i>Frescor</i>

material, y resulta de la conjugación de múltiples sentidos en la experiencia de uso (Sanchez,1991)

Conclusiones del Subproblema 8

- Otra forma de concebir una adecuada adaptación es mediante la integración de materiales textiles al diseño.
- La trama y urdimbre es la complicitad de las fibras o hilos que constituyen las propiedades de las telas, según el tipo de ligamento sus propiedades varían a un mayor o menor grado de estaticidad, fluidez o elasticidad (Fariña,2020). El encontrar el equilibrio entre ambas características es clave para la adaptación
- Los textiles a nivel industrial son elaborados en CNC para tejido de punto, CNC plana o circular.

Tabla 10
Subproblema 9

<i>Subproblema – Heridas superficiales</i>		
¿Cómo evitar cortes en la piel durante la maniobrabilidad del artefacto?		
Requerimiento: <i>Que el artefacto no presente puntas agudas ni rugosidad en su superficie</i>		
Soluciones posibles desde las funciones del objeto		
<i>Función práctica</i>	<i>Acabados</i>	<i>Tipos</i>
		Ejemplo
<ul style="list-style-type: none"> • Baja tensión superficial 	Los acabados resultantes de una pieza dependen de <i>cargas y</i>	<i>Orgánico: Piedra molida</i>



	<p><i>refuerzo del material, es decir de componentes orgánicos o inorgánicos aplicados a la mezcla en su fabricación</i></p>	<p><i>Tratamientos superficiales</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Acabado liso</i> <p><i>Límites de superficie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sin aristas
<i>Función formal estética</i>	<i>Sinuosidad en la forma</i>	<i>Tipos</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Forma 	<p>Sinuosidad es sinónimo de curva, serpenteos o senos, otorgando fluidez a la forma (Wordreference, 2020)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alabeado
<i>Función Simbólica</i>		<i>Tipos</i>
No se contempla para el requerimiento		

Tabla 11
Subproblema 10

<i>Subproblema – Normativos</i>	
¿Cómo se sujeta a la norma de fabricación de dispositivos médicos decretadas por INVIMA?	
Requerimiento: <i>Que sea un dispositivo no invasivo de uso conjunto o accesorio</i>	
Soluciones posibles desde las funciones del objeto	
<i>Función práctica</i>	

- El dispositivo debe cumplir a cabalidad la aclaración a la regla de tocar al paciente con la piel intacta, sin afectar órganos internos. Ver (Tabla 1)

12.2 Conclusión general

Quedan fijados cada uno de los requerimientos a partiendo de cada subproblema que entendiendo que “los requerimientos son variables que debe cumplir una solución de manera cuantitativa y cualitativa, siendo fijadas previamente por una decisión, naturaleza, requisito o por cualquier otra disposición que tenga que cumplir el solucionador del problema” (Rodriguez, 1961, citado en Ariza, 2020 p.62). A continuación se presentan las primeras ideas a través del recurso de bocetación rápida “el boceto rápido hecho a lápiz o pluma, o con cualquier instrumento, sirve para comunicar una forma o una función, o bien para dar instrucciones asesorías durante la realización de los modelos o de los detalles constructivos” (Munari, 1981, p. 67).

Proceso de Ideación

13.1 Generación de ideas

El primer requerimiento técnico de calidad que debe cumplir la investigación, es el resultado cuantitativo del tratamiento estadístico basado en las encuestas, tal requerimiento condiciona el pensamiento en la generación de las ideas presentadas.

El análisis de soluciones existentes (*Anexo 4*) permitió conocer todos los antecedentes formales que responden a la problemática planteada, con el fin de conocer cómo se han abordado industrialmente características como la dureza del apoyo o adaptación anatómica. En la búsqueda de un concepto formal propio, se presenta el proceso de ideación y diseño.

Tabla 12

Generación de Ideas

Requerimiento técnico de calidad:

Un material que se adapte a la anatomía del area

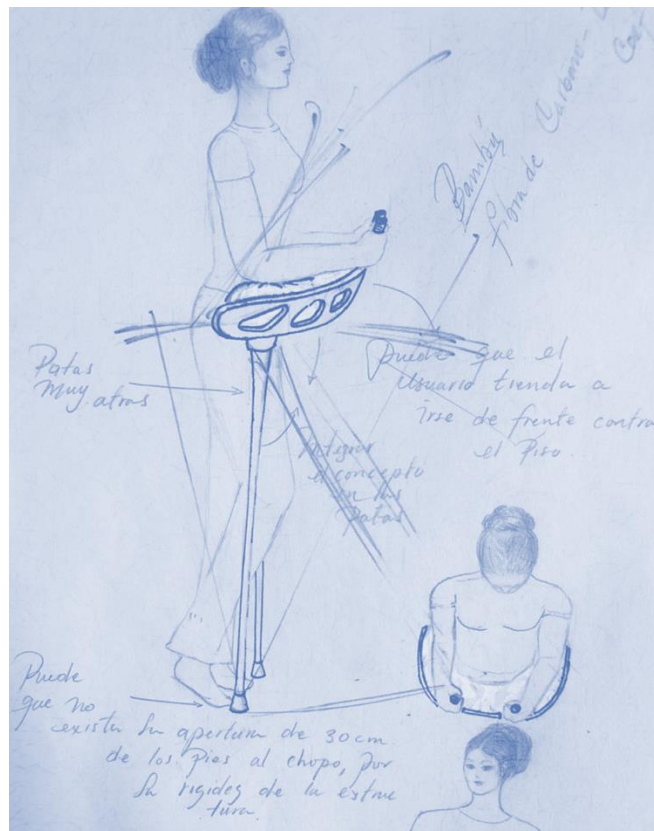
Idea 1

Evitar todo contacto de la axila con el artefacto

Mediante un artefacto que permita el desplaamiento sin mantener contacto directo con la axila. Solo los codos y las manos se implican en la mecanica del artefacto durante la marcha

Figura 39

Idea 1 Transferir el apoyo a los codos



Fuente: Elaboración Propia

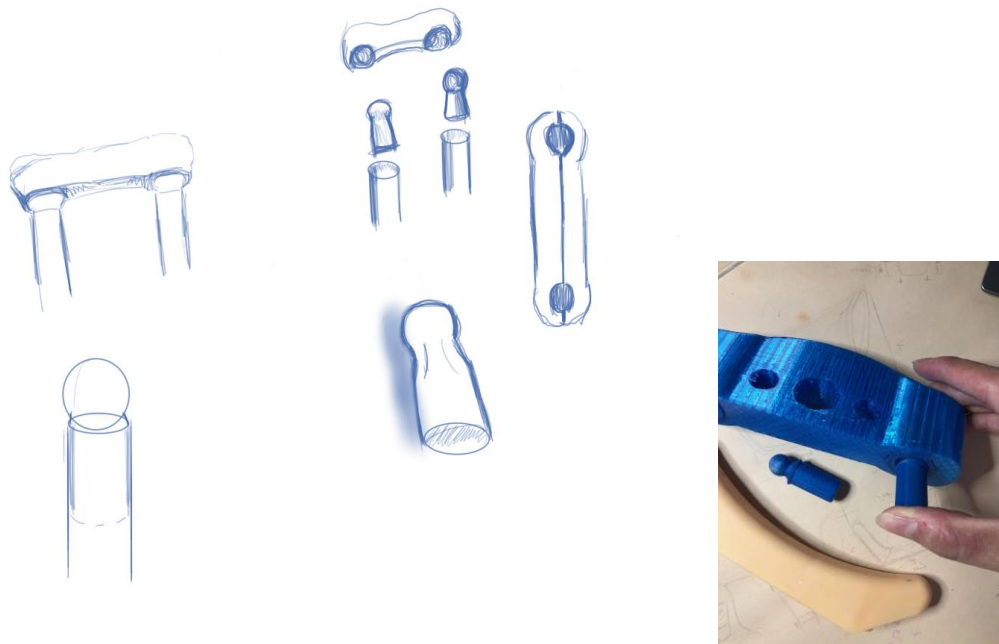
Idea 2

Atención al movimiento entre el apoyo y tubos metálicos

Una junta de unión geométrica circular que se adapte a los tubos de aluminio de la muleta, logrando que el apoyo se independice de los movimientos sincrónicos de la estructura metálica.

Figura 40

Idea 2 - Atención al movimiento del apoyo axilar



Fuente: Elaboración Propia

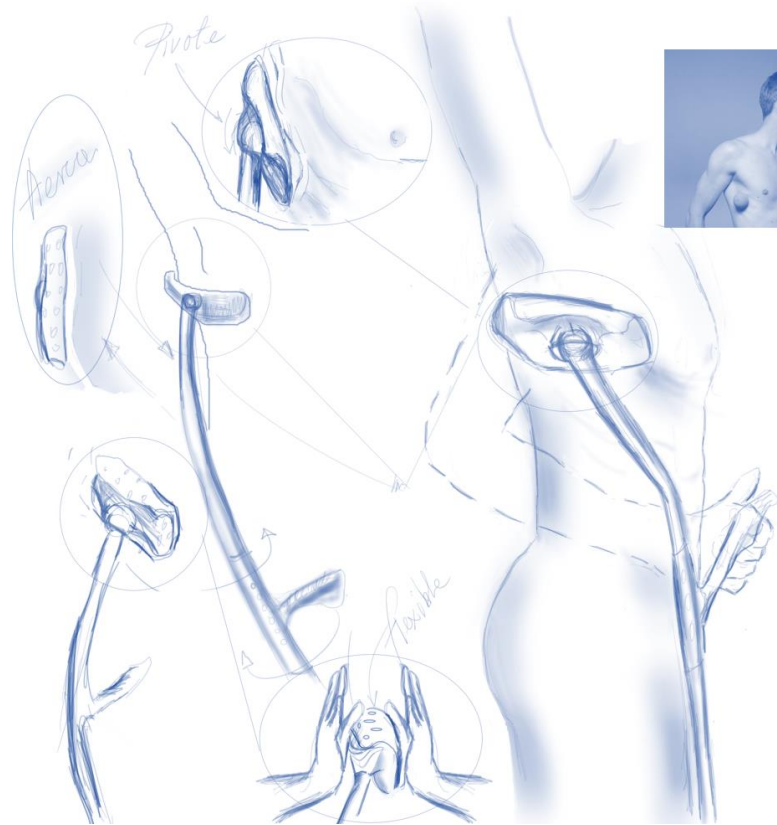
Nota: Énfasis a sistemas de unión geométrica o eslabones.

Idea 3

Atención la anatomía del area

Figura 41

Idea 3 - Atención a la adaptación anatómica



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Combinación de ideas (movilidad relativa del apoyo axilar y adaptación anatómica)

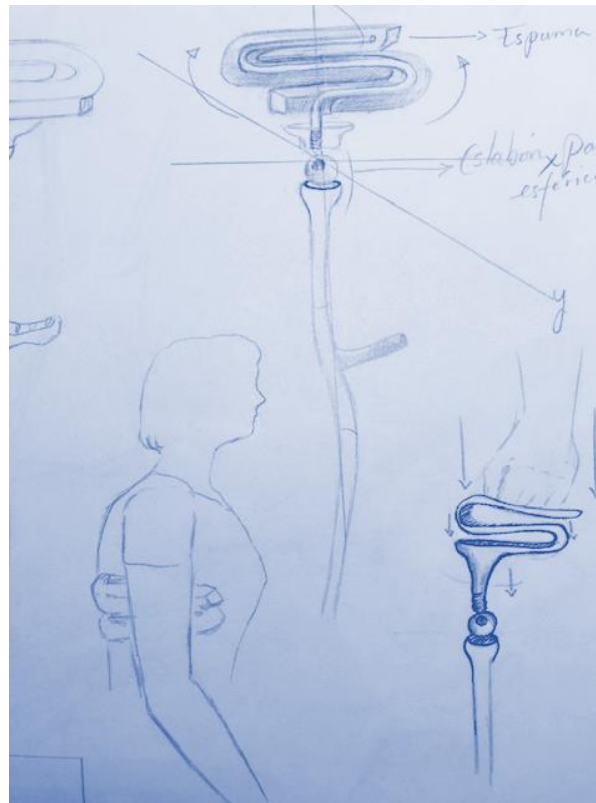
Un apoyo que se adapte a las ondulaciones intercostales y al movimiento del cuerpo

Idea 4

Atención en la fuerza de compresión que ejerce el brazo sobre área

Figura 42

Idea 4 - Atención a la fuerza compresiva del brazo



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Énfasis en el comportamiento del material ante la compresión

Un artefacto que copie la anatomía del usuario, de tal modo que la fuerza de compresión generada por brazo sea regulada por el material.

Materiales con memoria, como visco elástico usados en almohadas ortopédicas.

Idea 5

Atención a la amplitud axilar resistencia al peso del usuario

Un elemento tan fuerte y tan delgado que soporte el peso corporal sin lastimar la axila.

Primera Analogía: Los cinturones de seguridad de automóviles son delgados esto puede favorecer una menor amplitud axilar, son textiles suaves y al mismo tiempo resistentes.

Figura 43

Idea 5 - Reducción de la amplitud axilar y resistencia al peso



Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones:

- Los bocetos rápidos presentados solo identifican la idea y fijan las bases para la construcción de las propuestas, Munari (1981) afirma que: “El boceto a lápiz o pluma puede servirle al diseñador para anotar como memorándum algo que se le ha ocurrido, que ha descubierto y quiere modificar” (p.67).

13.2 Validación de ideas

Las valoraciones de las ideas previas se confrontan con los requerimientos previos que surgen de los sub-problemas y el requerimiento de calidad. Mediante valoraciones numéricas del 1 al 5 donde el 1 es una relación débil de cumplimiento y 5 una relación de cumplimiento fuerte.

Tabla 13

Requerimientos Iniciales

Requerimientos iniciales	Idea	Idea	Idea	Idea	Idea
	1	2	3	4	5
<i>Debe liberar el calor que emana del cuerpo</i>	1	1	2	4	5
<i>Debe integrar un sistema de unión geométrico que otorgue movimientos individuales al apoyo</i>	1	4	5	4	1
<i>Debe tolerar el agua y el uso de agentes químicos de limpieza</i>	1	3	3	3	5
<i>Debe soportar un peso aproximado de 125 kg</i>	4	2	4	5	4
<i>Debe ser elaborado en materiales livianos que no alteren el peso habitual de las muletas</i>	1	2	2	5	4
<i>Debe adaptarse a la anatomía del área</i>	1	2	3	5	5
<i>Debe fabricarse sin aristas o acabados rugosos que generen posibles laceraciones</i>	1	1	1	3	3
<i>Debe integrar un sistema de sujeción a tubos redondos que de facilite su adaptación</i>	1	5	3	2	3
<i>Debe tocar al paciente en piel intacta sin afectar su integridad</i>	5	5	5	5	5
<i>Debe acogerse a requisitos técnico - legales del Decreto 4725 2005</i>	1	1	1	1	1
TOTAL	17	26	29	37	36

CONCLUSIONES

Se concluye hasta este término que:

- La idea 4 (atención a la fuerza de compresión del brazo) alcanza mayor puntuación por lo que los esfuerzos también deben orientarse no solo al requerimiento técnico de calidad proporcionado mediante QFD, si no atender de la misma forma la adaptabilidad al área del pliegue interno del brazo
- Las ideas expuestas no muestran detalladamente la conjugación de todos los requerimientos en una propuesta formal es necesario evolucionarlas, solo describe medios que podrían resolver los sub-problema de adaptabilidad a través de la idea.
- Resulta necesario profundizar en la creatividad entendiendo los requerimientos finales presentados a continuación.

Requerimientos Finales para el Diseño

Tabla 14

Requerimientos Finales

Exigencia de Calidad QFD

- **Un apoyo axilar que no lastime**

Requerimiento técnico de peso

- **Un material que se adapte a la anatomía del área**



Requerimientos de Función

- Debe facilitar la ruptura inercial de las muletas durante la marcha pendular
- Debe incluir un sistema de ajuste desmontable entre el apoyo axilar y brazos metálicos.
- Debe incluirse un mecanismo de unión que otorgue movimiento relativo entre el apoyo axilar y cuerpo metálico de la muleta

Requerimientos ante condiciones físicas y del entorno

- Debe favorecer la circulación del calor generado en el área
- Debe ser un material hipoalergénico
- Debe ser de fácil limpieza o lavado ante la acumulación de olores y polvo

Requerimientos de uso

- Debe tener una resistencia mecánica de 125 a 135 kilogramos
- Debe mantenerse el peso estándar de una muleta al integrarse el apoyo como sistema.
- Debe mantenerse estable en la axila sin causar desfases y caídas

Requerimientos estructurales

- Debe conservar el peso habitual de la muleta al integrarse el apoyo como parte del sistema.
- Debe contar con un par cinemático circular que proporcione un movimiento a III grados de libertad
- Debe facilitar el desensamble entre sus componentes o piezas



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Requerimientos

Ergonómicos

- Debe acunar el pliegue axilar sin ocasionar daño cutáneo
- Debe reducir la presión sostenida ejercida sobre ondulaciones intercostales.
- Debe evitarse todo tipo de acabados rugosos o con ángulos agudos que propicien lesiones superficiales, hematomas, cortes o pinchazos
- Debe adaptarse a las medidas antropométricas de mujeres y hombres adultos pertenecientes a la población latinoamericana

Requerimientos legales

- Deberá acogerse a lo estipulado en el *Decreto 4725 del 2005* de registros sanitarios y derechos de exportación

Requerimientos de producción

- Deben existir procesos productivos disponibles dentro del país para la elaboración del artefacto y sus componentes



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

14.1 Análisis de funciones del apoyo y proceso creativo

Figura 44
Moodboard



Fuente Elaboración Propia

El análisis de funciones en el apoyo axilar de las muletas es el último análisis, previo al proceso creativo, su importancia dentro de la investigación es el punto de partida en la elaboración de la propuesta de Diseño (*Anexo 6 - Proceso creativo*). El proceso incluye fotografías, notas de bocetación y nota del autor donde se resume el proceso en palabras, el formato para la elaboración es “diseño web”. Es preciso que el lector seleccione en la barra inferior derecha del ordenador el icono vista de diseño web con el fin de apreciar correctamente la información simulando la experiencia de navegación que ofrece una página en internet.

Figura 45

Iconos de orientación de la información en Word



Fuente: Elaboración Propia

Nota: De izquierda a derecha: Modo lectura – Diseño de impresión – Diseño Web

14.2 Alternativas

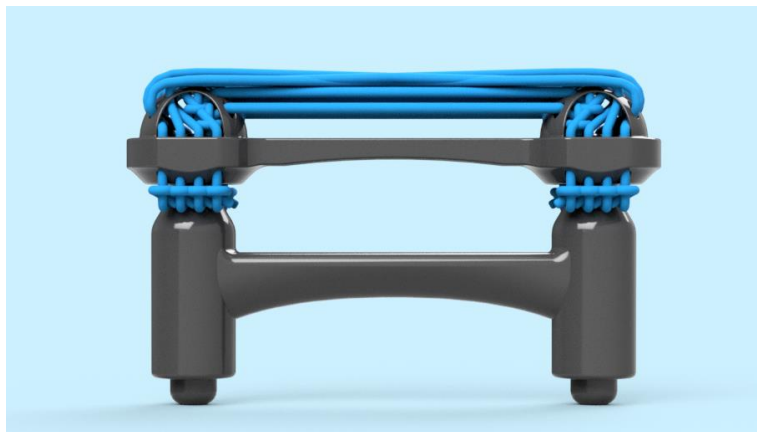
Las alternativas contempladas son el resultado de evolución constante dentro del proceso creativo, conviene precisar que la resolución de los diferentes sub-problemas se dan en el camino.

14.2.1 Alternativa 1

Cabezales esféricos

La alternativa 1 (Anexo 8) el artefacto cuenta con dos cabezales de unión circular que al adaptarse los cordones de PVC se corresponden mediante perforaciones que facilitan el anudado del cordón de extremo a extremo, confiando el pliegue axilar a la tensesguridad del cordón

Figura 46 *Alternativa 1*



Fuente: *Elaboración Propia*

14.2.2 Alternativa 2

Balancín y Cordón

La alternativa 2 (Anexo 8) el artefacto se ubica verticalmente debajo de del pliegue axilar, este es recibido por los cordones de PVC antes y durante la marcha, el sistema de unión de primer grado (rosca y tornillo) favorece la apertura de los brazos necesaria al iniciar la marcha, actuando como un movimiento de bisagras favoreciendo la dinámica del movimiento.

Figura 47

Alternativa 2



Fuente: *Elaboración propia*

14.2.3 Alternativa 3

Equilibrio textil

La alternativa incluye sistema de unión circular que otorga 2 grados de libertad, un componente estructural que se une al sistema mediante sujeción fija, un componente textil que se adapta a las condiciones anatómicas del área.

Figura 48

Alternativa 3



Fuente: Elaboración Propia

El análisis y calificación de las alternativas con respecto a los requerimientos finales permiten definir cuál de ellas puede fabricarse para darle solución al problema. A continuación, se realiza la siguiente ponderación del 1 a 5 donde 5 es la calificación de cumplimiento máxima que debe regir en la alternativa final.

14.2.4 Selección de la alternativa

Tabla 15

Confrontación de Alternativas

Requerimiento	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Debe facilitar la ruptura inercial de	3	4	5



las muletas durante

la marcha pendular

Debe incluir un sistema de ajuste desmontable entre el apoyo axilar y brazos metálicos	4	2	3
--	---	---	---

Debe incluirse un mecanismo de unión esférico que otorgue movimiento relativo entre el apoyo axilar y cuerpo metálico del artefacto	5	1	5
---	---	---	---

Debe favorecer la circulación del calor generado en el área	4	4	5
---	---	---	---

Debe ser un material hipoalergénico	3	3	3
-------------------------------------	---	---	---

Debe ser de fácil limpieza o lavado ante la acumulación de olores o polvo	3	3	4
---	---	---	---



Debe tener una resistencia mecánica de 125 a 135 kilogramos	3	3	3
Debe mantenerse el peso habitual de una muleta al integrarse el apoyo como sistema	3	3	4
Debe mantenerse estable en la axila sin causar desfases y caídas	3	4	5
Debe contar con un par cinemático circular que proporcione un III grados de libertad	2	2	4
Debe facilitar el desensamble entre sus componentes	3	3	3
Debe acunar el pliegue axilar sin	1	1	4



SC





ocasionar daño

cutáneo

Debe reducir la
 presión sostenida
 ejercida sobre
 ondulaciones
 intercostales

1

2

4

Debe evitarse todo
 tipo de acabados con
 alta tensión
 superficial (rugosos o
 con ángulos agudos)
 que propicien
 lesiones

3

3

4

Debe adaptarse a las
 medidas intercostales
 de individuos adultos
 pertenecientes a la
 población
 latinoamericana

1

1

1

Deberá acogerse a lo
 estipulado en el
Decreto 4725 del
2005 de registros

1

1

1



SC



sanitarios y derechos			
de exportación			
Deben existir	4	4	4
procesos productivos			
disponibles dentro			
del país para la			
elaboración del			
artefacto y sus			
componentes			
TOTAL	45	44	62

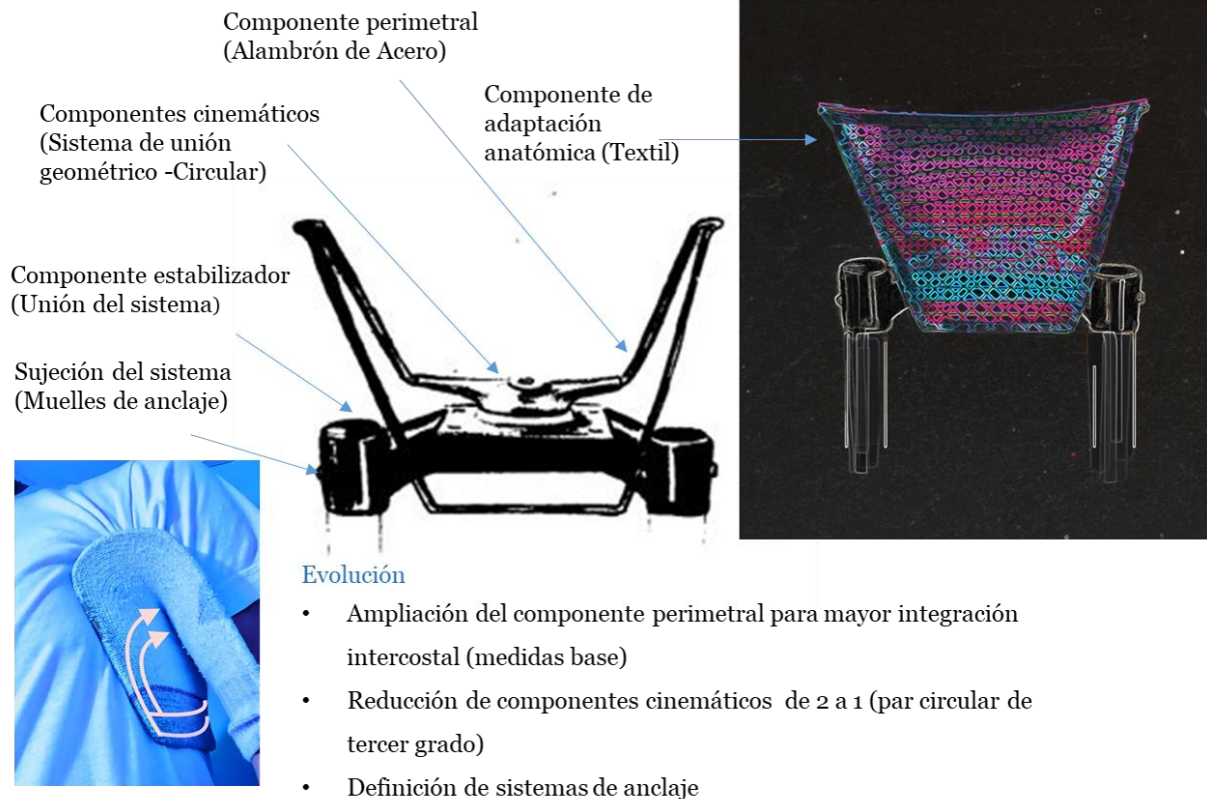
CONCLUSIÓN:

La alternativa 3 cumple con el mayor número de criterios, sin embargo, el criterio 10 (*III grados de libertad de movimiento*) que requiere el apoyo no los sule, condicionando el movimiento a un grado de libertad, es necesario evolucionar la alternativa 3 para cumplir con todas las condiciones que se plantean en el diseño.

14.2.5 Evolución de la alternativa 3

Figura 49

Evolución de la alternativa 3



Fuente: *Elaboración Propia*

La alternativa 3, evoluciona mediante la integración de detalles como la necesidad de ampliar el perímetro de la forma con el fin de que el textil contenga adecuadamente el área inter-costal y axilar y así evitar desfases, al reducir el sistema circular a un nodo de rotación se modifican a bien los grados de libertad de movimiento que se planearon para el apoyo, cumpliéndose así el requerimiento faltante, dando paso a la propuesta de diseño. Se definen el sistema de anclaje y fijación del apoyo a la muleta, analizados previamente en el análisis de sub-problemas.

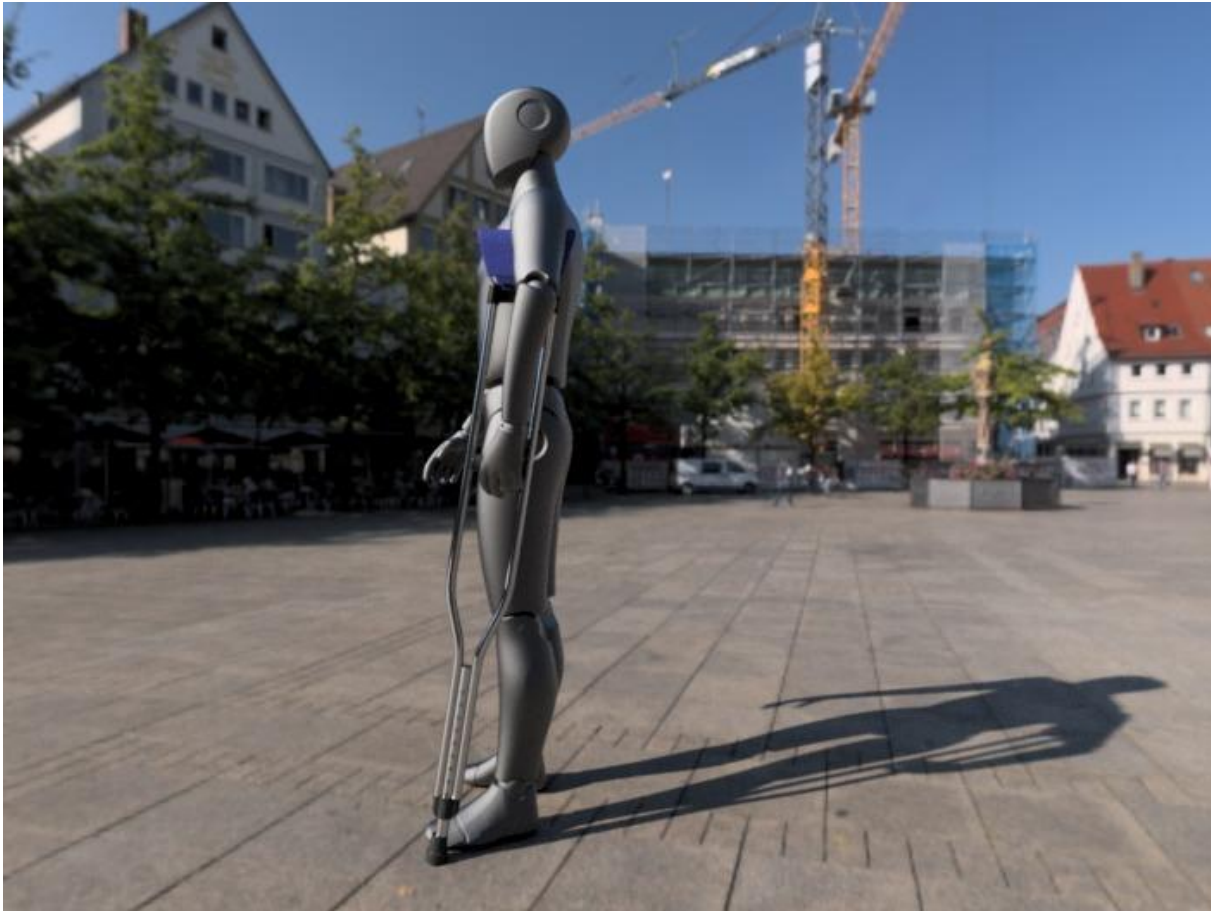
Definición de la Propuesta Final

Ekilibra es un producto capaz de brindar una experiencia de uso diferente al recurrir a una muleta axilar como dispositivo de asistencia, reduciendo la agresión que sufre la piel ante la proximidad continua del apoyo axilar. Su componente elastico se integra a los desniveles

intercostales que conforman las primeras costillas como una segunda piel que provee un mayor confort durante el desplazamiento.

Figura 50

Definición de la propuesta final



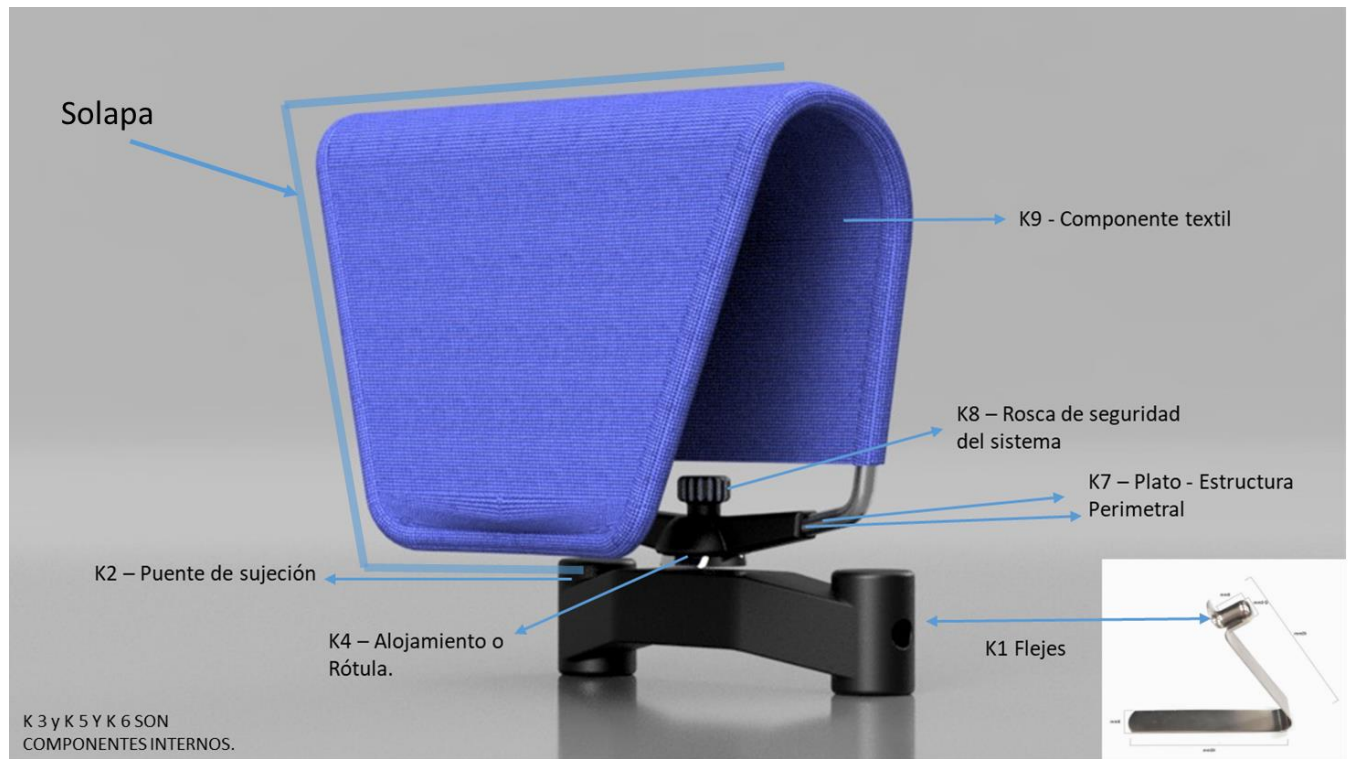
Fuente: Elaboración Propia - Fusión 360

15.1 Detalles de la Propuesta

15.1.1 Componentes

Figura 51

Componentes de la Propuesta



Fuente: Elaboración Propia – Fusión 360

- (K1) la propuesta cuenta con un componente de sujeción a tubo redondo retráctil, el fleje guarda coherencia formal con los subsistemas propios de la muleta, como lo es el sistema telescópico de regulación de altura
- (K 2) el puente de sujeción agrupa los principales subsistemas, en él se suma el anclaje a 4 garras que posee la rótula o sistema de unión geométrico.
- (K3) hace parte del subsistema interno de la rótula, se encuentra dentro del componente K4 y su cinemática y rotación es regulada por el componente (K5 – tornillo y K6 -resorte), en mecánica se le denomina camisa de la rótula.
- (K4) es el sistema integrado que hace posible la función de unión geométrica, también denominado en mecánica como alojamiento. Este contiene a K3
- (K5 y K6) se definen en K3



- (K7') el plato de la rótula es donde nace la estructura metálica, es un componente que cumple con las coordenadas de rotación hacia los diferentes planos en el espacio guiado por el tornillo (K5), quien actúa como perno.
- (K8) es quien mantiene sujeto el plato (K7) de tal forma que no se desequilibre del eje axial de la rótula.
- (K9) es de los componentes más expuestos, recibe el área axilar y se adapta a la parrilla costal es el componente textil, este se puede quitar y poner sin mayor esfuerzo

Orientación de la solapa: Se define a K2 curvo, esto con la finalidad de darle mayor rango de adaptación al pliegue interno del brazo de quien utiliza el artefacto

Figura 52

Orientación del sistema



Fuente Propia

Nota: La curva en el sistema de sujeción o puente estabilizador (Componente K 2) se concibe con el propósito de brindar mayor integración del perímetro del brazo a la línea media del cuerpo.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



CAPITULO 3 COMPROBACIONES



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Medios y materiales

El presente proyecto se vale de recursos que se encontraron a la mano para la elaboración del prototipo. A causa del aumento de contagios provocados por la emergencia sanitaria del virus SARS –CoV2 o coronavirus, se condicionaron los resultados que se esperaban de un prototipo mucho más elaborado, la restricción de circulación y desplazamiento, hicieron que los esmeros en la búsqueda de mejores recursos tecnológicos fuesen insuficientes.

Se abordará desde la perspectiva del análisis de materiales disponibles en casa y la región como son:

- Madera, telas de uso común, alambre dulce o maniguetas de contenedores. rollones de desodorante, cordón de PVC, muletas recicladas, soldadura epóxica para metal y otros.

La etapa de comprobación se retroalimenta en tres etapas donde cada una de ellas proporcionó conclusiones que permitieron alcanzar un modelo de comprobación aceptable para contrastar los objetivos de la investigación.

Médiate la experimentación se busca corroborar la eficiencia de los materiales disponibles, se precisan los siguientes objetivos para su evaluación.

16.1 Objetivos de la comprobación:

- Reducir el movimiento que se genera en el apoyo axilar al momento de ejecutar el desplazamiento
- Mejorar las condiciones de adaptabilidad anatómica del apoyo axilar
- Facilitar el impulso pasivo que se debe generar durante la marcha pendular.

En las siguientes tablas se expone el curso de la comprobación, en la etapa 1 (*Tabla 16*) se expone la correlación o primer acercamiento a los materiales disponibles, se asocia su funcionalidad a los requerimientos directos que debe cumplir su aplicación. La etapa intermedia

(Etapa 2) donde se buscan mejores prestaciones textiles, mayor elasticidad del textil; un mejor diámetro del alambre (Tabla 17) se muestran los resultados y el modelo comprobado.

16.1.1 Etapa 1

Tabla 16

Experimentación y Acercamientos a los materiales

Experimentación PVC		
Objetivos de comprobación	Material disponible	Condiciones de diseño a la que responde su aplicación
<p><u>Objetivo 2:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Mejorar las condiciones de adaptabilidad anatómica del apoyo axilar 	<p><u>Medios:</u></p> <p>Cordón de PVC</p> <p>Dosificadores de aerosol</p>	<p><u>Subproblema</u></p> <p><i>Dureza del apoyo:</i> <i>Que el curso de la superficie del apoyo copie la anatomía axilar e intercostal múltiples veces.</i></p>

Figura 53

Dosificador de aerosol



Fuente: Elaboración Propia

Figura 54

Tracción del cordón de PVC



Fuente: Elaboración propia

Figura 55

Anudado del cordón

Proceso: Mediante la utilización de dosificadores de aerosol, se sujetan los cordones en PVC, previamente se marcan para corroborar cuanto pueden estirarse, esto con el fin de verificar su dimensión final comparada con la inicial.

Comportamientos mecánicos esperados:

- Adelgazamiento o pérdida del diámetro inicial del cordón
- Adquiere el doble de su dimensión inicial

Comportamientos mecánicos no esperados:

- Pérdida del color.
- Retracción evidente del cordón al finalizar el esfuerzo



Fuente: *Elaboración Propia*

Resultado de la experimentación con el cordón:

Mediante fuerza pasiva el cordón se estira al doble de su tamaño original, se plantearon tiras de 10 cm, siendo la distancia aproximada de un tubo a otro en la muleta que se encontró en casa. El cordón de PVC presentó rangos de elasticidad superiores a la dimensión demarcada, aproximadamente 20 cm (el doble) de su tamaño inicial, el material se contempló en 2 de las alternativas dentro del proceso creativo, sin embargo, se descartan por el peligro que representa el filo del anudado y la dimensión que requería el mantenerlos ocultos. Una dimensión de 20 cm del cordón, supera la dimensión que distan los tubos de una muleta regular, su funcionalidad para amortiguar el área requiere incluso de mayor tracción. Corroborar su eficacia requiere métodos no experimentales.

Experimentación con textiles y alambre

Medios:

Modelo 1 y 2

1. Textiles: 100% Rayón - Polyester + 0% de elastano
2. Alambrón: 0.4 mm y 0.5mm
3. Unión: Abrazaderas metálicas, rollones, probeta en PVC
4. Costura: Hilo y aguja

Registro Fotográfico: Teléfono celular

Relación de requerimientos

Sub-problema- Ergonómico: Dureza

Requerimiento: Que el curso de la superficie del apoyo copie la anatomía axilar e intercostal múltiples veces

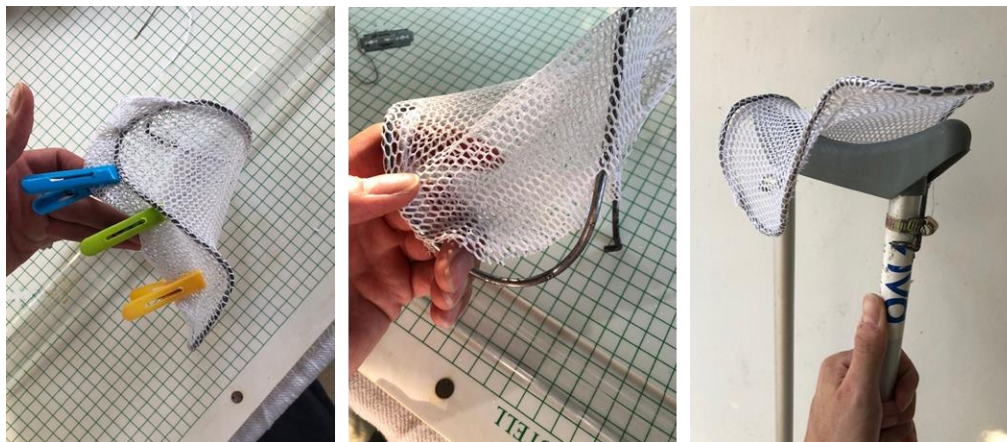
Sub problema físico: Roce - fricción

Requerimiento: Que la unión entre el apoyo axilar y cuerpo metálico funcionen como pares cinemáticos no como componentes rígidos

Objetivos de comprobación	Material	Condiciones de diseño a la que responde
<p>Objetivo 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Mejorar las condiciones de adaptabilidad anatómica del apoyo axilar 	<p><u>Medios:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <u>Rayón tejido en anilla</u> <u>Alambrón 0.4 mm</u> <u>Hilo y aguja</u> 	<p>Sub- problema Ergonómico:</p> <p>Reducción de la dureza del apoyo axilar</p>

Figura 56

Experimentación con textil en rayón y alambre de 0,4 mm



Fuente: Elaboración Propia

Figura 57

Ubicación del pliegue axilar sobre el textil 1



Fuente: Elaboración propia

Proceso: Mediante la observación se encuentra un recurso de adaptación anatómica cercano, (tejidos sintéticos), los textiles en especial las mezclas sintéticas, pueden atribuirse el mérito de total adaptación, cuando se adhieren al cuerpo; las propiedades elásticas otorgan memoria de forma e inestabilidad elástica ante la compresión (pandeo).

Comportamientos mecánicos esperados:

- Inestabilidad elástica o pandeo
- Deterioro de la costura

Comportamientos mecánicos no esperados:

- Se requiere ampliar el curso del alambre pues lastima en el área.
- Al buscar adaptabilidad del área intercostal, se descubre que el textil se adapta de igual forma a los pliegues internos del brazo, aumentando el propósito en del diseño.

Conclusiones de la experimentación con alambre y maya de rayón

- Es apropiado ampliar el perímetro en el alambrón ya que lastima, y definir la forma del mismo
- Es necesario apropiarse de medidas afines con el área intercostal
- Es necesario encontrar un textil con mayor elasticidad y resistencia
- A este punto resulta necesario recurrir a lugares de reciclaje en busca de alambres con mayor calibre

16.1.2 Etapa 2

Tabla 17

Elaboración del modelo 1

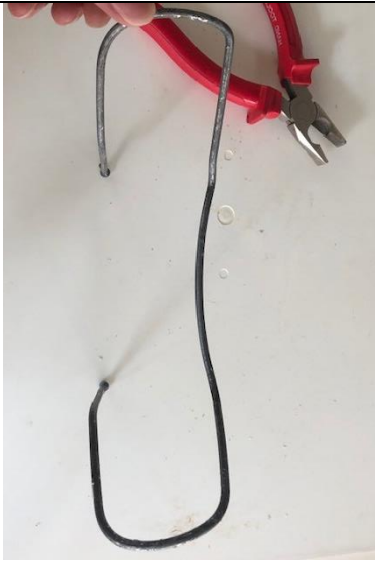
<i>Etapa 2 - Modelo 1</i>		
Objetivo de comprobación	Mecanismo propuesto	Condiciones de diseño a la que responde su aplicación
- Objetivo: 1, 2	<u>Prueba de Mecanismo</u>	<i>Sub problema- Físico</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia de las prestaciones mecánicas de materiales elásticos en la reducción de la compresión axilar. 	<p>Unión circular (Rótula)</p> <p><u>Medios:</u> Rollones de desodorantes vacíos, alambrón -madera ---taladro-</p>	<p>Roce o Fricción</p> <p><i>Sub-problema. Ergonómico</i></p> <p><i>Adaptación al área múltiples veces</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia del sistema de unión circular con relación a la disminución de movimientos del apoyo 	<p>sinfín- caladora- cierra alambre- resina, hilo , aguja</p>	

Figura 58

Alambre 2 - modelo 1

Proceso:

- Se adaptan las medidas del apoyo de fábrica al curso del alambrón.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 59

Adaptación a pliegues de la piel



Fuente: Elaboración propia

Figura 60

Cilindros de madera

- Se adapta el rollón mediante perforación e inyectado de resina (24 horas de secado).
- Mediante corte en cierra se adapta un cilindro de madera dentro del contenedor previamente cortado, y se perfora con el diámetro de los tubos, para su posterior inserción.

Comportamientos mecánicos esperados en el modelo 1:

- Desestabilidad en la verticalidad de los tubos de la muleta.
- Pérdida de la tenseguridad del textil
- Deterioro de la costura

Resultado:

- Inestabilidad de los tubos y desfases del apoyo.
- Se descarta la utilización de un mecanismo de unión circular binario, puesto que limita el movimiento a un plano de coordenada 1 (*Movimiento en bisagra grado 1*),
- Se contempla el aumento del curso del alambroón de tal manera que se involucre mucho más la parrilla costal, con la finalidad de que la compresión del brazo fije el apoyo y reducir así el movimiento.
- Nota. Los grados de libertad de uniones cinemáticas en mecánica, se clasifican de muchas maneras, en este caso por su forma, las uniones geométricas se encuentran



Fuente: Elaboración propia

Figura 61

Modelo 1 terminado



Fuente: Elaboración propia

Figura 62

Modelo 1 Adaptado a la muleta

descritas a profundidad en el despliegue sub-problemas
(*Sub-problema - fricción*).

Comportamientos mecánicos no esperados:

- La respuesta de adaptabilidad favorece de igual manera a los pliegues del perímetro interno del brazo (Figura 68) una condición positiva de la experimentación que no se había contemplado en el alcance del modelo 1.
- Desfases repetitivos del apoyo a causa del movimiento en bisagra (Figura 72)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 63

Desfases en el modelo 1



Fuente: Elaboración Propia

Conclusiones Etapa 2

- Es preciso reducir el sistema a una sola rótula, ya que el sistema del rollón (a dos nodos) limita y restringen los III grados de libertad que se precisan en el diseño.
- Es necesario experimentar con otros textiles con un porcentaje de elastano no mayor al 10% con el fin de no comprometer la transpiración, esto con el fin de alcanzar un mayor ajuste del textil al perímetro del metal.
- Deben eliminarse el proceso de costura manual llevada a cabo en las dos etapas, se requiere de la experiencia de un operario externo que cuente con máquina de coser.

16.1.3 Etapa 3 Construcción y pruebas en el modelo de comprobación

No todos los recursos necesarios se encontraron en casa, fue necesario abordar y buscar la ayuda de terceros, como taller de carpintería, taller de motocicletas y sastrería.

Tabla 18

Construcción y Pruebas

Etapa 3 Construcción del Modelo de comprobación (alambión – rótula – textil+ % elastano)

<i>Objetivos de la comprobación</i>	<i>Material</i>	<i>Condiciones de diseño a la que responde su aplicación</i>
Objetivos 1, 2, 3	MEDIOS:	<i>Sub -problemas Ergonómicos: -</i>
- Reducir el movimiento que se genera en el apoyo axilar al momento de ejecutar el desplazamiento	<u>Alambión:</u> Calibre de 0.5 mm Color: Negro Largo: 82 cm <u>Recursos Textiles:</u>	<i>Reducir Dureza del apoyo</i> <i>Sub-problemas Físicos:</i> <i>Roce y fricción</i>
	<ul style="list-style-type: none"> • Calcetín de algodón 	

- Mejorar las condiciones de adaptabilidad anatómica del apoyo axilar
- Facilitar el impulso pasivo que se debe generar durante la marcha pendular
- Faja de compresión (Poliéster + elastano)
- Guate de yute tejido en anilla
- Chaleco industrial en - Polyester (0 % de elastano)

Figura 64

Doblado del alambre en prensa



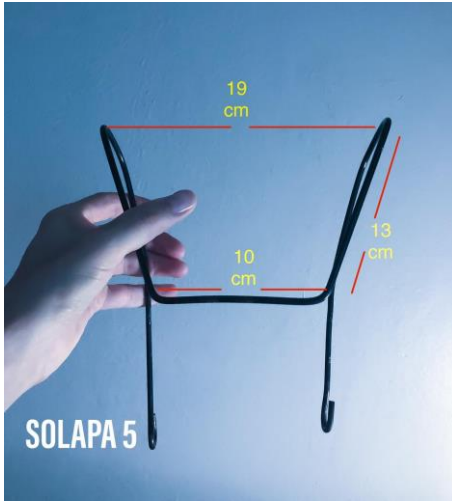
- Probeta rótula PVC
 - Medidas: Definición de anchura intercostal población latinoamericana
- Mano de obra: Operario con conocimientos en el manejo de máquinas de cocer

Fuente: Elaboración Propia

Modelo 2

Figura 65

Dimensión solapa para el modelo de comprobación



Fuente: Elaboración propia

Figura 66

Probeta en PVC

Proceso:

Alambrón

- Definición de medidas en varias probetas de alambres
- Definición dimensional de una probeta
- Marcado y doblado en prensa
- Corte con segueta
- Sujeción del alambre con resina y 24 horas de secado

Textil

- Definición de medidas planas (siluetas en papel)
- Corte y costura
- Pruebas

Probeta

- Elaboración impresión laser
- Perforado
- Corte
- Lijado
- Adaptación del alambrón
- Vaciado de resina

Comportamientos mecánicos esperados del alambrón y probeta:

Se esperaba una mejor estabilidad del alambrón al secarse la mezcla en la probeta



Fuente: *Elaboración propia*

Probeta: Se esperaba que resistiera satisfactoriamente el vaciado del químico o resina

Comportamientos mecánicos no esperados del alambión:

- Se esperaba mucha incomodidad al aumentar el diámetro del alambión, pero durante las pruebas con usuarios no manifestaron inconformidad en este aspecto.

Probeta

- No se esperaba que resistiera las pruebas de marcha, sin embargo soportó un peso de 70 kilogramos

Figura 67

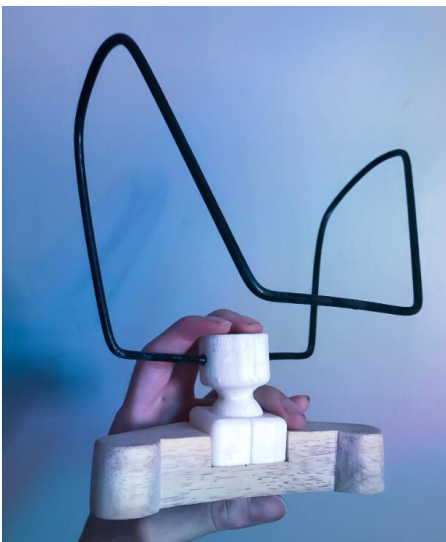
Secado de resina



Fuente: Elaboración Propia

Figura 68

Alambrón, rótula y madera



Fuente: Elaboración Propia

Figura 69

Elasticidad del Calcetín

Comportamientos mecánicos esperados del textil:

- Del textil elastico tejido en anilla (faja) se esperaba una elevada capacidad de recuperación en la forma.
- Del textil en nylon (chaleco industrial) se esperaba rotura en uniones de costura.

Comportamientos mecánicos no esperados de los textiles:

No se esperaba que el textil elástico tuviera la capacidad de transformar la forma dada al alambrón a tal punto de dificultar su curso sobre él.

Figura 70

Calcetín de Algodón y textil elaborado en lycra



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: *Elaboración Propia*

Pruebas Textiles

CONCLUSIONES DE LAS ETAPAS

Figura 71

Tela elástica - body

- El uso de textiles requiere tiempo y medios tecnológicos que permitan encontrar el equilibrio en sus prestaciones elásticas, según el uso, el comportamiento varía. La



Fuente: Elaboración propia

Figura 72

Modelo textil en nylon



Fuente: Elaboración Propia

Figura 73

Compresión estructural

elaboración de un textil técnico especial para el producto requiere de la asesoría de expertos.

- El textil sin ningún porcentaje de elastano se resultó quebradizo ante la compresión sobre la estructura (Figura 74)
- Se evidencia que es posible mediante la unificación de un textil y un metal, mejorar la adaptación de los apoyos elaborados actualmente en materiales como PVC
- El modelo de comprobación genera movimientos relativos individuales, tanto en el apoyo como en el cuerpo metálico
- Es preciso el consejo de expertos en mecánica ya que se debe reducir la libertad de movimiento que manifiesta el sistema de unión circular, pues presenta desfases que generan inseguridades durante la marcha pendular.
- Es necesaria la asesoría técnica o profesionales en diseño de vestuario o con conocimientos afines en producción textil, para determinar que fibras son las más adecuadas
- Es posible adaptar un sistema de apoyo alternativo al cuerpo metálico de una muleta clásica.

Cinemática de la marcha con el modelo Ekilibra:

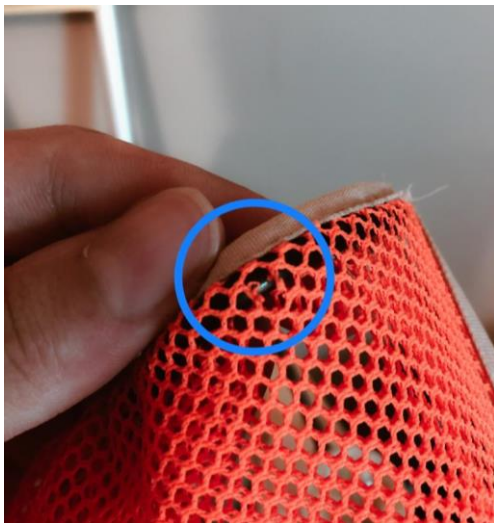
Ver (Anexo 1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 74

Fisura del textil



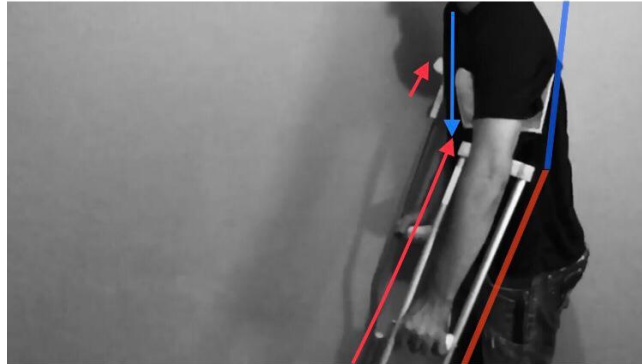
Fuente: Elaboración Propia

Figura 75

Muletas con modelos de solapa y textiles diferentes

Figura 76

Análisis del video de comprobación



- Cinemática apoyo EKLiLiBrA
- Cinemática cuerpo metálico (apoyo clásico)

Comprobaciones

Fuente: Elaboración Propia



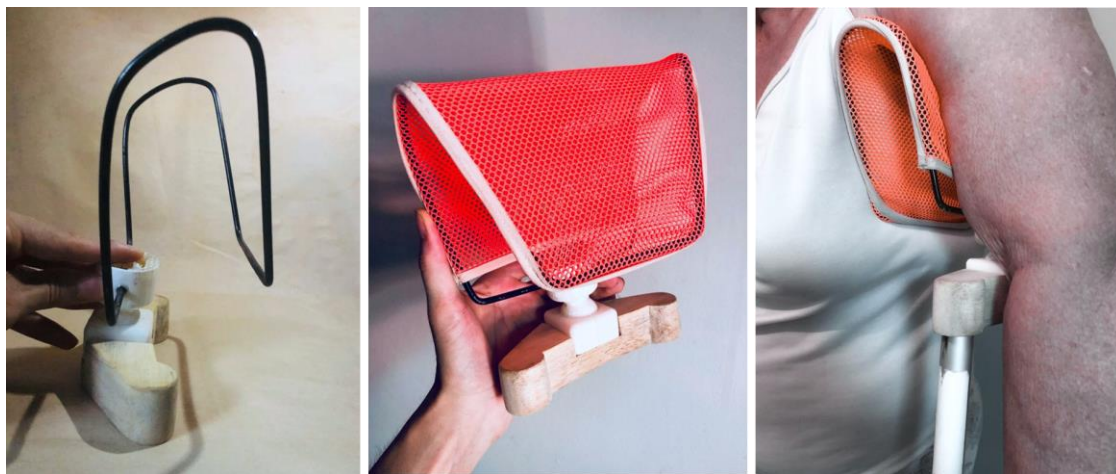
Fuente: *Elaboración Propia*

16.2 Modelo de Comprobación Tridimensional

El modelo de comprobación es de baja resolución con la determinante de que fueron materiales que estuviesen en el hogar o en la localidad de Guamal Magdalena.

Figura 77

Modelo de comprobación



Fuente: *Elaboración Propia*

16.2.1 Cumplimiento de los Objetivos del Proyecto

El análisis que se expone a continuación no muestra resultados numéricos ya que se requiere del uso de análisis computarizado de la marcha para conocer los grados de inclinación que adopta el poyo durante el recorrido, todo se plantea desde la observación directa manifiesta, del modelo de comprobación en el usuario, además de las apreciaciones espontáneas de los mismos.

“La observación consiste en obtener impresiones del mundo circundante, por medio de todas las facultades humanas relevantes, esto suele requerir contacto directo con el (los) sujetos aunque puede realizarse remota, registrando a los sujetos a través de fotografía, grabación sonora o videograbación” (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2021)

16.2.2 Pruebas de observación directa

- Prueba observacional de comportamientos cinemáticos - (rótula -cuerpo metálico)
- Prueba observacional de adaptación a condiciones anatómicas del área - (textil)
- Prueba observacional de comportamiento de la estructura perimetral (alambrón) ante compresión del brazo durante la marcha

16.2.3 Herramienta de comprobación

Para mayor entendimiento y su aplicación ver Anexo (16)

La herramienta fue aplicada a 4 personas, 3 estas no corresponden al grupo familiar directo, con el fin de alcanzar mayor objetividad.

16.2.4 Interfaz de Estímulo Táctil

- Interacción de usuarios con el dispositivo (sensaciones)

Mediante las siguientes tablas se da explicación a los resultados en las pruebas de video y de la herramienta de comprobación.

Para conocer la experiencia y las sensaciones con el textil fue puesta en práctica (Anexo 16) en dos personas ajenas al grupo familiar y dos pertenecientes a este.

Tabla 19

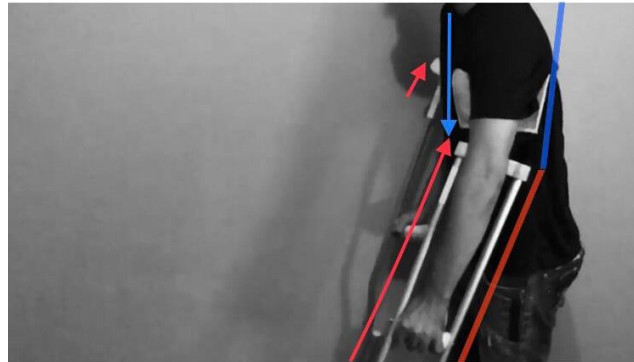
Cumplimiento de objetivos específicos

Objetivos específicos de la investigación	Condiciones de diseño	Objetivos de la comprobación	Notas de la observación
<p>✓ Reducir el movimiento que se genera en el apoyo axilar al momento de ejecutar el desplazamiento</p>	<p><i>Sub-problema</i> <u>Físicos:</u> Roce - fricción Requerimiento [Que la unión entre el apoyo y brazos metálicos funcionen como pares cinemáticos y no como componentes rígidos]</p>	<p>Eficiencia del sistema de unión circular, en la disminución del fenómeno asociado con la cinemática del artefacto *(<i>fricción</i>) (Rótula)</p>	<p>Se observa en el material de video, que el apoyo propuesto mantiene su posición neutra en un plano (sagital), este se desplaza del eje cráneo caudal a voluntad del tronco no del cuerpo metálico.</p>

Descripción

Figura 78

Toma fotográfica del video de comprobación



- Cinemática apoyo EKLiBrA
- Cinemática cuerpo metálico (apoyo clásico)

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 1

- *Reducir el movimiento que se genera en el apoyo axilar al momento de ejecutar el desplazamiento*

El sistema cumple al individualizar el comportamiento dinámico de la estructura metálica y el apoyo (Anexo 12) puesto que a consecuencia de la fuerza de compresión que por técnica el brazo ejerce sobre el artefacto, esta relación, fomenta la reducción de la dinámica del mismo, transferida así al cuerpo metálico de la muleta. Desde esa perspectiva el modelo cumple con el objetivo específico 1

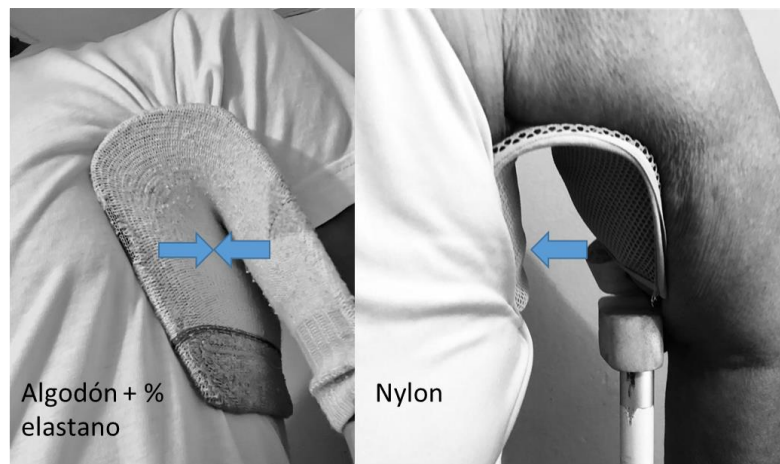
Objetivos específicos de la investigación	Condiciones de diseño	Objetivos de la comprobación	Notas de la observación
--	------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------

✓ Elevar la adaptación del apoyo a condiciones anatómicas del área axilar	<u>Sub –problema 8</u> <u>Ergonómicos</u> Reducir /Dureza <i>[Que el curso de la superficie del apoyo copie la anatomía axilar e intercostal múltiples veces]</i>	Eficiencia de las prestaciones mecánicas de materiales elásticos en la reducción de la compresión axilar	Se evidencia individualidad de movimiento entre sus partes
---	---	--	--

Registro fotográfico de la adaptación al área

Figura 79

Comparativa de adaptación de algodón-elastano vs nylon - polyester



Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 2

-
- ***Elevar la adaptación del apoyo a condiciones anatómicas del área axilar***

El sistema Cumple

El área intercostal del cuerpo posee ondulaciones que son evidentes dependiendo de la complejión, como manifestación de las primeras costillas.

Se evidenció a través de las pruebas que un textil puede copiar la forma y acunar la piel sin importar la complejión del usuario, desde esa lógica, el artefacto ayuda a cumplir el objetivo específico 2 de la investigación. Los pliegues de la axila se posan sobre la base de solapa, esta es blanda no dura. La agresión de un apoyo duro y el movimiento es lo que causa una respuesta de defensa de la piel, retomando el sustento teórico; la fricción es el resultado de la naturaleza en ambas superficies. Desde ese punto de vista el modelo cumple con el objetivo específico 2 de la investigación.

Objetivo específico 3

- ***Facilitar la propulsión pasiva durante la marcha pendular***

La ruptura inercial de las muletas es mediante fuerza pasiva, si se aumenta el peso se requerirá de mucha más fuerza para accionarlo. Sin embargo, el sistema pivote, facilita el arrastre del cuerpo metálico hacia una mejor propulsión o aleteo, beneficiando un mejor comportamiento ante la fricción estática del artefacto.

Conclusiones

- Se obtuvo una mejor respuesta a pliegues internos del brazo mediante el retorno del calcetín a la estructura, la respuesta de adaptabilidad tanto en el área axilar como intercostal es mucho mayor esto debido a que el textil del chaleco industrial es totalmente estático y no posee ningún % de elastano, lo



que hace que la piel se contenga mientras que con el calcetín surge y llena el vacío dispuesto para este propósito.

- Debe pandearse la base inferior del perímetro de la (solapa) con el fin de otorgarle la curvatura que posee el área intercostal mejorando así la adaptabilidad al área.
 - Puede que el elemento por su configuración mecánica transmita desconfianza hacia su efectividad, puesto que el apoyo está soportado en un solo punto (pivote) sin embargo, el elemento trabaja de forma práctica y funcional. Los dispositivos de movilidad requieren de entrenamiento previo es allí donde se fortalece la confianza usuario - dispositivo.
 - Fortalecer la investigación en el desarrollo del textil es fundamental.
 - Es de resaltar que la fuerza que ejerce la cara interna del brazo para fomentar el impulso pasivo, no afecta el comportamiento mecánico del apoyo.
-



16.3 Asesorías Externas

Mediante la asesoría de expertos se busca ampliar el conocimiento de los materiales o sistemas que se contemplan y plantear mejoras a futuro.

16.3.1 Emily Jaimes

Diseñador y Administrador de negocios de la Moda – Confanorte

“Las fibras con porcentajes de elastano se encuentran en conos, dependiendo del porcentaje el comportamiento de la tela es distinto. Debes hallar las telas y probar”.

16.3.2 Edwin Jair Castellanos Soler

Ingeniero Mecánico - Universidad de Pamplona

“El control de una rotula depende de varios factores, los grados de libertad que quieres que tenga, también depende del recubrimiento y de su uso final, si es trabajo pesado o cíclico como las que se usan en coches, por ejemplo.

Cuando se implementan por lo general se limitan sus coordenadas, no puede tener demasiada libertad, es decir; ¿recuerdas las condenadas de un plano cartesiano?, tenlo en mente. Un movimiento de bisagra solo se da en (x- y) en un solo plano; por lo general los movimientos de una rotula abarcan 3 planos, X--Y-Z y viceversa. Debes limitar el movimiento para que resulte practico”



SC





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



CAPITULO 4 ANALISIS DE FACTORES



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Análisis del Factor Producto

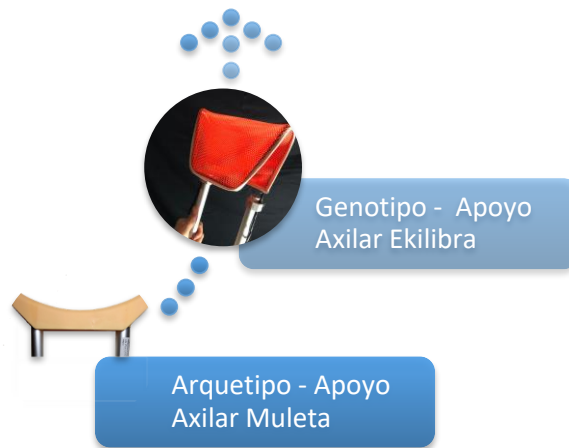
17.1 Análisis de la configuración formal

La forma de las muletas ha evolucionado con el tiempo, sin embargo, mantiene sus principios genéticos formales.

Valencia, (2009) afirma que: “la teoría de la Gestalt parte del postulado que la forma es un todo estructurado” (p. 54). La configuración formal de Ekilibra surge de la necesidad de hallar un genoma partiendo del arquetipo muleta axilar, el genoma es un principio evolutivo de la forma; es decir trasciende mediante nuevos valores que la sofistican” (Valencia, 2009).

En la forma “lo que se consigue son nuevas rutas, cadenas o eslabones evolutivos, que en el mejor de los casos (conceptuales) y por su especialización o sofisticación hacia ciertos contextos (culturales, de uso)” (Valencia, 2009. p.71)

Figura 80 Principio evolutivo de la forma



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Información obtenida de Sánchez (2009, p. 67)

17.1.1 Objeto antropocéntrico

Ekilibra necesita del cuerpo para cumplir su función, sin esta relación proximal no hay relación entre hombre y objeto. Un objeto antropocéntrico se describe como:

“Se mueven en la esfera de lo personal y el grado de conciencia hacia ellos es relativamente constante en la medida en que se hacen “prótesis” del cuerpo humano; a pesar de que el cuerpo se habitúa a ellos hay continuamente conciencia hacia su prestación” (Sánchez, 2009, p.95).

Tabla 20 Factor Producto

Hombre – Receptor	Objeto - Emisor	Contextos	Clasificación comercial
Paciente - 20 a 59 años con deterioro cutáneo por el uso de muletas	Ekilibra Mejorar la experiencia de uso de las muletas axilares.	Macro: <i>Instituciones</i> Centros de Rehabilitación Física y salud ocupacional Micro: <i>Hogar</i> Unipersonal	De especialidad

17.1.2 Hombre:

Persona en situación de diversidad funcional en miembros inferiores

17.1.3 Objeto

Soporte alternativo Ekilibra para muletas axilares, mejora la experiencia de uso mediante su sistema de adaptación anatómica.

17.1.4 Contexto

Centros de rehabilitación – Hogar

17.1.5 Volumen

Figura 81

Volumen Ekilibra



Fuente: Elaboración Propia / Fusion 360

Ekilibra posee volumen positivo y negativo donde este último se apropia de casi todo el artefacto cuando se retira el componente K9, sin embargo, adquiere su forma cuando se encuentra integrado al perímetro del alambroón o estructura perimetral, el volumen negativo es el protagonista y precursor en su funcionalidad.

17.1.6 Volumen Positivo

Ekilibra posee una naturaleza tridimensional que contiene volumen positivo y negativo, el volumen positivo está determinado por las medidas otorgadas a cada pieza o componente sólido.

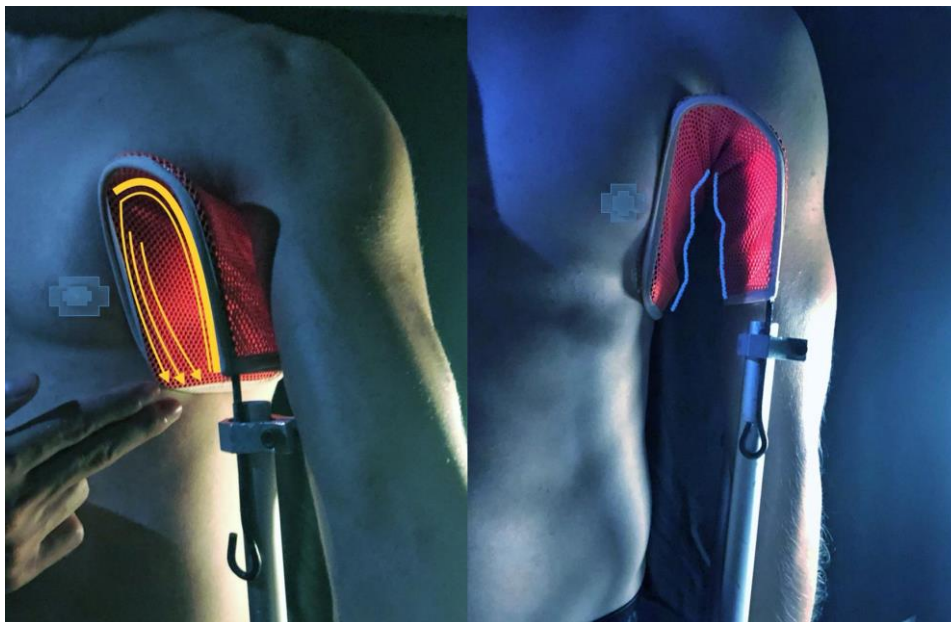
17.1.7 Volumen Negativo

El volumen negativo está delimitado por el contorno de la estructura perimetral de acero, bajo contraste puede asociarse a la letra U de forma invertida (Figura 92).

El volumen negativo se plantea con la finalidad de crear un micro entorno que permita la transformación de la trama y la urdimbre del textil ante la compresión, recreando una copia fiel de la pared axilar, por tanto, el volumen es afectado. Sin el volumen negativo no hay cambio ni reducción de la compresión y sus efectos sobre el área.

Figura 82

Volumen negativo



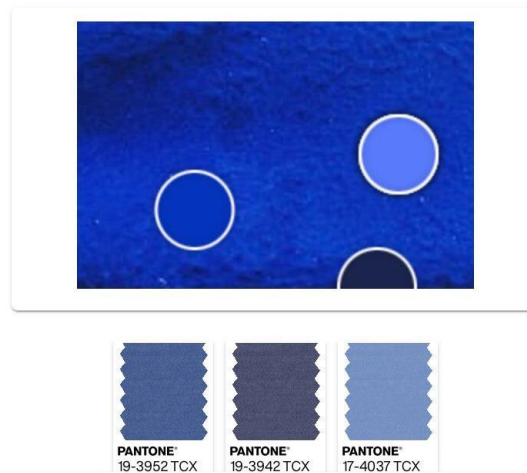
Fuente: Elaboración propia

17.1.8 Superficie

17.1.8.1 Color

Figura 83

Máxima Correspondencia del azul



Fuente: Adaptada del aplicativo para telefonía Pantone Connect

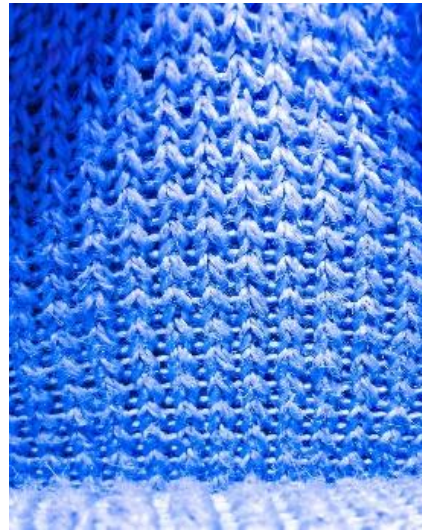
“La semántica del color es el criterio que facilita las lecturas de la forma otorgándole un valor significativo y complementario” (Sánchez, 2009). La importancia del color azul en la propuesta se relaciona directamente con el artefacto y su contexto, el color azul ha sido ampliamente adoptado por clínicas, centros de rehabilitación y salud ocupacional como un referente de diferenciación con contextos distintos. El Doctor Mauricio Orozco Hernández (2020), egresado de la facultad de medicina de la Universidad Andina de Colombia afirma que: “Trasmite tranquilidad y reposo, además evita la proliferación de microorganismos”

Desde un punto de vista más cercano Sánchez, (2009) afirma que: “el azul trasmite la expansión del espacio y la superficie” (p.113).

17.1.8.2 Textura

Figura 84

Fibra de yute tejida en anilla



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Los tejidos en fibra natural d son transformados y anudados con fibras sintéticas

La función de Ekilibra como propuesta integral es el resultado de la unión de 3 materiales con prestaciones mecánicas distintas, entendiéndose que para alcanzar tales prestaciones se requieren de distintos procesos de conformación, por tanto, “características como la textura, son el resultado de la cohesión o expansión de los elementos y presenta unos rangos” (Sánchez, 2009, p.115).

Tales rangos son clasificados según Sánchez (2009) de la siguiente manera:

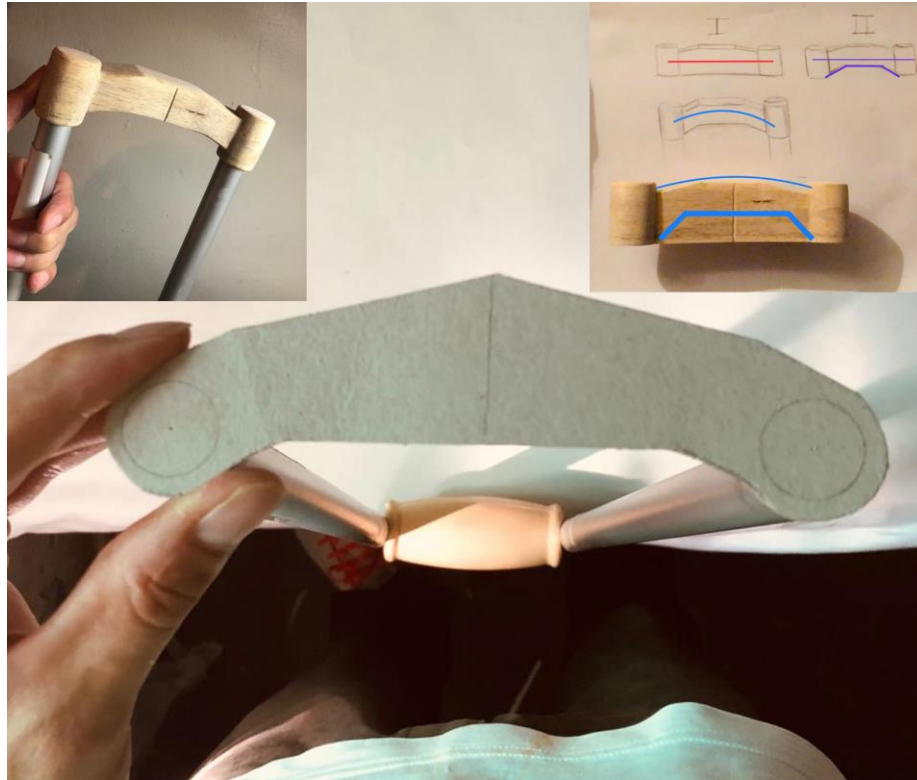
- *Baja Tensión Superficial:* Liso, brillante
- *Mediana tensión:* Superficies constantes, pero no homogéneas (madera, cerámica)
- *Alta Tensión:* Elementos con muy poca cohesión (corcho, textiles).

Para un análisis detallado de los procesos de fabricación que intervienen en la definición del color y la textura de Ekilibra ver (Anexo 9).

17.1.9 Proporción

Figura 85

Proporción en K2



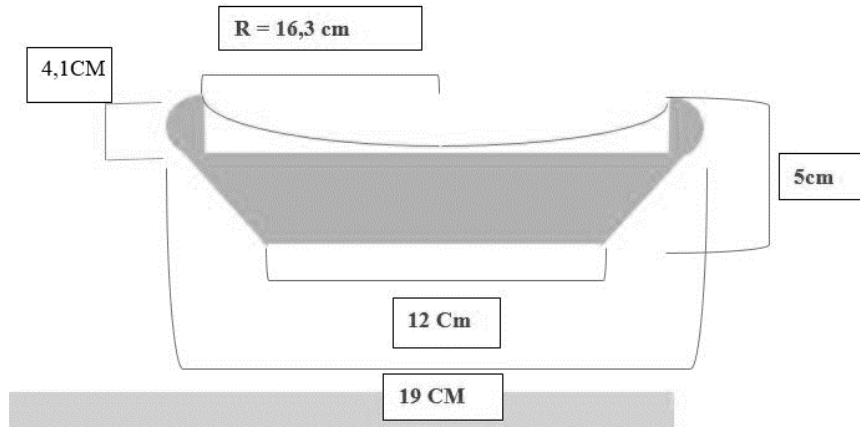
Fuente: *Elaboración Propia*

Ekilibra posee una proporción matemática, como dispositivo alternativo requiere de las medidas base en los brazos metálicos para instaurarse como sistema. En su orden son:

- Ancho del apoyo clásico
- Largo del apoyo clásico
- Distancia más próxima entre ambos tubos de aluminio
- Diámetro externo del tubo de aluminio
- Diámetro Interno
- Distancia vertical de las perforaciones en los tubos de aluminio

Con el fin de adaptar y proporcionar la dimensión de cada componente.

Figura 86 Medidas del apoyo clásico



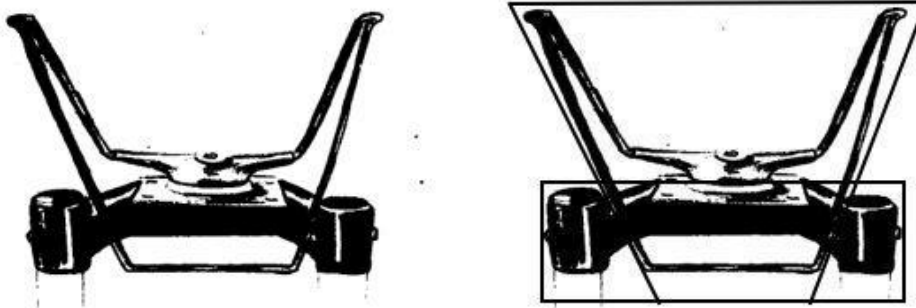
Fuente propia

17.1.10 Contorno

Ekilibra presenta un contorno rectangular y triangular, su perímetro triangular guarda relación estrecha con el área que se buscó rehabilitar la pared medial o área inter-costal del tórax, esta tiene forma de pirámide invertida con vértice truncado.

Figura 87

Contorno



Fuente: Propia

17.1.11 Sonido

El elemento posee función sonora, durante la unión del sistema al cuerpo metálico, esto se percibe ante la presión del fleje cuando el tetón ocupa el orificio de sujeción y choca con la pared interna de aluminio.

Durante la cinemática del artefacto el resorte interno advierte su función cuando se somete a compresión de la camisa.

El choque del alojamiento contra el componente estabilizador es quizás el sonido más contundente que genera el artefacto al ser armado, esto a causa del sometimiento de la sujeción a cuatro garras sobre K2. El sonido advierte al usuario de que el componente está sujeto y puede continuar con la secuencia operacional.

17.1.12 Criterio Adaptativo/Semántico

17.1.12.1 Compresión

Sánchez (2009) afirma que: “son fuerzas físicas aplicadas y memorizadas en a la forma” (p.136). Equilibra comporta compresión, su forma es modificada durante la aplicación de esfuerzos, es una respuesta del artefacto desde su relación con el usuario y de los componentes que integran el sistema.

- Hombre - Objeto -Entorno: Desentendimiento del peso por parte del usuario final sobre el artefacto
- Sistema- Objeto: Tracción propia del textil al completar su curso sobre la superficie perimetral

Figura 88

Relaciones que propician la compresión / fuerza del brazo



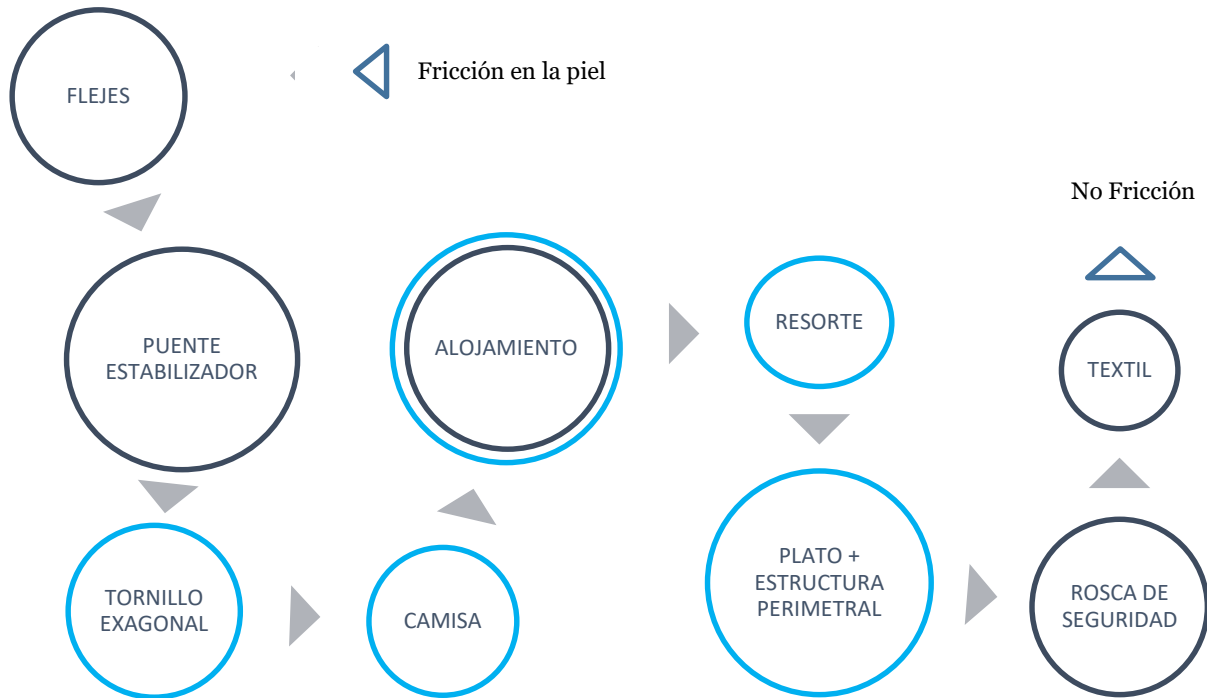
Fuente: *Elaboración Propia*

17.1.13 **Relaciones Funcionales del Sistema Ekilibra**

“Las relaciones funcionales determinan un orden o estructura de los elementos entre si y frente al entorno” (Universidad EAFIT, 1997). La correspondencia de cada componente hacen posible funciones particulares dadas a cada subsistema. Por lo tanto el principio de orden en su entorno es una condición.

Figura 89

Relación de orden funcional Ekilibra



Fuente: Elaboración Propia

Nota: El color azul claro indica cada componente que integran el subsistema rótula, el anillo doble es el componente que lo contiene

Si se analizan las funciones parciales del sistema, en este caso el responsable de mejorar la cinemática como son: tornillo hexagonal – camisa – alojamiento - resorte y plato, se entendería que el resto de componentes no afianzan el efecto global que se persigue de (No fricción), pero en este caso la función parcial (rotar), recae sólo en los portadores de función que hacen posible el giro, según la Universidad EAFIT, (1997) “un portador de función también puede ser un sistema” (p.9), en este caso el sistema rótula, resulta en sí un sistema dentro de otro sistema, pero que en una relación de orden (endógeno) se clasifica como un subsistema.

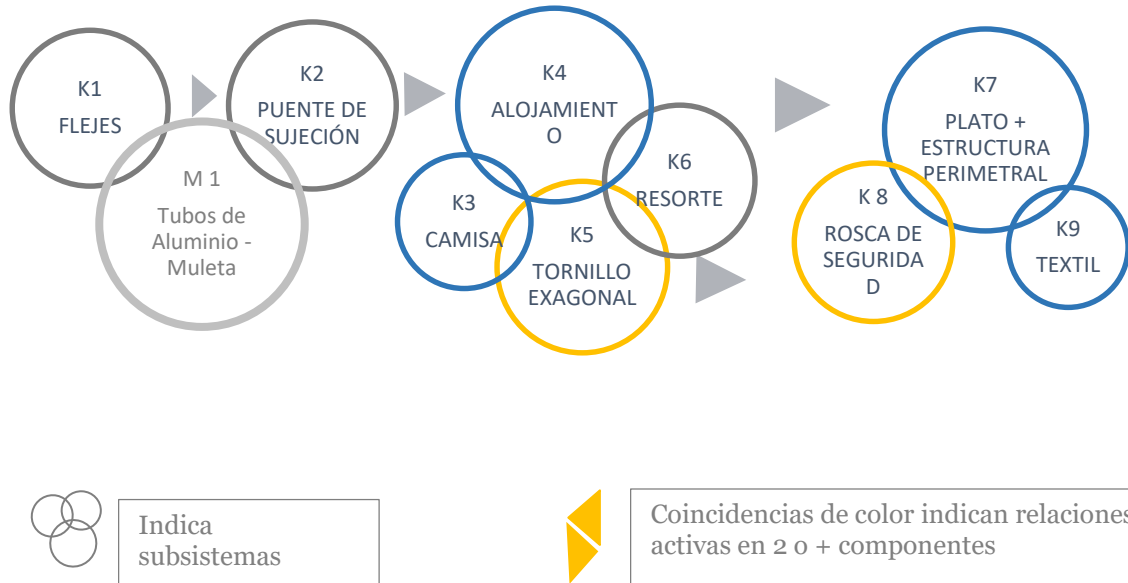
17.1.14 Relación Inter-figural

Cada uno de sus componentes guarda relación formal / funcional, mediante una línea de objetos que se corresponden.

17.1.15 Relación Intra-figural /funcional

Figura 90

Flujo y relación Intrafigural/funcional



Fuente: Propia

Nota: Adaptado de Aplicación de la Teoría de Sistemas al Desarrollo de Productos/M1 representa el cuerpo metálico de la muleta

Los elementos que conforman cada subsistema (K), guardan relación formal y funcional, así como relaciones activas e inactivas de un componente a otro. Una relación inactiva del sistema se evidencia en k1 y k7, el intercambio de información es remoto entre ellos, desde un aspecto *funcional-formal* la rosca no guarda relación con el fleje o viceversa; en cambio la relación entre k2 y k6, aunque parece un intercambio remoto en su orden, como portadores de función, k6 necesita de la base plana de k2 para amortiguar y hacer orbitar a k3 al igual que K5 y K8.

17.1.16 Función de Cada Componente dentro del sistema

Los órdenes y jerarquías giran en torno a cumplir la finalidad global por ello es clave como se relacionan entre si sus partes “Estos órdenes y jerarquías se presentan en las maneras como ciertos elementos intercambian información al relacionarse unos con otros para constituir un propósito equifinal. Estos elementos se relacionan de dos maneras: integrándose e interactuando” (Sánchez, 2009, p.78).

Tabla 21

Componentes o Piezas

Componentes o Piezas K1 –K 9

1 Componente de Conexión o Flejes	Función
--	----------------

Figura 91

Muelle pulsador o fleje (K1)



Muelle pulsador sencillo (tetón unilateral),

Son responsables de mantener asegurado el sistema de Ekilibra a los brazos metálicos, para ello se requieren 2 (x2): Se alojan en el volumen negativo del tubo a presión; es quizás uno de los componentes más importantes pues mantiene sujeto todo el sistema perimetral, su coherencia formal y funcional es la misma implementada en el subsistema telescópico que regula la altura de la muleta.

Figura 92

K1 y M1



Fuente: Elaboración Propia

Nota M1 representa los tubos de aluminio

2 Componente sujeción

Figura 93 $M1+K1 + K2$



Fuente propia

Nota: $M1$ representa el cuerpo metálico

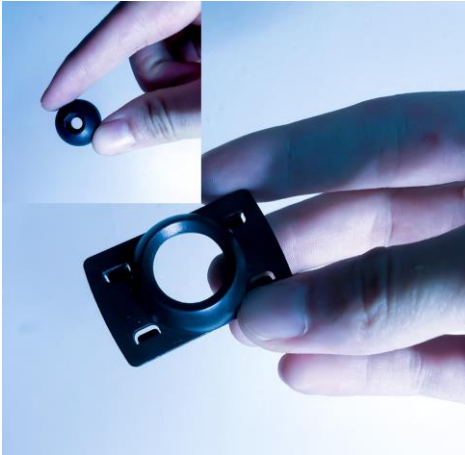
Puente de sujeción: Es el componente que integra la propuesta de diseño al dispositivo muleta, de su integración dependen la verticalidad de los brazos metálicos y la funcionalidad del grupo de subsistemas (*Rotula*), se adapta al cuerpo del dispositivo por inserción cuidando el diámetro externo de cada tubo y sellando el interno. Contiene los orificios que permiten la sujeción del sistema del muelle.

3 Componentes Cinemáticos

Figura 94

$K3$ y $K4$

Rótula circular: Ambos mejoran el comportamiento cinemático en el apoyo axilar, el componente ($k4$) *Housing* o alojamiento, contiene el componente ($k3$) *Camisa*, diferenciándose entre sí por su función, donde ($k4$) no se hace participe en el movimiento, pero propicia la fricción entre ambos, pues se mantiene fijo en el *puente*



Fuente: Elaboración propia

Componentes de Ajuste

Figura 95

K5 tornillo hexagonal



Fuente: Elaboración Propia

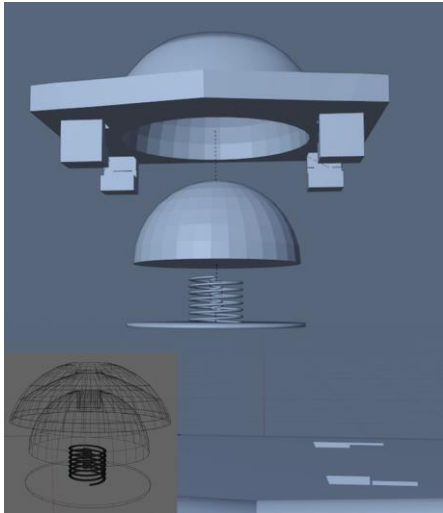
estabilizador, gracias al sistema de sujeción a 4 garras.

Tornillo de cabeza hexagonal: Es el eje donde se posicionan los componentes cinemáticos, su cabeza hexagonal se asegura en la parte inferior de la camisa (endógeno), atravesando el sistema de la rótula de abajo hacia arriba; superando así la altura del alojamiento, esto permite integrar la estructura perimetral en acero al mismo eje de rotación, ante una fuerza pasiva, se comportará como perno, armonizando los movimientos axiales internos (*camisa y resorte*) y externos (*estructura perimetral y el textil*),

Componente de amortiguación

Figura 96

K6 resorte



Fuente: Adaptado del programa de simulación

Blender

Componente Perimetral

Figura 97

K6 y K7 plato y alambión

Resorte de amortiguador interno:

Provee amortiguación a la camisa del sistema. Nivelando el movimiento de manera que no exista desajuste entre el alojamiento y la camisa durante el proceso de fricción. Es contenido en la capsula de aire del alojamiento y el piso del puente estabilizador.

Plato de la rótula y Alambión de acero:

La unión de ambos es fija, su relación Intrafigural/funcional es fuerte ya que sin el plato no habrá intercambio de información o movilidad relativa del apoyo. Su grosor es de 4mm, es el responsable de darle un curso a la superficie del componente de adaptación, la finalidad única es someter al textil a tracción y soportar el desentendimiento del peso corporal cuando se fusionan. De tal



Fuente Elaboración propia

Componente de Seguridad del Sistema

Figura 98 K8

Rosca de seguridad



Fuente. Elaboración Propia

Componente de Adaptación

Figura 99

K9 textil

complicidad depende función práctica del apoyo.

Cabezal o Rosca:

Evita que todo el sistema se afloje, se une al diámetro final del tornillo por roscado, mantiene la fijación del plato perimetral, que rota sobre el alojamiento, asegurando cada uno de los componentes que integran el Sub-sistema cinemático.

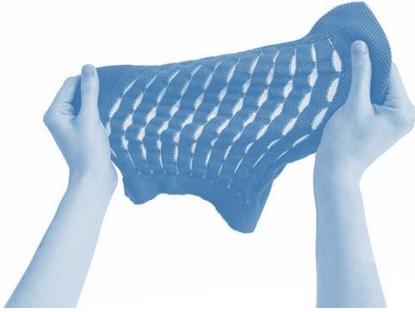
Textil

Es el encargado de acunar el pliegue axilar y copiar las ondulaciones intercostales, adhiere



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



a la dimensión del componente perimetral y se contrae significativamente al ser retirado, gracias a la disposición de los hilos y tipología del tejido (tejido en anilla).

Fuente: Adaptado de designyoutrust.com



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Análisis del factor humano

Figura 100

Factor humano



Fuente: Elaboración Propia

La relación que tienen las muletas axilares con respecto a su usuario se evidencian en su sistema telescópico de regulación de altura, sin embargo, las medidas del apoyo axilar no contemplan variantes, se mantienen en su clasificación (S, M L), es por ello para adaptar Ekilibra a un percentil 95, se analizan las medidas comerciales del ancho, largo y altura, como medida primaria. La importancia del análisis radica es adaptar la dimensión al mayor número de usuarios finales.

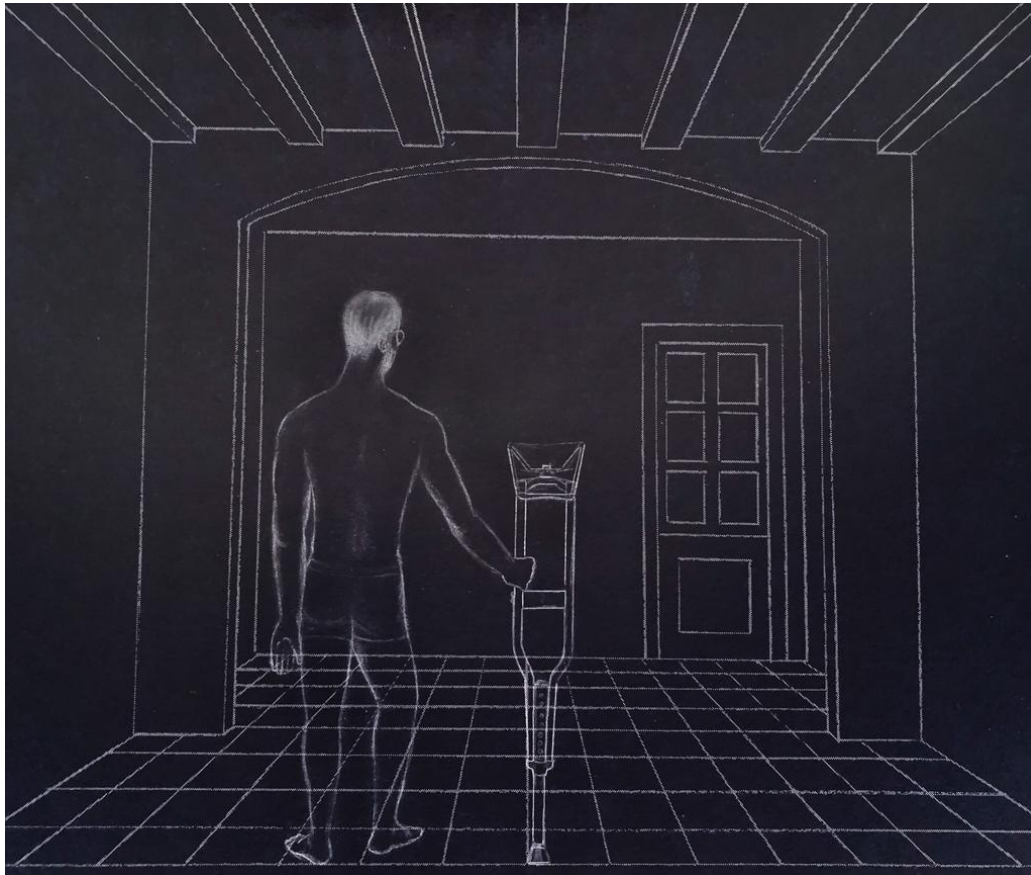
- Medidas de profundidad del tórax (Hombre – Mujer)

de 20 a 59 años

18.1 Relación con el Usuario

Figura 101

Sistema ergonómico



Fuente: *Elaboración Propia*

En el siguiente análisis describe el sistema ergonómico usuario – objeto- entorno, se analiza la importancia del usuario como parte del sistema, y del entorno como espacio donde se relacionan. Entendiendo que el ambiente influye en su funcionalidad, lo contiene y condiciona su comportamiento hasta fomentar su deterioro.

18.1.1 Interfaz Háptica(IH)

El artefacto es un conjunto de partes aisladas, quien conjuga sus interacciones; lo hará mediante sus habilidades manuales, convirtiéndose en parte del sistema (*Interfaz Cinestésica*). Sin embargo, es preciso aclarar que Ekilibra guarda relación con la *Interfaz de Estímulo Táctil* (Anexo 10); el dispositivo como actuador sobre el cuerpo estimula los mecanorreceptores cutáneos de piel (*Pared medial axilar- Cara interna del brazo*) transfiriendo señales como (*temperatura, vibración, presión, rugosidad*). (Velez, 2011 citado en Universidad EIA , 2016).

18.1.1.1 Interfaz Cinestésica

A interfaz cinestésica está relacionada con la implicación manual al unir los componentes del sistema, como consecuencia de: “cualquier objeto susceptible a ser movido [...] materiales que se manipulen, donde se requiere esfuerzo o colocarlos en su posición definitiva” (Manual de Ergonomía y Psicología Aplicada, 1997)

18.1.2 Interfaz de Estímulo Táctil

La razón de Ekilibra como artefacto es buscar la reducción los problemas que amenazan la integridad cutánea asociados al roce, como cualquier otro dispositivo adherido al cuerpo tendrá sus propias implicaciones sobre área; temperatura-vibración-presión o rugosidad, teniendo en cuenta que lo mejor para un total confort de la piel es el vacío, sin la influencia de elementos adheridos a esta. Para una mayor comprensión ingrese clave de acceso 5989 al archivo (Anexo 10).

18.1.3 Protocolo Antropométrico

18.1.3.1 Relación de Medidas

Figura 102

Profundidad del tórax percentil 95

Dimensiones	fem. 20 - 59 años (n= 785)					masc. 20 - 59 años (n= 1315)				
	χ	D.E.	Percentiles			χ	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95
1 Masa corporal (Kg)	59.8	9.43	46.7	59.1	76.9	69.8	10.40	53.7	69.1	87.8
2 Estatura (cm)	155.8	5.87	146.7	155.6	166.1	168.8	6.50	158.0	168.6	179.2
3 Alcance vertical máximo	195.2	8.14	182.4	194.8	209.4	213.2	8.89	198.3	213.1	227.8
4 Alcance vertical con asimiento	181.5	7.79	169.5	181.1	195.1	198.3	8.28	184.2	198.3	211.9
5 Altura de los ojos	145.3	5.71	136.5	145.1	155.2	158.0	6.38	147.4	157.9	168.2
9 Altura acromial	127.2	5.19	119.1	127.1	136.1	137.9	5.78	128.2	137.9	147.3
10 Altura cresta iliaca medial	92.5	4.54	85.6	92.3	100.4	100.6	4.87	92.5	100.7	108.5
12 Altura radial	98.1	4.16	91.4	97.8	105.2	106.4	4.64	98.7	106.5	114.3
13 Altura estiloidea	75.2	3.41	69.7	75.0	80.8	81.3	3.96	75.0	81.4	87.9
14 Altura dactilea dedo medio	59.3	2.94	54.6	59.3	64.0	63.5	3.47	57.8	63.6	69.2
25 Anchura del tórax	18.6	1.91	15.6	18.5	21.9	20.4	1.90	17.4	20.3	23.8
38 Alcance anterior brazo	65.8	3.18	61.0	65.6	71.5	71.4	3.30	66.3	71.4	76.9
58 Perímetro rodilla media	35.5	2.70	31.5	35.3	40.3	36.5	2.38	32.9	36.4	40.6
59 Perímetro pierna media	34.2	2.64	30.4	34.2	39.1	35.9	2.59	31.7	35.9	40.1
60 Perímetro supramaleolar	20.6	1.39	18.5	20.6	23.1	21.8	1.36	19.7	21.9	24.2

Fuente: Dimensiones Antropométricas de la Población Latinoamericana (México- Cuba, Colombia y Chile) - Nota: Algunas tablas antropométricas, referencian la medida como profundidad máxima del torax.

Dentro del proceso se contemplan el largo y ancho del apoyo de fábrica como medida base. Las opiniones del núcleo familiar al interactuar con los elementos elaborados influyeron en la toma de decisiones de la medida final (Tabla 11).

Tabla 22

Anchura de Tórax

Anchura o Profundidad del Tórax en Percentil 95

Medidas	Profundidad o anchura de tórax	Posición	Edades	Percentil
Mujer	21,9	De pie	20- 59 años	95
Hombre	23,8	De pie	20-59 años	95

Fuente: Elaboración propia

Nota: La información fue adaptada de las tablas de antropometría en la población laboral latinoamericana de hombre y mujeres de 20 a 59 años en Colombia.

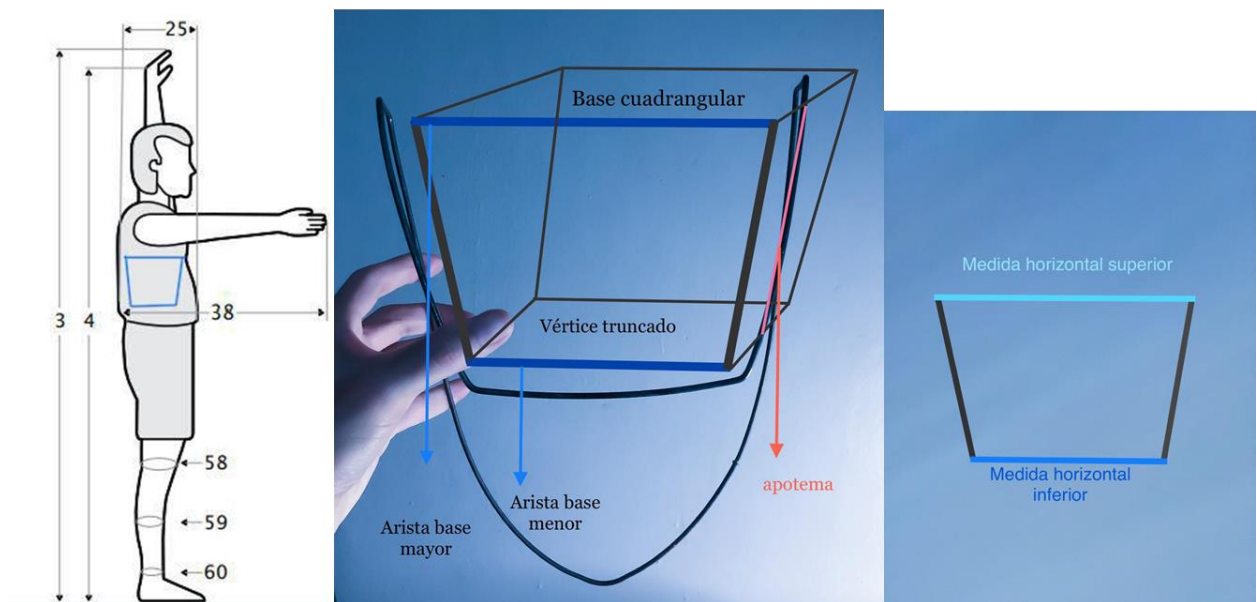
18.1.4 Definición de la medida

El componente perimetral de Ekilibra adopta un cuerpo geométrico, la medida de anchura que se contempla, representa el plano horizontal de la base cuadrangular. Las medidas se instauran dentro del rango de la medida a través de la experimentación, con recursos que se hallaron en casa ante la necesidad de un confinamiento como son manijetas de contenedores de agua, accesorios de bicicleta, ganchos de ropa.

Para hallar una medida que se adapte a la dimensión inter-costal y a un rango poblacional, se promedian las contempladas en la (Tabla 13). El resultado es la magnitud o referente proporcional de medida horizontal para ambos sexos, siendo esta de 23,15 de anchura base, contemplada en la experimentación.

Figura 103

Relación anatómica y la forma



Fuente: *Elaboración Propia* –

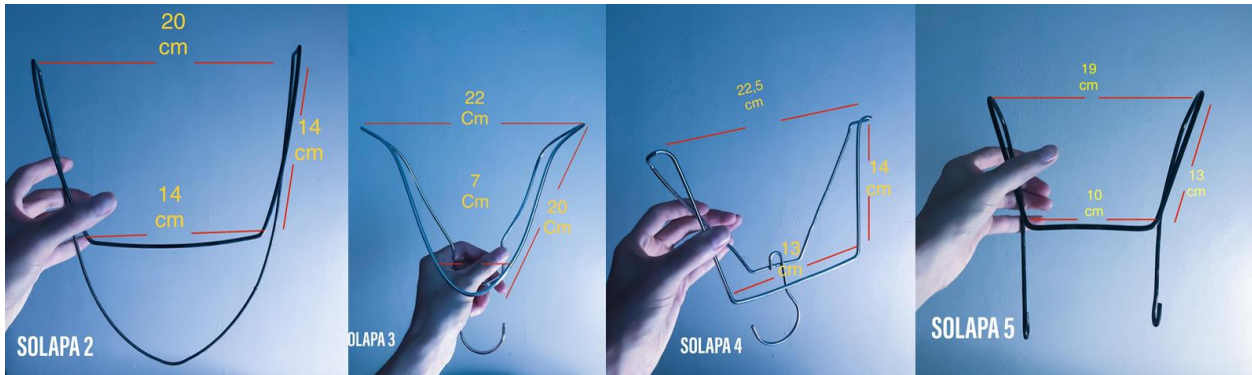
Nota: *La silueta es adaptada del libro Medidas Antropométricas de la Población latinoamericana.*

Tabla 23 Definición de medidas - área intercostal

Definición de medidas - Área intercostal

Figura 104

Medidas y alambres



Fuente: Elaboración Propia

Figura 105

Solapa



Fuente: Elaboración propia

Se designa el nombre de solapa a un perímetro dimensional dado por la forma del área a rehabilitar, con el fin de diferenciar el proceso de medición de la propuesta tridimensional.

Solapa 1

No se incluye dentro de las medidas presentadas puesto que fue el primer acercamiento que se concibió replicando las medidas del apoyo de fábrica a una estructura en alambre (Anexo 6)

Solapa 2:

La medida horizontal superior (20cm) se acercan al rango antropométrico y excede la medida del apoyo de fábrica.

Solapa 3

En este acercamiento se eleva el rango de medidas horizontales y verticales de la solapa, en las aristas laterales se suman (3cm) y (1

cm) en la horizontal superior, con el fin de elevar el curso de la curva y favoreciendo así, una mayor tracción del textil.

Solapa 4

Se retiran la elevaciones horizontales y sinuosidades de curva (solapa 3), por requerimientos de seguridad y ergonómicos, un curso de superficie tan pronunciado en su dimensión inferior, ocasionaba malestar en las ondulaciones inter costales.

Solapa 5

Figura 106

Definición de la medida /solapa 5



Es la dimensión más fiel a las contempladas en el apoyo de fábrica, guarda relación dimensional con la solapa 1 (rollones en resina y alambre - Anexo 6), excepto que cuenta con aristas verticales que acogen el área inter- costal, la medida horizontal inferior se reduce a 10 cm integrándose visualmente a la medida de la empuñadura, esta dimensión adquiere una curva en la medida inferior de la solapa, para mayor confort, es el primer acercamiento de la serie orientado un modelo de comprobación.

Fuente Propia

Conclusiones

- Ekilibra y sus medidas no son del azar, surgen de parámetros dimensionales establecidos en la tabla que se toma como referencia
- Las dimensiones quedan definidas teniendo en cuenta una medida base tanto en hombres como en mujeres de 22, 5 anchura máxima del tórax, definiendo una medida para el artefacto de 19cm en su medida horizontal superior -10 cm en su dimensión

inferior, manteniendo coherencia con la distancia de la empuñadura siendo la misma que conservan los tubos, se reducen las aristas verticales a 13cm. Se contemplan sin textil, entendiendo que el fenómeno de tracción ocasionara una reducción de la medida en el perímetro ya que es más propenso que un alambroñ acerado; el desentendimiento del peso propicia este fenómeno de tracción.

18.1.4.1 Descripción Interfaz Cinestésica

El siguiente análisis se apoya en soluciones mecánicas que describen la implicación manual al unir los componentes del sistema, como consecuencia de: “cualquier objeto susceptible a ser movido [...] materiales que se manipulen, donde se requiere esfuerzo o colocarlos en su posición definitiva” (Manual de Ergonomía y Psicología Aplicada, 1997)

Tabla 24

Esfuerzos de la mano

Movimientos de la mano en la secuencia operacional

Contención del fleje

Figura 107 *Movimientos de la mano*



Fuente propia

El operario luego de retirar el apoyo de fábrica se somete a las siguientes cargas:

- *Agarre circular o prehensión,*
- *Agarre tipo pinza pulgodigital (índice-pulgar)*
- *Presión digital por sometimiento del fleje al diámetro del tubo.*

Figura 108

Agarre transversal

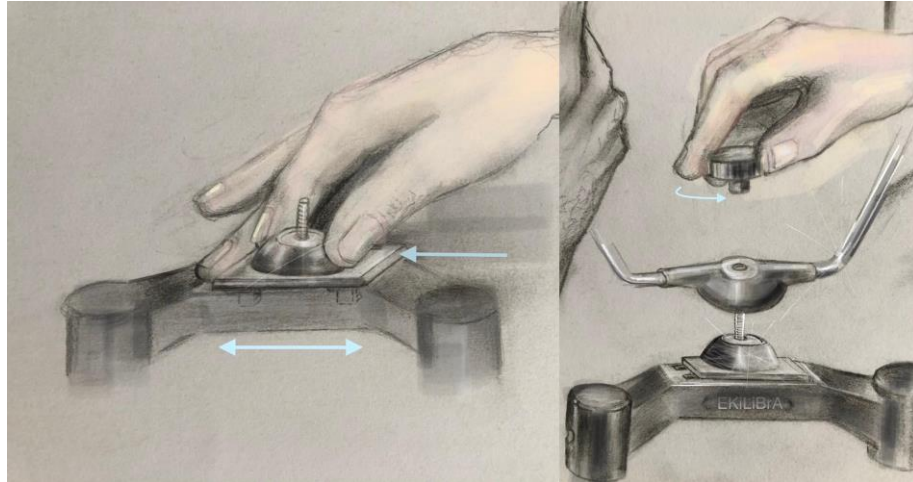


Fuente Propia

Cuando se verifica la sujeción del componente estabilizador el *agarre transversal* es frecuente, la mano sigue la horizontalidad del objeto (extensión de puño). A la inversa, al retirar el componente es necesario un movimiento de prensa (presionar y sujetar) obligando el botón del fleje a abandonar la perforación.

Figura 109

Compresión digital



Fuente Propia

Durante la sujeción del subsistema rótula se presentan cargas de:

- Agarre tipo pinza (índice y pulgar), al sostener el alojamiento
- Compresión digital al empujar el alojamiento en dirección de cuña
- Giro y desviación en flexión de puño al girar la rosca

Figura 110

Manipulación del textil



Fuente propia

Durante el recorrido del textil se presentan cargas manuales tales como:

- Agarre tipo pinza
- Supinación y flexión
- Desviación radial
- Flexión y- aducción del pulgar

Posibles lesiones en la manipulación de sus componentes

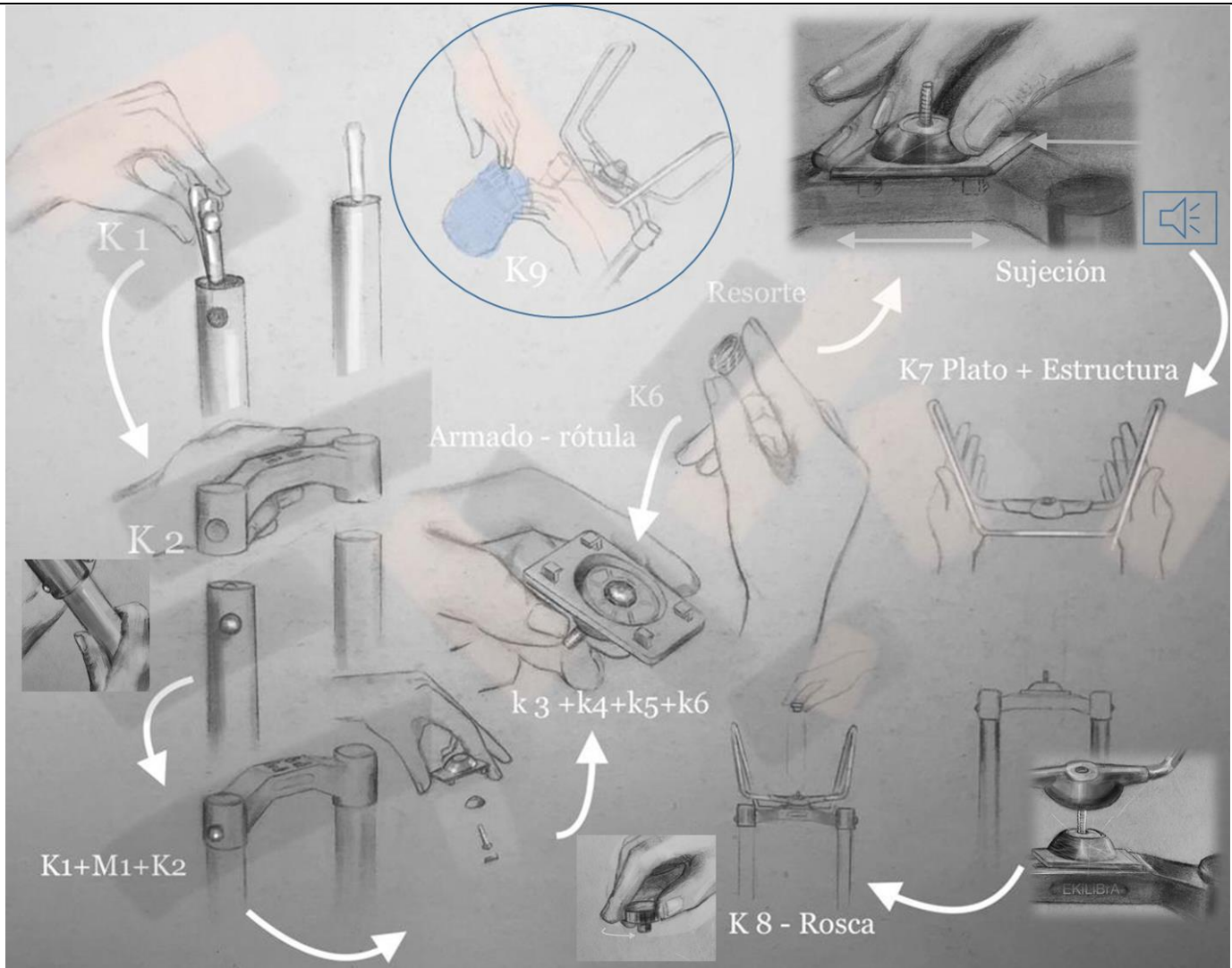
El mayor riesgo de accidentes es la manipulación de herramientas mecánicas al retirar el apoyo de fábrica. Por tanto, Ekilibra ofrece el servicio de desmonte y acople, si no se cuenta con el mínimo de pericia en el manejo de herramientas (Anexo 14).

- El fleje posee filo, aunque el alcance por lesión es mínimo, es importante el cuidado en el momento de su retracción, ya que puede surgir desfases involuntarios
- En general no es aconsejable que ninguno de los componentes sea sujetado por dientes o labios para evitar cualquier riesgo de lesiones.

Secuencia de uso

Figura 111

Secuencia de uso




Elaboración Propia

18.1.5 Manual de Usuario

Figura 112

Manual del Producto



Ekilibra

MANUAL DE USUARIO

EKILIBRA

Una mejor experiencia en el uso de muletas axilares

Punto autorizado de instalación: Dirección Calle 4
N.6-24 Guamal - Magdalena Col

Tel: 3178876547

Línea de atención: 0180003178876547

www.ekilibra.com

Fuente: Elaboración Propia



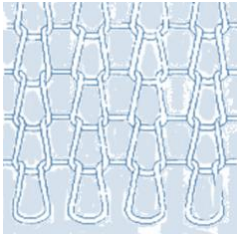
Los detalles de instalación del dispositivo se presentan en el manual del usuario con el fin de favorecer su instalación desde la comodidad del hogar del comprador, ver (Anexo 14)

Factor Producción

A continuación, se presentan procesos de obtención, características y tratamientos necesarios a en la fabricación por cada componente. Los procesos industriales en el sistema se dividen en 3, la (Tabla 16) muestra cada componente con su respectivo proceso de obtención.

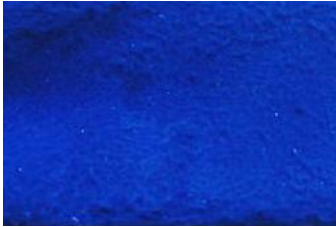
19.1 Individualización de Procesos Productivos

Tabla 25 Individualización de Procesos

NOMBRE DEL PRODUCTO	Ekilibra	EMPRESA Ekilibra S.A	
COMPONENTES	INSUMOS	TRASFORMACIÓN	REESULTADOS
COMPONENTE K9	Material	Tratamiento	Apariencia
<ul style="list-style-type: none"> • Tejido en Maya o Anilla <p>Figura 113 Tejido del modelo</p> 	<p>Fibra Natural Algodón +</p> <p>Fibra sintética Fibras de poliéster siliconadas</p> <p>Huecas + Elastano</p> <p>Características</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevada elasticidad • Resistencia al desgarro • Facilidad de coloración 	<p>Proceso de Coloración:</p> <p>Figura 114 Icono coltejer</p>  <p><i>Fuente: Reproducida de Coltejer</i></p> <p>Según el proveedor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Agotamiento (Inmersión) 	<p>Forma del tejido</p> <p>Figura 116 Tipología del tejido</p>  <p><i>Fuente: Reproducida de malla-raschel.net/</i></p>

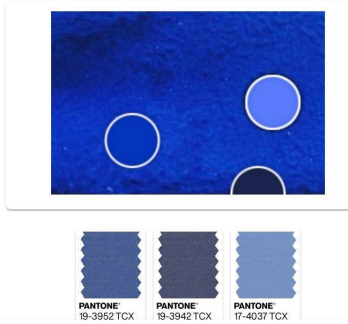
COLOR

Figura 118 Color azul



Fuente: Elaboración Propia

Figura 119 Selección digital del color



Fuente: Reproducida de

Pantone Connect

Combinación de color en textil natural y sintético:

- Pantone Sodalite Blue
- Pantone Ultramarine
- Surf the Web

Porcentaje:

Un porcentaje por encima del 10% de elastano inhibe la transpiración, y compromete la recuperación de la forma.

- Fulardado o impregnación

Interacción de los hilos

Figura 115 Hilo en cono



Fuente: Reproducida de Coltejer

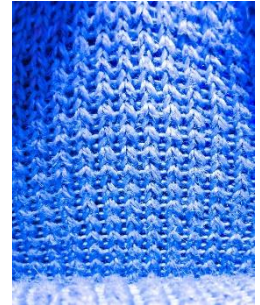
Máquina de tejido

- Tejedora Circular
- Tejedora Plana

Unifica cantidad total de hilos en trama

Unifica cantidad total de hilos en urdimbre

Figura 117 Tejido en fibra natural



Fuente: Elaboración Propia

Lo ideal para que el componente K9 estire es concebirlo como tejido de punto en anilla o maya. En combinaciones no superiores a un 10% de elastano.

DETALLES DEL PROCESO TEXTIL

Elaborados textiles: Hay tres grupos de materias, naturales, artificiales, y sintéticas todas muy apreciables en la industria textil, en la actualidad se integran o mezclan con el propósito de alcanzar mejores propiedades.

TEXTURA

El resultado del tratamiento

Figura 120 Representación de urdimbre y trama

es una Alta tensión superficial



- **Rugosa**
(Perceptivamente Insinúa la necesidad de palpación).

Fuente: Coltejer

La estructura mínima para poder ligarse unas y otras (trama -urdimbre) es mediante la obtención de un hilo, (torsión de fibras); industrialmente se utiliza una CNC de punto.


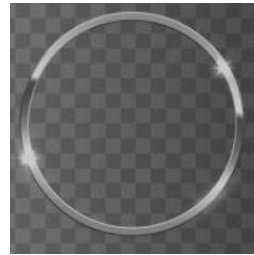
“En ella se pueden mezclar hasta 3 series de hilos en un mismo telar” (Irene Fariña, 2020).


FICHA TÉCNICA TEXTIL

Nota: Ficha técnica del Poliéster (Anexo 11).

La complicencia de fibras sintéticas en forma de maya o anilla (tejido de punto) es primordial para el componente K9, puesto que esta estructura permitirá que el tejido estire. No se descarta el uso de nano fibras (HCS Fibras de poliéster Siliconadas) en la fabricación, puesto que “son huecas y poseen una mayor capacidad de absorción ante la transpiración” (Irene Fariña, 2020). Una determinante ante la necesidad de mantener el seco el apoyo en un área con elevada transpiración como la axila.

Fuente: procolombia.com

COMPONENTE K8	MATERIAL	TRATAMIENTO	APARIENCIA
<p>Figura 121 Alambrón acerado 7.5''</p>  <p>COLOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • Argén (natural) 	<p>Acero Inoxidable</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevada resistencia mecánica • Elevada Resistencia a la corrosión • Puede moldearse 	<p>Mecanizado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espigado • Corte • Doblado • Tratamiento superficial preventivo 	<p>Electropulido</p> <p>Figura 122 Apariencia del metal tratado</p>  <p><i>Fuente: istockphoto.com</i></p> <p>Figura 1. Doblado</p>

<p>TEXTURA</p> <hr/> <p>Baja tensión Superficial</p> <ul style="list-style-type: none"> (Textura lisa - brillante) 	<ul style="list-style-type: none"> Puede reciclarse Memoria mecánica 	<p>capa de protección en óxido de cromo</p> <p>El Electropulido</p> <p>Es el más usado en la industria sanitaria, puesto que evita micro porosidades que favorecen la acumulación de microorganismos</p>	<p>Figura 123 Doblado</p>  <p><i>Fuente: gestióndecompras.com</i></p>
<p>FICHA TECNICA ACERO</p>			
<p>Nota: Ficha Técnica- Acero (Anexo 11)</p> <p>Fuente: reproducida de empresascarbone.com</p>			

DETALLES DE ELABORACIÓN DEL ACERO

Proceso Siderúrgico

El mineral o hierro (oxígeno, azufre, silicio y fósforo) es deshidratado hasta alcanzar su pulverización, a través de un contenedor (Contenedor Bessemer) el mineral se funde, mediante inyección de aire a presión elevando la temperatura y convirtiendo la composición en líquido, la piedra caliza se descompone térmicamente liberando el óxido de calcio, este libera oxígeno lo que permite que las impurezas floten sobre la mezcla facilitando su eliminación (Metalurgia del Hierro, 2021).

Aceración: Es la aleación del hierro y otros metales, contiene 0.04 a 1.04 % de carbono además de diversas cantidades de otros elementos con lo que se logra una mayor resistencia. El hierro en polvo y el aditivo se funden a temperaturas muy altas dándole la forma y grosor mediante el proceso de colada continua* así se obtiene el acero de alta calidad (Metalurgia del Hierro, 2021).

COMPONENTES	MATERIAL	TRATAMIENTO	APARIENCIA
-------------	----------	-------------	------------

K2-K3-K4-K7-K8

- | | | |
|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Puente estabilizador • Sistema rótula (camisa y alojamiento) • Cabezal de ajuste • Plato de rotación y fijación perimetral | <p>Plástico base: Poliamida (PA12) + 30% Carbono</p> <p>El nylon de sus propiedades se obtiene</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peso - fuerza maximizada • Resistencia al choque • Resistencia a la fatiga • Su elasticidad eleva la absorción de vibraciones. | <p>Sintetizado Laser Selectivo (SLS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Piezas con elevada complejidad geométrica • Reciclado por tamizado del material sobrante • No requiere molde • Impresión sin supervisión humana |
|---|---|--|

Figura 125 Apariencia del sinterizado



Fuente: Reproducida de ideosprint.com

Figura 124 Conjunto de componentes a sinterizar



Fuente: Elaboración Propia

COLOR

NEGRO

TEXTURA

DETALLES DEL PROCESO DE SINTERIZACIÓN SLS

El resultado del tratamiento es una tensión superficial media

Sinterizado Láser selectivo (SLC) es tecnología de fabricación aditiva se caracteriza por depositar capa por capa las partículas del material mediante un láser de alta intensidad, el

FICHA TECNICA

material utilizado es plástico en polvo + aditivos. El enlace entre partículas es fuerte (Engineering, 2021).

POLIAMIDA

Nota: Ficha Técnica-
Poliamida (Anexo 11)

- **Ventajas:** Comparado con otras tecnologías laser, (FDM y SLA), SLS no requiere soportes, trabaja simplemente con material en polvo
- No hay desperdicios de material pues puede reciclarse a través de tamización (Printalot, 2019)
- **Ventajas para Equilibra:** Durante el proceso no se requieren de elevados protocolos de seguridad, ni de supervisión constante, luego de brindar las coordenadas mediante una interfaz computarizada, la máquina es automática lo que favorece a pequeñas empresas que buscan una producción flexible y progresiva

COMPONENTES k1- k5 -

MATERIAL

TRATAMIENTO

APARIENCIA

k6

- Muelle Pulsador o fleje sencillo - 8mm de diámetro del botón
- Tornillo de cabeza hexagonal
- Resorte amortiguador interno

- Acero
- Aluminio
- Aleaciones

- **Aleaciones químicas**

Figura 129 Apariencia del metal



Fuente: Reproducida de
istockphoto.com

Figura 126 *Componente metálico*



Fuentes: Reproducida de gestión de compras.com

Figura 127 *Tornillo hexagonal*



Fuentes: Adaptado de gestión de compras.com

Figura 128 *Resorte terminación interna*



Fuente: Reproducida de gestiondecompras.com

COLOR

- Argén
- Alta reflectividad

TEXTURA

El resultado del tratamiento en los metales exceptuando el vástago del tornillo, es una tensión superficial baja (Textura lisa -brillante)

FICHA TÉCNICA

ALUMINIO

Ficha Técnica De Aluminio

Y Acero

Fuente: Corporación

Limatambo

Nota: Fichas técnicas

(Anexo 11)

DETALLE EL PROCESO EN LOS COMPONENTES

Fleje de Botón:

La resistencia del aluminio depende de las aleaciones con las que se fabrican los componentes, el componente (K 1 - flejes de botón) tiene una alta resistividad a la corrosión puesto que son tratados con capas delegadas de óxido de aluminio en su superficie adquiriendo características similares a las del acero inoxidable (Fabricando,2021),

Elaboración del tornillo

La fabricación de tornillos es mediante la transformación del acero en rollos, este es troquelado bajo presión, con la ayuda de 6 bobinas, se sujeta el rollo de cable siendo empujado hacia el troquel, que mediante el choque de hasta 80 Ton moldea y estampa la cabeza del tornillo. Un segundo troquel comprime el cuerpo dando forma y estampando el patrón de roscado.

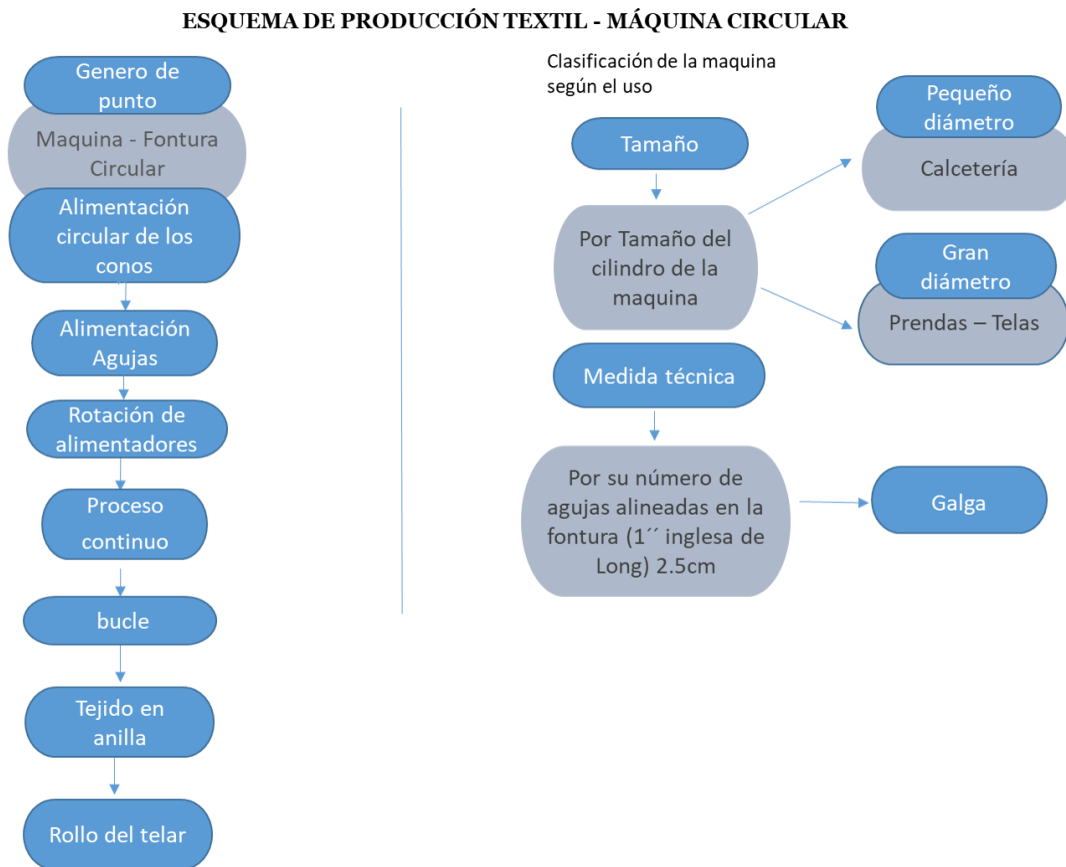
Procesos Industriales de Acuerdo al Material

20.1 Esquema de producción del tejido circular

En el análisis anterior (Tabla 16) se resalta la importancia del genero del tejido de punto, describiendo la importancia de la tipología en anilla o maya en la elaboración del componente K9, a continuación, su proceso de fabricación industrial es sobre máquina de fontura circular.

Figura 130

Elaboración de tejidos en maquina circular



Fuente: Elaboración propia

20.1.1 Esquema de Producción Fibra de Poliéster

En el análisis previo (Tabla 16) se resalta la importancia de las fibras sintéticas en especial las fibras de poliéster siliconadas huecas, perteneciente a la tipología de *nano fibras*, estas fibras tienen prestaciones técnicas que favorecen la transpiración, al ser huecas pueden absorber la humedad sin bloquear la transpiración del área axilar a continuación, el proceso de producción para su obtención básica.

Figura 131

Producción de fibra de poliéster



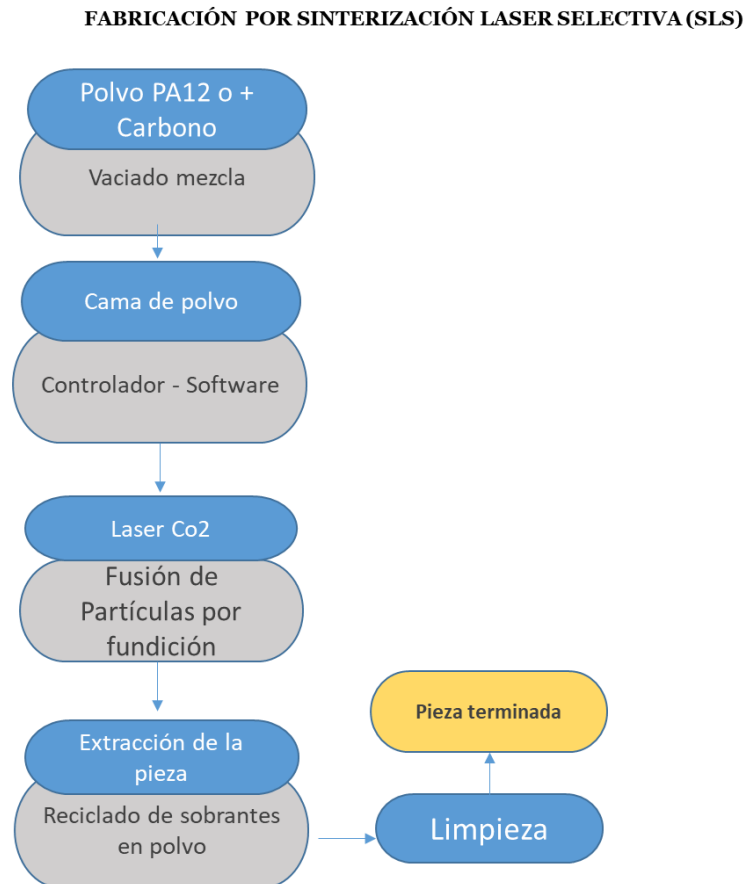
Fuente: *Elaboración Propia*

Nota: *Descripción del proceso sin adiciones elásticas*

20.2 Esquema de producción por Sinterización Laser

Figura 132

Esquema de producción por Sinterización laser



Fuente: *Elaboración propia*

20.2.1 Mezcla de Poliamida PA12 y Carbono

La combinación de ambos materiales otorga una elevada resistencia al impacto y a la rotura, características asociadas a la fatiga, en ocasiones el peso corporal descende sobre el artefacto y la estructura perimetral somete el material. La mezcla se comercializa en polvo y por

lo general es provista por el fabricante encargado de la elaboración del lote (outsourcing), de acuerdo a las especificaciones del cliente.

Figura 133

Acabados por sinterizado SLS



Fuente: Reproducida de materialise.com/es

Ekilibra requiere un acabado de detalle, puesto que sus interacciones están sujetas a precisión, como lo es la sujeción a 4 garras de la rótula y el puente estabilizador y su correspondencia con la muleta (M 1), además de la fricción de la camisa contra el alojamiento. Los procesos de fabricación aditiva aumentan el nivel de detalle y reducen la intervención humana, lo voluminosos y lentos que suelen ser los procesos industriales no permiten una cercanía del diseñador con el fabricante. La impresión 3D es una de las tecnologías más precisas acercándose a la nanotecnología, “el mundo de la medicina es el principal usuario de esta tecnología sobre todo en productos médicos invasivos que requieren de precisión como los implantes dentarios y correctivos” (Vodafone Empresas, 2020).

20.3 Esquema de Producción de Barras de Acero

En el análisis de la (Tabla 16) se explica la importancia de la etapa siderúrgica en la obtención del hierro, en el siguiente esquema se explica la fabricación del alambroón.

Figura 134

Producción de alambre acerado



Fuente: Elaboración Propia - Información adaptada de www.sidenal.com.co

20.4 Esquema de Producción de la Razón Social Ekilibra

Figura 135

Esquema de producción de Ekilibra



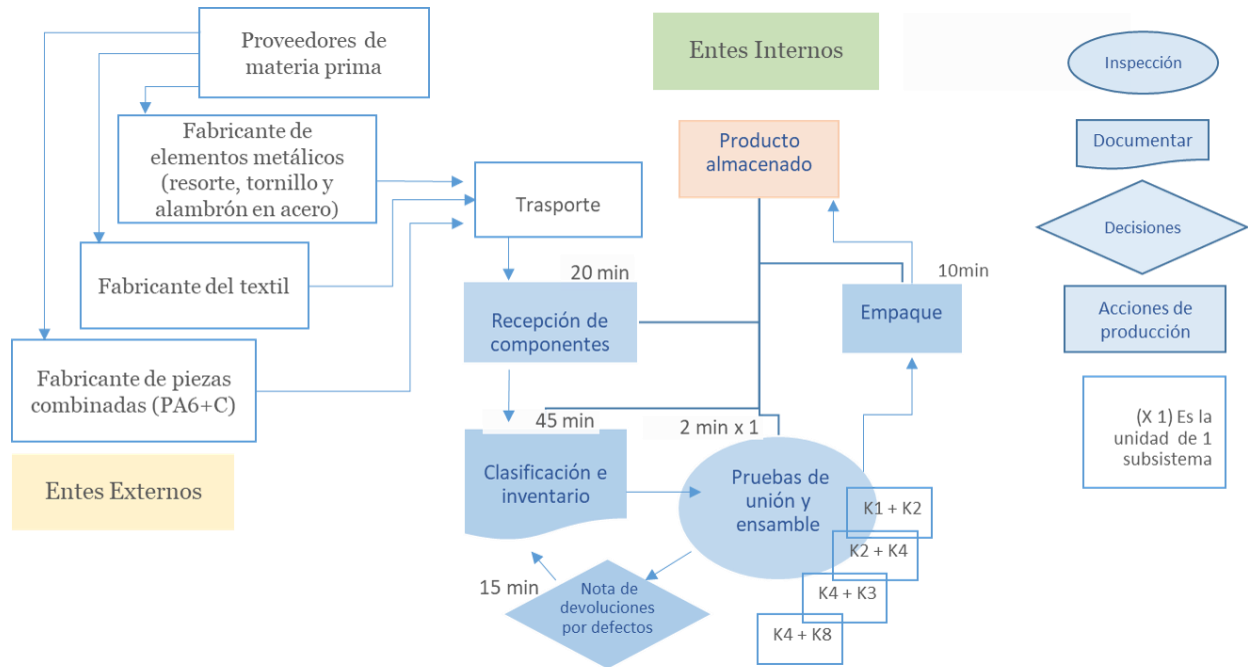
Fuente: Elaboración Propia

20.5 Control de Calidad Ekilibra

Ekilibra como emprendimiento y empresa en crecimiento dentro del sector competitivo le resulta útil la búsqueda de entes externos (outsourcing) para elaboración de la mayoría de los componentes que integran el producto, las actividades de la razón social se reducen a controles de calidad de los componentes entregados y la costura del componente K9. Es importante aclarar que equilibra recurre a outsourcing en su fabricación como recurso a mediano plazo y mediante ganancias ir ampliando planta física y adquisición de maquinaria propia a largo plazo, fortaleciendo su visión corporativo. El proceso de control se hará de la siguiente manera

Figura 136

Esquema del control interno Ekilibra



Fuente: *Elaboración Propia*

20.5.1 Producción por lotes

El método productivo será por lotes, delimitando la producción a un número determinado de productos en total 100 productos, el número de componentes será exacto al contemplado por cada unidad de producto, siendo en su totalidad 9 componentes, los cuales deben ser sometidos a controles rigurosos de calidad, en los que podrían apreciarse fallas o imperfectos que afecten la sincronía y buen funcionamiento del sistema. La novedad o incompatibilidad de componentes debe notificarse por el departamento de control de calidad. A continuación, se describen la labor del operario para determinar la novedad de un mal ensamble, este procedimiento debe contemplarse a todo el sistema (K1 -K 9) a continuación se analizan los que integran el subsistema rótula.



Tabla 26

Control de calidad componentes sinterizados

SUBSISTEMA RÓTULA	PRUEBAS DE VERIFICACIÓN	Fecha	Día	Mes	Año
			02	05	20
Devolución del componente (k)	Firma y sello del departamento		Lote	1	
K	1 2 3 4 5 6 7 8 9	Registre la novedad en la casilla correspondiente			



SC

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
 Pamplona - Norte de Santander - Colombia
 Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

A manera de ejemplo:

Figura 137 Verificación camisa y alojamiento



Fuente propia

Hay adherencias de material participado dentro k4, es necesario pulir para evitar incompatibilidades y deterioro en k3.

Figura 138 Verificación ajuste del tornillo



Fuente propia

La dimensión e ingreso del tornillo es adecuada

*Verificación de rotación de
camisa, alojamiento y
tornillo*

Figura 139 Verificación de la rotación



Fuente propia

Figura 140 Verificación de la sujeción a 4 garras

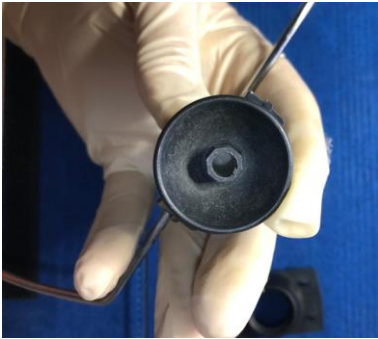


Fuente Propia

El alojamiento se desliza sin problemas sobre la superficie en

K 2

Figura 141 Verificación del plato y estructura perimetral



Fuente Propia

El plato no presenta adherencias o micro partículas que pongan en riesgo la rotación del sistema

Figura 142 Verificación de la rosca y el tornillo



Fuente Propia

El sistema de roscado se adhiere al tornillo sin presentar desfase

Así se concluye con el proceso de verificación de cada una de los componentes que integran el producto, es necesario aclarar que son procesos necesarios puesto que es poco el control que se tiene sobre los proveedores y pueden presentarse errores, lo que se quiere al implementar tales controles es que sean detectados antes de llegar al cliente final ya que de presentarse, generaría desconfianza hacia la marca.

Análisis de Mercado

21.1 Mercado del Producto

Es fundamental conocer cuál es el mercado del proyecto, de su identificación se deducirán aspectos en la viabilidad.

Figura 143

Ciclo de identificación del mercado

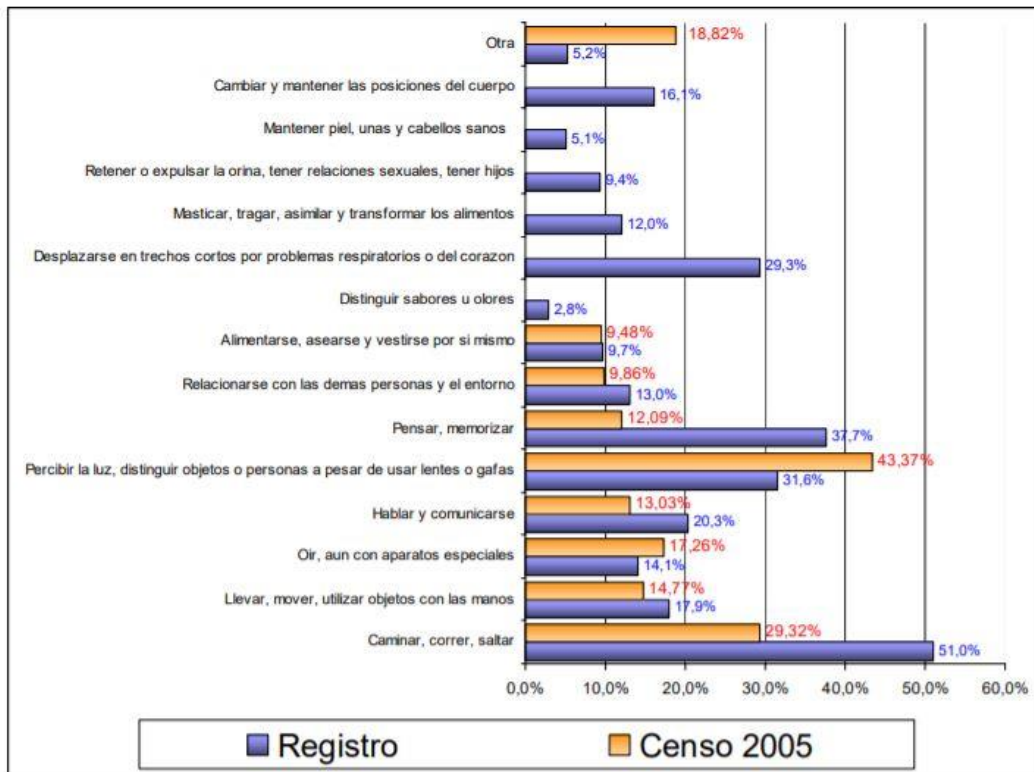


Fuente: Elaboración propia

21.2 Límites del mercado

Figura 144

Cifras de discapacidad según censo del DANE



Fuente: DANE.

Fuente: Departamento Administrativo Nacional (DANE)

21.3 Segmentación de la población en situación diversidad funcional

De acuerdo al registro de localización y caracterización del DANE, para el año 2002 se registra un total de 1.342.222 colombianos que presentan algún tipo de diversidad funcional. El 51 % presentan limitaciones en moverse, caminar o correr (Sala situacional DANE, 2021, p.9).

21.3.1 Segmento de Mercado

De acuerdo a lo anterior no se puede pronosticar, quienes dentro de esa cifra; requieren el uso de muletas. Por tanto, se toma un referente poblacional en quienes se ven afectados comúnmente en sus piernas y tienen tipologías de lesiones similares a causa de un mismo incidente.



Ekilibra está orientado a un segmento de mercado específico, con un grado de lesión en una de sus piernas, por tanto, el porcentaje objetivo se tomará de los afectados por minas antipersonal, cifra que corresponde a 172.503 (INSMANG,2020). Eso corresponde a un número estimado de 26.844.440 clientes potenciales que pueden requerir del producto.

21.3.2 Público objetivo

Personas entre 20 a 65 años en situación de diversidad funcional en sus piernas que requiere el uso continuo de muletas axilares

21.3.3 Perfil demográfico

Sexo: Masculino y Femenino

Edad: 20 – 59 Años

Nivel de Educación: Básica secundaria

Residencia: Colombia

Clase social: Nivel de estrato 3

21.3.4 Perfil psicográfico:

Hombres y mujeres que se presentan inconformidad ante padecimientos cutáneos asociados al uso de muletas y buscan una alternativa comercial.

El nivel educativo se estipula con la única finalidad de que quien adquiere el producto está familiarizado con comprensión de lectura, de tal manera que no represente un desafío leer el manual y entender el lenguaje de armado y cuidado del producto

21.4 Nicho de mercado

Dispositivo médico de uso personal orientado a la salud y bienestar de la piel axilar en quienes padecen alguna alteración cutánea relacionada con la dinámica de las muletas.



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

21.4.1 Oportunidad de negocio

Ekilibra se presenta como una oportunidad de negocio enfocada a la generación de valor agregado, surge de insatisfacciones, atendiendo una necesidad puntual como un producto de especialidad. Es una apuesta osada debido a que “los consumidores tienen acceso a diferentes ofertas gracias a la incursión de la tecnología y a los medios de comunicación, que cada vez están más cerca de las personas” (Rueda, 2013, p. 32).

Por su parte la OMS Afirma que:

“el mercado de dispositivos médicos es uno de los que presenta mayor crecimiento a nivel mundial, con gran dinamismo en sus operaciones. Esto debido a que se reconoce como una industria de primera categoría para la salud y el sostenimiento de las personas (OMS citado en Rueda, 2013, p. 33).

21.5 Propuesta de valor

Ekilibra es un bien de consumo especializado. Promueve el bienestar y salud de la piel en personas que sufren los efectos colaterales propios de la dinámica continua en el uso de muletas, reduce los efectos del apoyo convencional debido a la integración de materiales con propiedades elásticas que brindan una mejor adaptabilidad al pliegue axilar.

21.6 Marca

21.6.1 Branding

- Significado del Nombre

Su *nombre es el* resultado de la investigación inicial; dos campos en la medina, la biomecánica y la dermatología, es ahí donde resulta su elección (equilibrio humano) y (equilibrio de la piel), su pronunciación adopta un estereotipo femenino, ante el deseo de mejorar las circunstancias que afronta un paciente perteneciente a este género

- **Tipografía**



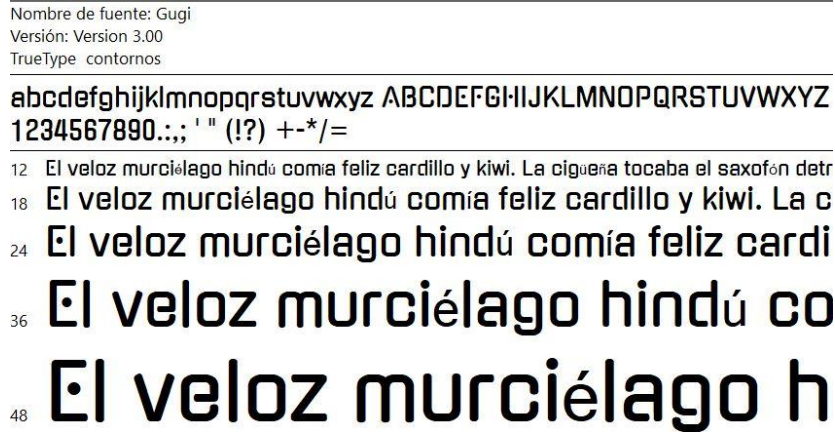
SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Figura 145
Tipografía



Fuente: Elaboración Propia

La tipografía de la marca es Gugi versión 3.0, se le da movimiento para expresar el comportamiento y relación del artefacto con el desplazamiento.

- **Composición del Logo**

Se apropia la forma del contorno de la solapa en 3 planos seriados, enmarcando la tipografía con variaciones de posición otorgando movimiento al logo.

Figura 146
Colores del logo



Fuente: *Elaboración Propia*

- **Empaque**

Ekilibra se proyecta como producto de exportación, adaptar el modelo de negocio a condiciones actuales de estiba universal o (isopallet), por tanto, se adoptan las siguientes medidas para su distribución. La caja para estiba seria de 60 x 60 x 50.

Figura 147

Empaque del producto



Elaboración Propia

21.6.2 Apreciación de Clientes Potenciales

El Departamento de Acción contra Minas en su sistema de gestión e información contra minas INSMANG afirma que: Desde 1990 al 31 de mayo del 2014 existe una cifra de 29.026 eventos por minas, eventos en los que se ven afectados tanto civiles como miembros de las fuerzas militares, un 20% corresponde a este último colectivo evidenciando una taza porcentual del 67%(INSMANG,2020).

Su movilidad se ve reducida debido a procedimientos quirúrgicos radicales para salvaguardar su vida como *amputaciones*, donde los recursos de dispositivos médicos para la organización son prioritarios, que, sin ser el único grupo interesado en adquirir el producto, se convierten en clientes potenciales debido a su situación de diversidad funcional y el compromiso de la institución en proveer los recursos en su rehabilitación.

21.6.3 Apreciación de la Competencia

En Colombia se encuentran empresas dedicadas a la comercialización y distribución de dispositivos médicos como son:

21.6.3.1 Marcas Nacionales

Figura 148

Marca nacional 1



Fuente. LH S.A.S Líneas hospitalarias

Proveedor de servicios Bucaramanga – Colombia

Se caracteriza en ofrecer servicios de Ortesis, prótesis y calzado ortopédico, línea ortopédica blanda, distribución de línea de silicona maxilofacial y reemplazos articulares (cadera, rodilla). Y cuenta con asesoramiento de clientes mediante contratación interna.

Figura 149

Marca nacional 2



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Fuente: catalogodesalud.com

Son importadores y comercializadores de equipos para la rehabilitación (fisioterapia, y medicina deportiva), brindan asesoría en la selección de equipos kinésicos, además de ofrecer apoyo a fabricantes que buscan alianzas estratégicas.

Figura 150

Marca nacional 3



Fuete: Reproducida de Rueda, (2013)

Se caracteriza por comercializar y exportar equipos de fisioterapia, dentro de su catálogo figuran productos como: mesa de bipedestación, caminadores, sillas de rueda, muletas. Rueda de hombro.

21.6.4 Canales de Distribución Reconocidos

Figura 151

Distribuidor nacional 1



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Fuente: Reproducida de tiendas médicas especializadas

Bogotá- Medellín - Cali - Colombia

Incluye venta de productos ortopédicos con varias sedes en la capital colombiana.

Figura 152

Distribuidor nacional 2



Fuente: Reproducida de www.locatel.com

Locatel

Farmacias especializadas, incluyen en su portafolio línea de productos ortopédicos y cosméticos.

21.6.4.1 Marcas Internacionales

Las siguientes empresas comercializan productos con elevado índice de tecnología convirtiéndose en competencia directa a nivel internacional ya que presentan un diseño ergonómico pensado para el área axilar (Anexo 4).

Figura 153

Producto extranjero 1



SC

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Fuente: Reproducida de Mobilegs

Nota: Diseñadores Jeff Weber – Bill Stumpf

Minneapolis – EEUU

Los productos de *Mobilegs* se pueden adquirir a través de plataformas de compra digitales como Amazon y desde la página oficial de la marca, personalidades como Angelina Jolie han adquirido éste producto. El diseño presenta aireación en el apoyo y movimientos ascendentes y descendentes para adaptarse al choque con el suelo.

Figura 154

Producto extranjero 2



Fuente: Reproducida de www.ergoactive.com

Nota: Ergoactives, Ergobaum -Dr. Bernard Birnbaum – Venezuela

Ergoactives guarda similitud con las muletas clásicas, pero presenta un sistema avanzado en amortiguación y reguladores de descenso, tanto en la axila como en la estructura tubular. Se pueden adquirir desde la página de internet de la compañía y a través de plataformas electrónicas.

Figura 155

Producto extranjero 3

Figura 2. Producto extranjero 3





Fuente: Fuente: www.ifworlddesignguide.com

Lifelong Crutches Yoon Beomsik, Mok Eunsil, Soonho Jung, Kim Bomi - Korea.

Lifelong Crutches fue desarrollada por estudiantes de la Universidad de Korea, Kyung ki do, muestran un diseño futurista donde se posiciona el área de la axila en la concavidad del apoyo, aminorando posibles contusiones a nivel del pliegue axilar con recubrimiento inteligente.

21.7 Demanda Nacional

Colombia como fabricante de dispositivos médicos, sobre todo dispositivos para rahabilitación en la marcha es limitado “Colombia que trabaja en el mercado de dispositivo biomédicos ha tenido que buscar la externalización en el diseño de sus productos”(Visiongain, citado por Rueda, 2013,p.33).

Y reafirma que: “es de resaltar que el mercado para fabricantes es el segmento más grande en el out-sourcing de dispositivos médicos” lo que se convierte en una fortaleza por explotar.

21.7.1 Adaptación de nuevas tecnologías

Ekilibra incursiona en mercado como nuevo producto gracias a la integración de fibras textiles inteligentes en un apoyo axilar, el máximo componente de innovación al que le apuesta la marca es el componente K9, integrando las cualidades de los textiles técnicos, por ejemplo, las apropiación de microfibras siliconadas huecas, se adaptan al cuerpo, con la propiedad de controlar la transpiración, encapsulando la humedad en su interior, generalmente son una combinación de poliéster y poliamida con un diámetro mucho más fino que el de un cabello humano, es habitual su uso en ropa deportiva (Fariña,2020) además brinda comodidad y apropiada oxigenación a la piel.

Las tecnologías 4D proporcionan nuevas rutas en la elaboración de materiales que respondan a estímulos externos, canalizando los esfuerzos de la innovación a la fabricación laser



SC



“Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

en 4D, también denominada la cuarta era en la revolución industrial (Iberdrola, 2021) la fabricación de materiales programados es cada vez es más fuerte. Sin embargo, uno de los retos primordiales para Ekilibra es ser parte del gremio nacional de fabricantes y dar a conocer su producto, puesto que la motivación hacia mercados extranjeros es una constante dentro del comportamiento consumo, es una realidad que sólo puede desvanecerse incursando en la implementación de nuevas tecnologías como estrategias para rebatir esta realidad.

21.8 Canal de Distribución

- Puntos de venta propio
- Tiendas Médicas Especializadas (Locatel – TME- Suplemédicos Diverquin)

El servicio en punto de venta Ekilibra es personalizado, la instalación solo se lleva a cabo por el personal entrenado y calificado de la empresa (Anexo 14).

Análisis de Factor Gestión

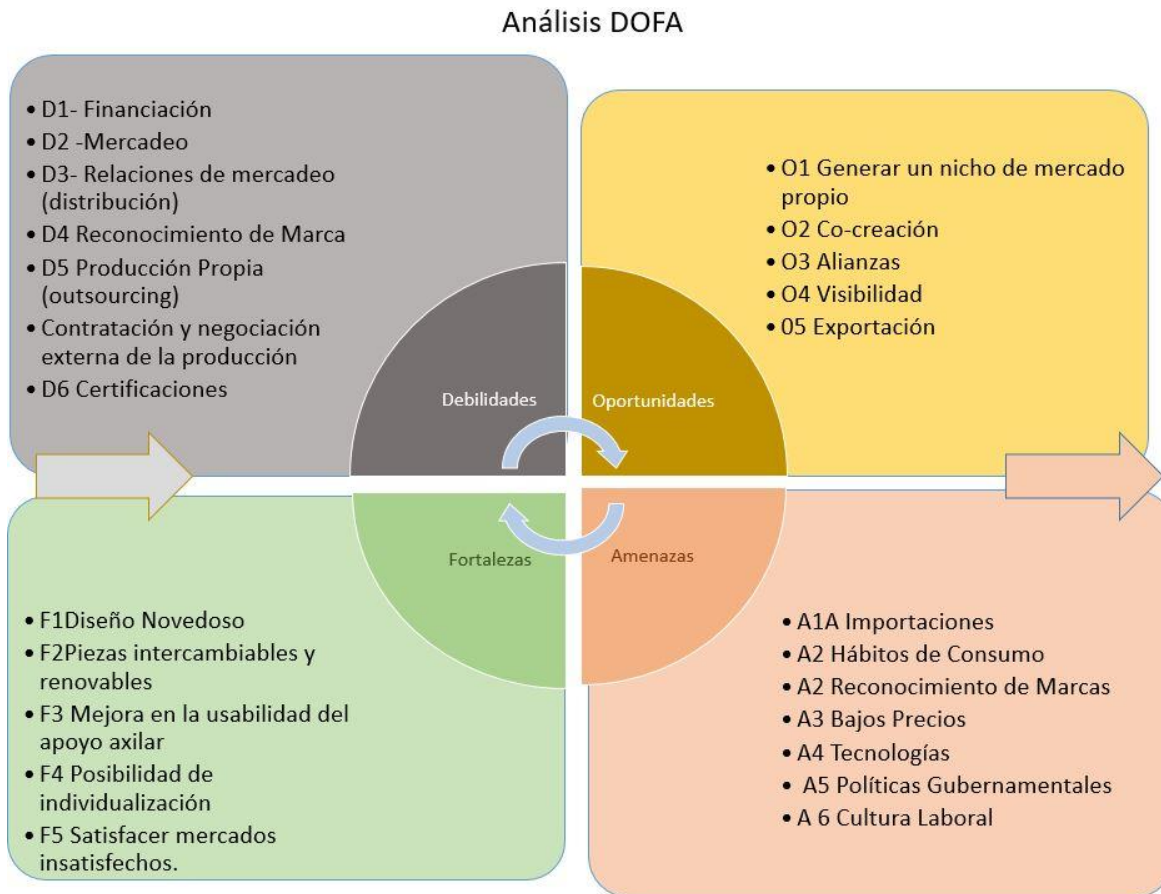
El análisis de gestión se basa en un modelo CANVAS ver Anexo (17) dentro de las actividades claves está el conocer la situación actual del emprendimiento, para conocer las principales falencias de Ekilibra como emprendimiento y lograr rebatirlas, se planean estrategias claves.

22.1 Planeación

El análisis DOFA según la Universidad Nacional de Colombia (UNAL) “es una herramienta de diagnóstico y análisis para la generación creativa de posibles estrategias a partir de la identificación de los factores internos y externos de la organización, dada su actual situación y contexto”. Cabe recalcar que el análisis se contempla desde las características de nuevo producto o emprendimiento, no como empresa consolidada, para consolidarse como empresa serán necesarios medios y actividades claves.

Figura 156

Análisis DOFA



Fuente: Propia

Nota: Basado en el método de Albert Humphrey Universidad de Illinois- También se le conoce como análisis DAFO.

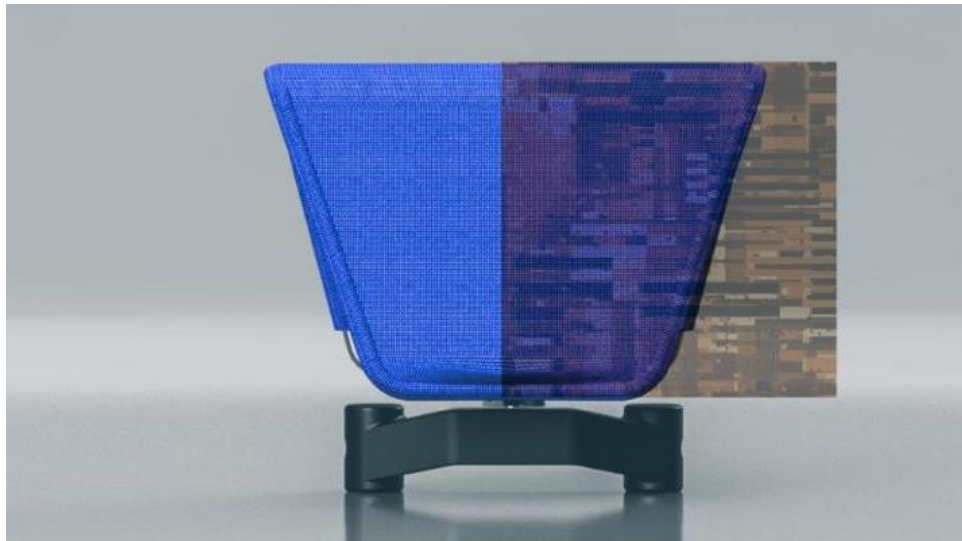
Si relacionamos debilidades con fortalezas en este caso (D1– F5), para alcanzar satisfacer el mercado es necesario el capital base para producir un mínimo de unidades de producto y comenzar a su expansión, siendo un diseño novedoso, su visión puede nublarse de no contar con los recursos necesarios para competir. Si rebatidos esta debilidad con oportunidad, podemos encontrar inversores claves a través de alianzas donde ambas partes resultan beneficiadas. En

este caso se trabaja un plan de acción para presentar una propuesta comercial como estrategia inicial.

22.2 Estrategia Clave de Alianza:

Figura 157

Textil elaborado para las fuerzas militares



Fuente: Elaboración Propia

Nota: Textura reproducida de PS Express

22.2.1 Dispositivo al servicio del soldado colombiano

Muchos jóvenes en Colombia prestan servicio dentro de las fuerzas militares, quienes deciden convertirse en profesionales optan por prestar servicio en área “es la zona por lo general (Rural) asignada, allí se llevan a cabo labores de control y vigilancia territorial de examen militar” (Medina, 2018).

“El pelotón está compuesto por 36 soldados y 3 suboficiales quienes viven y conviven diariamente caminando dos kilómetros reglamentados como distancia mínima de un área a otra” (Medina, 2018, p.22).

Los soldados colombianos son quienes más expuestos están durante su servicio a minas antipersonal (INSMANG,2020), un reflejo de lo que la violencia provoca es la pérdida de sus extremidades lo que resulta en la utilización de dispositivos para rehabilitarlos, Ekilibra surge de muchas insatisfacciones de soldados pertenecientes al batallón de sanidad José María Hernández de Puente Aranda, en la ciudad de Bogotá (Anexo 3). Sus inconformidades, dieron un auge importante a la investigación, visualizando circunstancias reales al rededor del dispositivo, mediante una propuesta de valor se pretende satisfacer los inconformismos y la prevención que se tiene hacia éste artefacto. Contribuir en su valor agregado e incentivar su aceptación dentro de la entidad sería el primer paso en la búsqueda de alianzas estratégicas claves.

La estrategia se presenta dando a conocer la propuesta de negocio a directivas del batallón, con un plus, mediante la variación del color del componente K9, otorgándole las tonalidades corporativas que les identifican como organismo, concientizando a la organización de la importancia en la calidad de la movilidad en los soldados del área de recuperación quienes afrontan aún procesos de adaptación a las tecnologías de asistencia y muchos de seguro quieren continuar al servicio de la organización con labores de apoyo, pero resulta preciso otorgarles un mecanismo que les resulte idóneo para lograrlo.

22.2.2 Variación del Color como estrategia de mercadeo

Figura 158

Variación del color en K9 como estrategia de mercado



Fuente: Reproducida de revistaaxxis.com.co - textil técnico para silla Cradle / Benjamin Hubert

Un producto comercial se caracteriza por su color, dentro de las expectativas para el producto se contempla el incentivar el interés de compra mediante la facilidad de personalización.

Segmento de mercado

Persona en situación de movilidad reducida que requiere el uso continuo de muletas axilares

22.2.3 Nicho de mercado

Persona en situación de movilidad que presente cuadros clínicos de escozor e irritabilidad cutánea en la axila asociado al uso muletas.

Producto

Figura 159

Producto Ekilibra



Fuente: Elaboración Propia

Clasificación: K9 Azul clásico

Ciente Potencial estratégico

Ejército Nacional de Colombia

Usuario potencial estratégico

Soldado regular en situación de discapacidad a causa del conflicto armado en Colombia

22.2.4 Política integral

Somos una empresa enfocada en mejorar la calidad de vida de la población en situación diversidad funcional, comprometidos con la innovación, el diseño y el fortalecimiento de los objetivos de nuestros accionistas y la calidad de nuestros productos.

22.2.5 Canal de distribución

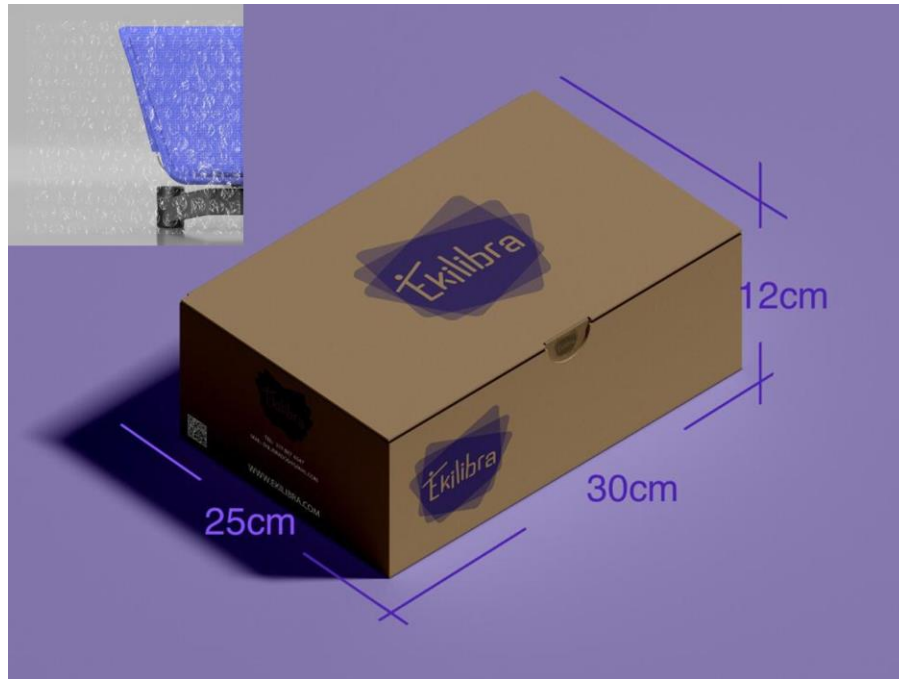
- Punto de venta Ekilibra
- Droguerías Especializadas

Las negociaciones con distribuidores, por ejemplo, *Locatel* resultan de gran importancia para el cliente ocasional, crear vínculos comerciales crea estatus comercial en un mercado meta, además al ser integradores, logran mayor alcance al ofertar desde sus páginas oficiales el producto y exhibición en anaqueles.

22.2.6 Protección del producto

Figura 160

Empaque primario y secundario



Fuente: Elaboración Propia

Para entregar el producto en óptimas condiciones se presenta esta imagen a manera de ejemplo, consta de un primer empaque en polietileno de embalaje a dos capas (burbujas), y caja de cartón industrial. Con el fin de evitar el deterioro de los componentes durante su distribución a puntos de venta

Comunicación y Marketing Digital

Figura 161

Visibilidad de la marca en medios de comunicación



Las tecnologías alternativas no paran, se ha lanzado al mercado el nuevo producto denominado Ekilibra, y promete ser una experiencia completamente nueva como tecnología aplicada a las muletas



Reportaje: Lucero Alcántara

Ekilibra incursiona en mercado como nuevo producto gracias a la integración de fibras textiles inteligentes en un apoyo axilar, el máximo componente de innovación al que le apuesta el adaptabilidad, comodidad y oxigenación de la piel, como si se tratara de una prenda más con la cual empezar las actividades diarias. Sin embargo, uno de los retos primordiales para Ekilibra es ser parte del gremio nacional de fabricantes y dar a conocer su producto, puesto que la motivación hacia mercados extranjeros es una constante dentro del comportamiento consumo, una realidad que sólo puede desvanecerse incursando en la implementación de nuevas tecnologías y elaborar estrategias que fortalezcan el propósito

Texto

Colombia como fabricante de dispositivos médicos, sobre todo dispositivos para rehabilitación en la marcha es limitado “Colombia que trabaja en el mercado de dispositivo biomédicos ha tenido que buscar la externalización en el diseño de sus productos”(Visiogain, citado por Rueda, 2013,p.33).

El diseñador Industrial Manuel Nieto afirma que: “es de resaltar que el mercado para fabricantes es el segmento más grande en el outsourcing de dispositivos médicos” lo que se convierte en una fortaleza por explotar en nuestro país

Fuente: Elaboración Propia

Otra de las debilidades es el reconocimiento de marca, y si se aprovechan las oportunidades para rebatirla habría que pensar en aumentar su visibilidad, el desconocimiento de la marca no es rentable, las redes sociales son imprescindibles para potenciar el interés por el producto, puesto que se han convertido en el principal medio de interacción en el que se puede llegar a millones de usuarios de las plataformas en cuestión de minutos.

22.2.7 Herramientas de Interacción Digital

22.2.7.1 WhatsApp

Mediante el WhatsApp se resuelven inquietudes puntuales de instalación horarios de atención, formas de pago, cierres de venta comunicación con proveedores

22.2.7.2 Instagram

Además de ser una red social, ofrece la oportunidad de impulsar todo tipo de productos mediante la utilización de hashtag al pie de foto (palabra clave), permitiendo relacionarlo a una clasificación de contenido donde se registra simultáneamente a todas las búsquedas



relacionadas a esa categoría, esto permite que usuarios realicen un rastreo desde la comodidad de su hogar, tecleando el hashtag que responde al producto de su interés facilitando las ventas directas.

22.2.7.3 Página Web

La página web es la principal estrategia de marketing digital, mediante ella se puede rastrear el comportamiento de consumo de los clientes, es la forma más eficiente de llegar al cliente ocasional, provee una base de datos propia para intereses promocionales de la empresa, puesto que al realizar la compra en línea, se registran datos del cliente como: correo electrónico, teléfono y ciudad y dirección, esto nos garantiza una comunicación fiable con el cliente a la hora de promover campañas promocionales.

22.2.7.4 YouTube

Es una plataforma que además de entretener permite llegar a mucha gente mediante anuncios (in-display) - (in-search) antes o durante de la reproducción del contenido, la búsqueda es simple incluso con descripciones cortas o detalladas se pueden encontrar información audiovisual de todos los productos del mercado.

22.2.7.5 Ferias y Eventos

Las ferias y eventos son un potencial de negocio para Ekilibra ya que los productos y pueden ser comercializados por otras empresas en mutuo acuerdo (socios comerciales) como trampolín en mercados donde no es tan sencillo competir.

Show Room

- La sociedad colombiana de traumatología y ortopedia
- Feria internacional de Salud Meditech



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Análisis Factor Costos

Tabla 27

Costos de la competencia

Costos de la competencia

DISPOSITIVO	COSTO UNITARIO
MULETA AXILAR	\$60.000
MOBILEGS ULTRA	\$570.000
ERGOACTIVES	\$1'085.000
LIFELONG CRUTCHES	No presenta precio definido aún
TME (Distribuidor Muletas)	\$55.000
LOCATEL (Distribuidor)	\$76.200
LÍNEAS HOSPITALARIAS (Distribuidor)	\$57.800

Fuente Propia

El análisis financiero se encuentra en el (Anexo 22), muchos de los valores de los productos listados fueron aproximados, puesto algunos proveedores no brindaron información.

Factor Innovación

Ekilibra como producto es novedoso, no se contempla dentro del mercado nacional ni internacional la integración de textiles técnicos como respuesta de diseño a la necesidad de adaptabilidad anatómica, hay cambios evolutivos que responden satisfactoriamente a otras necesidades no menos importantes; por ejemplo, una mejor respuesta ante vibraciones e integración de amortiguadores como sistema de descenso, tecnología antiderrapante como recurso de seguridad a los regatones, mejor inclinación de la empuñadura y reducción del



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



cuerpo metálico, mencionando sólo algunas de las características de las muletas que conservan el punto de apoyo axilar, siendo las evaluadas en el análisis de soluciones existentes (Anexo 4).

La fragilidad de la piel y su respuesta ante el contacto es aún un mercado no atendido dentro de los dispositivos de asistencia en especial las muletas, las superficies del apoyo axilar siguen contemplándose con materiales duros, en el transcurso de la investigación la palabra *adaptabilidad* se ha utilizado en más de una oportunidad, siendo el santo grial para resolver el problema; alcanzar a reducir su dureza lo suficiente y menguar su agresión. Entre otros factores que se integran al propósito como el favorecer la transpiración, el facilitar el lavado descartando el acolchado que con el tiempo tiende a deformarse, cambiar su coloración y albergar mal olor ante la retención del sudor. Equilibra se integra al mercado como respuesta a todos estos inconvenientes, con el compromiso social de seguir innovando de manera incremental, no solo en el apoyo sino en otros aspectos que favorezcan a una mayor competitividad dentro del mercado de dispositivos médicos no invasivos, siempre integrando dentro de sus procesos al usuario final.



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



CAPITULO 5 - ANALISIS DE IMPACTOS



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



25.1 Impacto Social

Satisfacer las necesidades de un mercado es encontrar la aceptación de minorías que no habían sido atendidas es por ello que Ekilibra es aceptado como producto que incentiva la salud y el bienestar de personas con cuadros dermatológicos relacionados.

El proyecto sin duda genera empleo, incluyendo en su razón social la importancia del trabajo en equipo y también de integrar nuevos conocimientos tecnológicos que incentivan el aprendizaje colectivo. Sin olvidar la importancia de invertir en la capacitación constante de los grupos de trabajo y ampliar los fondos para mejorar la investigación de campo.

Desarrollar estrategias empresariales que permitan conocer cuáles son las necesidades reales de los colectivos a los que está orientado nuestro producto para medir el impacto a corto

25.2 Impacto Económico

Aumentar el índice de dispositivos médicos en Colombia, aptando nuevas tecnologías a nichos de mercado específicos, que atraigan el interés de mercados extranjeros con el fin de construir alianzas claves que aumente su posicionamiento

25.3 Impacto Ecológico

Para el análisis de impacto ambiental se analizan resaltados en la matriz CONESA (Anexo 23)

La principal preocupación para Ekilibra es el de generar residuos sólidos, hay que tener en cuenta que al retirar el apoyo de fábrica se convierte en un ente contaminante; cuando el artefacto es alterado por el cliente en el confort del hogar no hay medios de control para evitar que termine en vertederos. La compañía planea ofrecer el servicio de instalación personalizada para alcanzar un porcentaje de reciclaje que aún no es posible definir hasta que exista relaciones fuertes entre cliente - fabricante, a nivel interno se pueden encontrar mecanismos de reciclaje e incluso reintegración de los apoyos a fabricantes de origen, menguando los impactos y



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



generando un círculo en el aprovechamiento de recursos, e incluso reduciendo el volumen de fabricación de los mismos.

Ekilibra se prospecta como empresa consiente del valor de la biodiversidad, por tanto a términos futuros se proyecta en la implementación de tecnología limpia, como el Sinterizado Laser selectivo o SLS, reduce el material sobrante a casi un 70% lo que favorece la reutilización de la mezcla sobrante o polvo mediante un filtrado por tamización, luego del proceso de fabricación, un sistema fácil de adaptar a los requerimientos del mercado, la precisión de las piezas fabricadas reducen el margen de error y el aprovechamiento del material que se recicla puede aprovecharse en la elaboración de una nueva pieza, el desperdicio es nulo reduciendo el impacto de material particulado en la naturaleza y fomentando un ciclo de vida abierto.

25.4 Impacto Humano

Ekilibra no afecta a su usuario final está pensado en mejorar las condiciones y afecciones relacionadas con la piel, por ende, a mantener la calidad de sus acabados desde la elección del material hasta el proceso de fabricación y control, esto se refleja es las medidas de calidad expuestas anteriormente, el cambiar una situación negativa a una experiencia positiva es de los retos sociales que Ekilibra asume fomentando una mejor manera de sobrellevar las actividades diarias sin la prevención o conciencia de la incomodidad que representa el uso del dispositivo

25.5 Impacto Cultural

Ekilibra propone una mejor forma de sobrellevar la diversidad funcional, provee una mirada nueva en torno a los dispositivos médicos, integrando mayor investigación y análisis de las necesidades, casi siempre ignoradas de las personas en situación de diversidad funcional.

25.6 Impacto Tecnológico

El desarrollo de Ekilibra fomenta el uso de nuevas tecnologías, en la apropiación de nuevos materiales para integrarlos al sector de la medicina para la, bajo ese punto de vista



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



genera impacto tecnológico puesto que sectores que no se contemplaban como el sector textil, se vinculan al sector de la tecnología biomédica para generar innovación, esto lo hace un producto nuevo susceptible a protección de propiedad intelectual o patente

25.7 Impacto Ético

El compromiso social y ético de Ekilibra con la diversidad funcional es un camino apenas explorado, si bien desde un punto de vista humano, no solo se suple una necesidad ergonómica, también busca crear conciencia social de los retos que deben afrontar las personas en situación de diversidad funcional, y del papel que cumplimos los diseñadores en reescribir la historia y promover mayor visibilidad hacia el bienestar de tales colectivos, implicarlos en los procesos de fabricación puesto son quienes conocen las necesidades que no se han sido satisfechas en los dispositivos actuales, y así revertir sus inconformidades en satisfacciones. El proyecto está a favor de los derechos de todo ser humano a tener una vida digna donde su diversidad funcional no sea sinónimo de conformidad de parte de las entidades responsables de su bienestar, en cuanto a dispositivos se refiere.



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750

Conclusiones

- El diseño para la discapacidad no es un proceso lineal, es necesario pensar interdisciplinariamente. La actividad creativa puede replantearse, mejorarse y apropiarse del conocimiento de otras ciencias, instituciones, personas o círculos sociales, la actividad creadora necesita aliados con el objetivo que el resultado sea funcional.
- Es importante tener en cuenta que no hay excusas para la actividad creadora, aún dentro de un panorama lleno de incertidumbre, el diseño puede ser el mejor aliento para olvidar el caos.
- El diseño de dispositivos médicos es una labor con una elevada responsabilidad social, nada puede tomarse a la ligera, es un proceso de prueba y error hasta llegar a proponer dispositivos eficientes que respondan a las necesidades reales de quienes integran colectivos de diversidad funcional.
- Los diseñadores industriales podemos ser agentes de cambio, en la vida de millones de personas que dependen de las tecnologías médicas para desplazarse, situar al ser humano en el centro del proceso, conviene pues fortalece la empatía en el diseño. Los intereses comerciales son una obviedad, pero no es la finalidad. la actividad de crear siempre debe construirse con mayores motivaciones que simplemente parámetros de venta, hay que pensar en las necesidades de los demás al momento de proyectar, en especial de quienes necesitan soluciones integrales para sentirse mejor.
- Es interesante como a través de la experimentación se logran resultados integradores que no se esperaban alcanzar, el desafío al adaptar objetos



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



cotidianos al diseño, fue la etapa más importante del proceso, ya que a partir de los modelos que parecían más simples, se toman decisiones importantes para solventar el problema; sin embargo la reducción de la dureza en el apoyo era el límite o propósito final del proyecto Ekilibra, el cual se logró adaptando a la configuración formal del artefacto un material con propiedades elásticas que permitiera albergar el pliegue axilar y copiar el área intercostal N veces, esto sin añadir dolor en el proceso, lo que es una constante si hablamos de un apoyo axilar sólido.



SC

"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



REFERENCIAS

- Academia Española de Dermatología y Venerología. (Febrero de 2009). *Actas Dermo-Sifiliográficas [Fotografía]*. Obtenido de <https://www.actasdermo.org/es-acrocordones-secundarios-friccion-por-muleta-articulo-S0001731009700651?referer=buscador>
- adhesivos, L. w. (12 de 03 de 2021). *losadhesivos.com*. Obtenido de <https://www.losadhesivos.com/preparacion-superficies-plastico.html>
- Anguita, J., Labrador, J. R., & Campos, J. D. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionario y tratamiento estadístico de los datos. *Elsevier*, 31(8), 527-538. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>
- Armando Vásquez, N. C. (2008). *El abordaje de la discapacidad desde la atención primaria de la salud*. Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de <https://www.paho.org/arg/publicaciones/otras%20pub/discapacidad.pdf>
- Arnal, J. V., & García Escalera, I. (1962). *Lecciones de Cosas*. Barcelona: Ramón Sopena, S.A. Recuperado el 13 de 02 de 2021
- Arnal, V. (1954). *Lecciones de cosas*. Barcelona: Ramon Sopena S.A. Recuperado el 2021
- Ballesteros Muñoz, M. S., & Martínez Orjuela, J. A. (2015). *Diseño mecánico y construcción de un exoesqueleto de miembros inferiores que emula la marcha [Tesis de Grado, Universidad Nueva Granada]*. Repositorio Digital, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13731/2/Trabajo%20Final%20Exoesqueleto%20de%20Marcha%20de%20mimbros%20inferiores%20R5.pdf>.
- Blanco, T. G. (12 de 01 de 2019). *Tomás Gabriel Blanco*. Recuperado el 2 de 05 de 2020, de Región Axilar : <https://www.youtube.com/watch?v=LA6n3tjIkNM>



Calderón, D. A. (2020). *Center Pig Sistema para Mejorar las Buenas Practicas Agropecuarias [BPA] en el Proceso de Inyectado de Cerdos*. Pamplona Norte de Santander: Repositorio Universidad de Pamplona - Colombia.

Calderón, D. S. (2020). *Center Pig Sistema para Mejorar las Buenas Practicas Agropecuarias [BPA] en el Proceso de Inyectado de Cerdos*. Pamplona Norte de Santander: Repositorio Universidad de Pamplona - Colombia .

Clínica Universidad de Navarra. (10 de Mayo de 2020). *Universidad de Navarra*. Recuperado el 10 de 05 de 2020, de Universidad de Navarra: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/anterogrado>

ConceptoDefinición. (7 de 02 de 2020). *ConceptoDefinición*. Obtenido de <https://conceptodefinition.de/permeable/>

Discapacidad Colombia. (07 de 05 de 2020). Recuperado el 07 de 05 de 2020, de Discapacidad Colombia: <https://discapacidadcolombia.com/index.php/articulos-discapacidad/clasificacion-cif>

Domene, M. V. (s.f.). *Guía Visual a la Selección de Materiales Poliméricos Utilizados en el Diseño industrial*. Recuperado el 2021, de docplayer.com: <https://docplayer.es/60512943-Desarrollo-de-una-guia-visual-de-apoyo-a-la-seleccion-de-materiales-polimericos-utilizados-en-el-diseno-industrial.html>

Durocher, L. P. (9 de 09 de 2020). *www.insst.es*. Obtenido de Enfermedades de la piel : <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+12.+Enfermedades+de+la+piel>

Elesapiens. (7 de 11 de 2011). *Fuerza de Roce (Física Entretenida)*. Recuperado el 08 de 06 de 2020, de Video: <https://www.youtube.com/watch?v=zxAFXeokuLA>



SC





Fernández, A. E. (15 de 11 de 2008). *El Equilibrio en la Educación Infantil y Primaria* .

Obtenido de https://www.um.es/desarrollopsicomotor/Nuria_002_files/003_02.pdf

Fiallos, C. V. (2020). *Objeto ortopédico multifuncional para personas con lesiones en miembros Inferiores que facilite las tareas cotidianas [Tesis de Licenciatura, Universidad de las Américas]*. Repositorio Digital. Obtenido de

<http://dspace.udla.edu.ec/jspui/handle/33000/12851>

Garrote, A. (Septiembre de 2011). Escoceduras. Prevención y tratamiento. *30(5)*, 34-40. Elsevier.

GenteValida. (sf de sf de sf). *Valida sin Barreras*. Recuperado el 9 de 06 de 2020, de

Discapacidad o diversidad Funcional ¿Cuál es el termino correcto?:

[https://es.validasinbarreras.com/blog/post/discapacidad-o-diversidad-funcional-cual-es-el-termino-](https://es.validasinbarreras.com/blog/post/discapacidad-o-diversidad-funcional-cual-es-el-termino-correcto/#:~:text=Por%20este%20motivo%2C%20muchos%20han,con%20capacidades%20diferentes%20entre%20s%C3%AD.)

[correcto/#:~:text=Por%20este%20motivo%2C%20muchos%20han,con%20capacidades%20diferentes%20entre%20s%C3%AD.](https://es.validasinbarreras.com/blog/post/discapacidad-o-diversidad-funcional-cual-es-el-termino-correcto/#:~:text=Por%20este%20motivo%2C%20muchos%20han,con%20capacidades%20diferentes%20entre%20s%C3%AD.)

Hincapie, C. J. (2017). *Plan de mercadeo para la distribución de equipos médicos hospitalarios (Tesis ciencias económicas)*. Repositorio institucional-Universidad Autónoma de occidente, Cali. Obtenido de

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9801/1/T07469.pdf>

Hurgomedical Healing Pople. (12 de Abril de 2020). *Heridas y cicatrización*. Obtenido de

<http://www.urgomedical.es/understanding-together-2/skin-and-wound-healing/>

Iberdrola. (28 de 06 de 2021). *IBERDROLA*. Obtenido de

<https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-la-impresion-4d>



SC





Infomed - Especialidades. (04 de 03 de 2021). *Infomed - Especialidades*. (D. D. Barrios, Ed.)

Recuperado el 04 de 03 de 2021, de <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=18688>

Engineering, I. 3. (10 de 04 de 2021). *Ideos 3D Engineering*. Obtenido de

<https://ideosprint.com/sp/solutions-2/sls/>

Instituto de Biomecánica de Valencia IBV. (2020). *Ergonomía y Discapacidad [Versión PDF]*.

Obtenido de <https://www.ibv.org/publicaciones/manuales-y-guias/rehabilitacion-y-autonomia-personal/estudio-de-ergonomia-y-discapacidad/>

Instituto de Biomecánica de Valencia. (sf). Tecnologías de la Rehabilitación. *BIOMECÁNICA*, 07, 5. Recuperado el 05 de 03 de 2021, de <file:///C:/Users/Alberto/Downloads/Dialnet-AyudasALaDeambulacion-5132228.pdf>

Instituto Rosevelt. (20 de noviembre de 2019). *Instituto Rosevelt*. Recuperado el 20 de

Noviembre de 2019, de <https://www.institutorosevelt.com/quienes-somos/>

INVIMA. (10 de 10 de 2020). *ABC Dispositivos Medicos* . Obtenido de

https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274

Irene Fariña. (28 de 09 de 2018). Los Tres Ligamentos Básicos Textiles {Video}. Youtube.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=vYmI992Szbk>

Irene Fariña. (30 de 01 de 2020). TEJIDOS SINTÉTICOS EN MODA DEPORTIVA [Video].

Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=rqB-4BD3zl4>

Javier Romaniach, M. L. (sf). *Diversidad Funcional*. Obtenido de

<file:///C:/Users/alman/Downloads/Dialnet-DiversidadFuncional-2393402.pdf>

Julius Panero, M. S. (1996). *Las dimensiones Humanas en los espacios interiores* (Vol. Edición

7). España: Gustavo Gili S.A Mexico D.F.



SC





- Kinetic Track. (22 de 06 de 2016). *Kinetic Track Podología y Estudios Biomecánicos [Fotografía]*. Obtenido de <http://podologia.imedhospitales.com/cirugia-podologica/metatarsalgias-causas-tratamiento.html>
- Laura Castrillón, A. P. (2008). La función inmunológica de la piel. *Dermatología Revista Mexicana*, 212.
- Lingen, J. (2020). *Jan Lingen Muskel und gelenkschmerzen*. Obtenido de www.muskel-und-gelenkschmerzen.de
- Lóbach, B. (1981). *Diseno Industrial Bases para la configuración de productos Industriales*. Gustavo Gili S.A.
- Manual de Ergonomía y Psicosociología Aplicada. (06 de 1997). *Manual de Ergonomía y Psicosociología Aplicada*, 67.
- McGraw- Hill Medical. (s.f). *AccessMedicina*. Obtenido de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1493§ionid=102867681>
- Meza, E. G. (2016). *Estructuras de Red Triangular: Transformaciones Constructivas de las Edificaciones [Tesis Doctoral Universidad Politecnica de Madrid]*. Repositorio institucional. Obtenido de Repositorio Universidad politecnica de madrid : http://oa.upm.es/42929/1/EDWIN_GONZALEZ_MEZA_01.pdf
- Oquendo, C. (27 de 12 de 2019). *Las minas antipersona y otros explosivos causan al menos una víctima diaria en Colombia*. Obtenido de El País: https://elpais.com/internacional/2019/12/26/actualidad/1577395796_125263.html
- Perez, E. M. (2013). *Diseño y Aplicacion de Sistemas de Reticulas en la Realización de Proyectos de Desarrollo de Productos - Repositorio Universidad de Zaragoza*.



- Pérez, M. Q. (06 de 08 de 2018). *Quora*. Recuperado el 08 de 06 de 2020, de ¿Que es un fenómeno de fricción?: <https://es.quora.com/Qu%C3%A9-es-un-fen%C3%B3meno-de-fricci%C3%B3n/answer/Marcos-Quintas-P%C3%A9rez>
- Printalot. (25 de 09 de 2019). Sinterizado Laser ¿Que es? Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=cUqJOKvEt5Q&t=133s>
- Radio Nacional de Colombia. (18 de 08 de 2020). Víctimas de Minas Antipersonal en Colombia. Obtenido de <https://www.radionacional.co/actualidad/victimas-de-minas-antipersonal-en-colombia-cual-es-el-panorama-actual>
- Ramírez, A. C. (Enero de 2005). *Cinemática de las maquinas*. Mexico, San Luis de Potosi: Universidad Autónoma San Luis de Potosi.
- República de Colombia. (2005). *Decreto Número 4725*. Ministerio de la protección social.
- Robles, B. S. (2017). *Análisis de complejidad y complicabilidad - Muletas Ortopédicas Axilares*. Monterrey: Instituto Tecnológico de Estudios superiores de Monterrey - Toluca.
- Rosas, M. R. (2011). Lesiones deportivas, clínica y tratamiento. *Elsevier*, 37.
- Rueda, O. A. (2013). *Estudio Técnico y Financiero Para la Creación de una Empresa Dedicada al Diseño [Tesis de Diseño Universidad Industrial de Santander]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/150569.pdf>
- Sos, H. S. (2018). *Propiedad y Aplicaciones de los Polimeros Sinteticos en la Contricción*. Obtenido de Repositorio Universidad Politecnica de Valencia : https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/116197/memoria_21013004.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Stanford Children´s Health. (10 de 03 de 2021). *Anatomia de una articulación*. Obtenido de Anatomy of a Joint:



<https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomadeunaarticulacin-85-P03169>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (28 de 06 de 2021). Obtenido de

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n10/r1.html>

Universidad EAFIT. (1997). Una aplicaci[on de la Teoria de Sistemas al Desarrollo de Productos.

Revistas Académicas, 33(107), 7. Obtenido de

<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1123>

Universidad EIA . (Julio - Diciembre de 2016). Interfaz Hápticas: Sistemas Cinestésicos vs

Sistemas Táctiles. 13, 13-29. Recuperado el 10 de 02 de 2020, de

<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n26/n26a02.pdf>

Universidad Internacional de Valencia . (02 de 10 de 2020). ¿Enfermedad aguda o crónica?

Diiferencias y ejemplos. Obtenido de [https://www.universidadviu.com/enfermedad-aguda/#:~:text=aguda%20o%20cr%C3%B3nica%3F-](https://www.universidadviu.com/enfermedad-aguda/#:~:text=aguda%20o%20cr%C3%B3nica%3F-Diferencias%20y%20ejemplos,se%20mantienen%20en%20el%20tiempo.)

[Diferencias%20y%20ejemplos,se%20mantienen%20en%20el%20tiempo.](https://www.universidadviu.com/enfermedad-aguda/#:~:text=aguda%20o%20cr%C3%B3nica%3F-Diferencias%20y%20ejemplos,se%20mantienen%20en%20el%20tiempo.)

Universidad Politecnica de Valencia. (2014). QFD - Despliegue de Funcion de Calidad. Youtube.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=b3ibdXdRQnk&t=5s>

Valencia, M. S. (2009). *Morfogénesis del objeto de uso {Versión PDF}*. (O. D. LA, Ed.)

Vernal, J. J. (18 de Octubre de 2012). *Despliegue de Función de Calidad* . Recuperado el 10 de 11

de 2019, de PDCA Home: <https://www.pdcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/>

Victimas, Unidad. (28 de Noviembre de 2014). *Convención Naciones Unidas de Derechos de las*

Personas con Discapacidad [Video]. Recuperado el 09 de Junio de 2020, de Youtube:

[https://www.youtube.com/watch?time_continue=88&v=25EYw7ltyq8&feature=emb_lo](https://www.youtube.com/watch?time_continue=88&v=25EYw7ltyq8&feature=emb_logo)
go



SC





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Vodafone Empresas. (30 de 01 de 2020). Fabricaci[on con Impresora 3D {Video}. Youtube.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=2DJET83d4cc>



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



BIBLIOGRAFÍA

- Academia Española de Dermatología y Venerología. (Febrero de 2009). *Actas Dermo-Sifiligráficas [Fotografía]*. Obtenido de <https://www.actasdermo.org/es-acrocordones-secundarios-friccion-por-muleta-articulo-S0001731009700651?referer=buscador>
- adhesivos, L. w. (12 de 03 de 2021). *losadhesivos.com*. Obtenido de <https://www.losadhesivos.com/preparacion-superficies-plastico.html>
- Anguita, J., Labrador, J. R., & Campos, J. D. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionario y tratamiento estadístico de los datos. *Elsevier*, 31(8), 527-538. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-atencion-primaria-27-articulo-la-encuesta-como-tecnica-investigacion--13047738>
- Armando Vásquez, N. C. (2008). *El abordaje de la discapacidad desde la atención primaria de la salud*. Organización Panamericana de la Salud. Obtenido de <https://www.paho.org/arg/publicaciones/otras%20pub/discapacidad.pdf>
- Arnal, J. V., & García Escalera, I. (1962). *Lecciones de Cosas*. Barcelona: Ramón Sopena, S.A. Recuperado el 13 de 02 de 2021
- Arnal, V. (1954). *Lecciones de cosas*. Barcelona: Ramon Sopena S.A. Recuperado el 2021
- Ballesteros Muñoz, M. S., & Martínez Orjuela, J. A. (2015). *Diseño mecánico y construcción de un exoesqueleto de miembros inferiores que emula la marcha [Tesis de Grado, Universidad Nueva Granada]*. Repositorio Digital, Bogotá. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/13731/2/Trabajo%20Final%20Exoesqueleto%20de%20Marcha%20de%20mimbros%20inferiores%20R5.pdf>.



- Blanco, T. G. (12 de 01 de 2019). *Tomás Gabriel Blanco*. Recuperado el 2 de 05 de 2020, de Región Axilar : <https://www.youtube.com/watch?v=LA6n3tjIkNM>
- Calderón, D. A. (2020). *Center Pig Sistema para Mejorar las Buenas Practicas Agropecuarias [BPA] en el Proceso de Inyectado de Cerdos*. Pamplona Norte de Santander: Repositorio Universidad de Pamplona - Colombia.
- Calderón, D. S. (2020). *Center Pig Sistema para Mejorar las Buenas Practicas Agropecuarias [BPA] en el Proceso de Inyectado de Cerdos*. Pamplona Norte de Santander: Repositorio Universidad de Pamplona - Colombia .
- Clínica Universidad de Navarra. (10 de Mayo de 2020). *Universidad de Navarra*. Recuperado el 10 de 05 de 2020, de Universidad de Navarra: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/anterogrado>
- ConceptoDefinición. (7 de 02 de 2020). *ConceptoDefinición*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/permeable/>
- Discapacidad Colombia. (07 de 05 de 2020). Recuperado el 07 de 05 de 2020, de Discapacidad Colombia: <https://discapacidadcolombia.com/index.php/articulos-discapacidad/clasificacion-cif>
- Domene, M. V. (s.f.). *Guía Visual a la Selección de Materiales Poliméricos Utilizados en el Diseño industrial*. Recuperado el 2021, de docplayer.com: <https://docplayer.es/60512943-Desarrollo-de-una-guia-visual-de-apoyo-a-la-seleccion-de-materiales-polimericos-utilizados-en-el-diseno-industrial.html>
- Durocher, L. P. (9 de 09 de 2020). *www.insst.es*. Obtenido de Enfermedades de la piel : <https://www.insst.es/documents/94886/161958/Cap%C3%ADtulo+12.+Enfermedades+de+la+piel>



Elesapiens. (7 de 11 de 2011). *Fuerza de Roce (Física Entretenida)*. Recuperado el 08 de 06 de 2020, de Video: <https://www.youtube.com/watch?v=zxAFXeokuLA>

Fernández, A. E. (15 de 11 de 2008). *El Equilibrio en la Educación Infantil y Primaria* .

Obtenido de https://www.um.es/desarrollopsicomotor/Nuria_002_files/003_02.pdf

Fiallos, C. V. (2020). *Objeto ortopédico multifuncional para personas con lesiones en miembros Inferiores que facilite las tareas cotidianas [Tesis de Licenciatura, Universidad de las Américas]*. Repositorio Digital. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/jspui/handle/33000/12851>

Garrote, A. (Septiembre de 2011). Escoceduras. Prevención y tratamiento. *30(5)*, 34-40. Elsevier.

GenteValida. (sf de sf de sf). *Valida sin Barreras*. Recuperado el 9 de 06 de 2020, de

Discapacidad o diversidad Funcional ¿Cuál es el termino correcto?:

[https://es.validasinbarreras.com/blog/post/discapacidad-o-diversidad-funcional-cual-es-el-termino-](https://es.validasinbarreras.com/blog/post/discapacidad-o-diversidad-funcional-cual-es-el-termino-correcto/#:~:text=Por%20este%20motivo%2C%20muchos%20han,con%20capacidades%20diferentes%20entre%20s%C3%AD.)

[correcto/#:~:text=Por%20este%20motivo%2C%20muchos%20han,con%20capacidades%20diferentes%20entre%20s%C3%AD.](https://es.validasinbarreras.com/blog/post/discapacidad-o-diversidad-funcional-cual-es-el-termino-correcto/#:~:text=Por%20este%20motivo%2C%20muchos%20han,con%20capacidades%20diferentes%20entre%20s%C3%AD.)

Hincapie, C. J. (2017). *Plan de mercadeo para la distribución de equipos médicos hospitalarios (Tesis ciencias económicas)*. Repositorio institucional-Universidad Autónoma de occidente, Cali. Obtenido de

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/9801/1/To7469.pdf>

Hurgomedical Healing Pople. (12 de Abril de 2020). *Heridas y cicatrización*. Obtenido de

<http://www.urgomedical.es/understanding-together-2/skin-and-wound-healing/>

Iberdrola. (28 de 06 de 2021). *IBERDROLA*. Obtenido de

<https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-la-impresion-4d>



SC





Infomed - Especialidades. (04 de 03 de 2021). *Infomed - Especialidades*. (D. D. Barrios, Ed.)

Recuperado el 04 de 03 de 2021, de <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion-bio/temas.php?idv=18688>

Engineering, I. 3. (10 de 04 de 2021). *Ideos 3D Engineering*. Obtenido de

<https://ideosprint.com/sp/solutions-2/sls/>

Instituto de Biomecánica de Valencia IBV. (2020). *Ergonomía y Discapacidad [Versión PDF]*.

Obtenido de <https://www.ibv.org/publicaciones/manuales-y-guias/rehabilitacion-y-autonomia-personal/estudio-de-ergonomia-y-discapacidad/>

Instituto de Biomecánica de Valencia. (sf). Tecnologías de la Rehabilitación. *BIOMECÁNICA*, 07, 5. Recuperado el 05 de 03 de 2021, de <file:///C:/Users/Alberto/Downloads/Dialnet-AyudasALaDeambulacion-5132228.pdf>

Instituto Rosevelt. (20 de noviembre de 2019). *Instituto Rosevelt*. Recuperado el 20 de

Noviembre de 2019, de <https://www.institutoroosevelt.com/quienes-somos/>

INVIMA. (10 de 10 de 2020). *ABC Dispositivos Medicos* . Obtenido de

https://www.invima.gov.co/documents/20143/442916/abc_dispositivos-medicos.pdf/d32f6922-0c50-bcaa-6b53-066edfb98274

Irene Fariña. (28 de 09 de 2018). Los Tres Ligamentos Básicos Textiles {Video}. Youtube.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=vYmI992Szbk>

Irene Fariña. (30 de 01 de 2020). TEJIDOS SINTÉTICOS EN MODA DEPORTIVA [Video].

Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=rqB-4BD3zl4>

Javier Romaniach, M. L. (sf). *Diversidad Funcional*. Obtenido de

<file:///C:/Users/alman/Downloads/Dialnet-DiversidadFuncional-2393402.pdf>

Julius Panero, M. S. (1996). *Las dimensiones Humanas en los espacios interiores* (Vol. Edición

7). España: Gustavo Gili S.A Mexico D.F.



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750



- Kinetic Track. (22 de 06 de 2016). *Kinetic Track Podología y Estudios Biomecánicos [Fotografía]*. Obtenido de <http://podologia.imedhospitales.com/cirugia-podologica/metatarsalgias-causas-tratamiento.html>
- Laura Castrillón, A. P. (2008). La función inmunológica de la piel. *Dermatología Revista Mexicana*, 212.
- Lingen, J. (2020). *Jan Lingen Muskel und gelenkschmerzen*. Obtenido de www.muskel-und-gelenkschmerzen.de
- Lóbach, B. (1981). *Diseno Industrial Bases para la configuración de productos Industriales*. Gustavo Gili S.A.
- Manual de Ergonomía y Psicosociología Aplicada. (06 de 1997). *Manual de Ergonomía y Psicosociología Aplicada*, 67.
- McGraw- Hill Medical. (s.f). *AccessMedicina*. Obtenido de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1493§ionid=102867681>
- Meza, E. G. (2016). *Estructuras de Red Triangular: Transformaciones Constructivas de las Edificaciones [Tesis Doctoral Universidad Politecnica de Madrid]*. Repositorio institucional. Obtenido de Repositorio Universidad politecnica de madrid : http://oa.upm.es/42929/1/EDWIN_GONZALEZ_MEZA_01.pdf
- Oquendo, C. (27 de 12 de 2019). *Las minas antipersona y otros explosivos causan al menos una víctima diaria en Colombia*. Obtenido de El País: https://elpais.com/internacional/2019/12/26/actualidad/1577395796_125263.html
- Perez, E. M. (2013). *Diseño y Aplicacion de Sistemas de Reticulas en la Realización de Proyectos de Desarrollo de Productos - Repositorio Universidad de Zaragoza*.



- Pérez, M. Q. (06 de 08 de 2018). *Quora*. Recuperado el 08 de 06 de 2020, de ¿Que es un fenómeno de fricción?: <https://es.quora.com/Qu%C3%A9-es-un-fen%C3%B3meno-de-fricci%C3%B3n/answer/Marcos-Quintas-P%C3%A9rez>
- Printalot. (25 de 09 de 2019). Sinterizado Laser ¿Que es? Youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=cUqJOKvEt5Q&t=133s>
- Radio Nacional de Colombia. (18 de 08 de 2020). Víctimas de Minas Antipersonal en Colombia. Obtenido de <https://www.radionacional.co/actualidad/victimas-de-minas-antipersonal-en-colombia-cual-es-el-panorama-actual>
- Ramírez, A. C. (Enero de 2005). *Cinemática de las maquinas*. Mexico, San Luis de Potosi: Universidad Autónoma San Luis de Potosi.
- República de Colombia. (2005). *Decreto Número 4725*. Ministerio de la protección social.
- Robles, B. S. (2017). *Análisis de complejidad y complicabilidad - Muletas Ortopédicas Axilares*. Monterrey: Instituto Tecnológico de Estudios superiores de Monterrey - Toluca.
- Rosas, M. R. (2011). *Lesiones deportivas, clínica y tratamiento*. Elsevier, 37.
- Rueda, O. A. (2013). *Estudio Técnico y Financiero Para la Creación de una Empresa Dedicada al Diseño [Tesis de Diseño Universidad Industrial de Santander]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2013/150569.pdf>
- Sos, H. S. (2018). *Propiedad y Aplicaciones de los Polimeros Sinteticos en la Contricción*. Obtenido de Repositorio Universidad Politecnica de Valencia : https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/116197/memoria_21013004.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Stanford Children´s Health. (10 de 03 de 2021). *Anatomia de una articulación*. Obtenido de Anatomy of a Joint:



<https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=anatomadeunaarticulacin-85-P03169>

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (28 de 06 de 2021). Obtenido de

<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n10/r1.html>

Universidad EAFIT. (1997). Una aplicaci[on de la Teoria de Sistemas al Desarrollo de Productos.

Revistas Académicas, 33(107), 7. Obtenido de

<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1123>

Universidad EIA . (Julio - Diciembre de 2016). Interfaz Hápticas: Sistemas Cinestésicos vs

Sistemas Táctiles. 13, 13-29. Recuperado el 10 de 02 de 2020, de

<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n26/n26a02.pdf>

Universidad Internacional de Valencia . (02 de 10 de 2020). ¿Enfermedad aguda o crónica?

Diiferencias y ejemplos. Obtenido de [https://www.universidadviu.com/enfermedad-aguda/#:~:text=aguda%20o%20cr%C3%B3nica%3F-](https://www.universidadviu.com/enfermedad-aguda/#:~:text=aguda%20o%20cr%C3%B3nica%3F-Diferencias%20y%20ejemplos,se%20mantienen%20en%20el%20tiempo.)

[Diferencias%20y%20ejemplos,se%20mantienen%20en%20el%20tiempo.](https://www.universidadviu.com/enfermedad-aguda/#:~:text=aguda%20o%20cr%C3%B3nica%3F-Diferencias%20y%20ejemplos,se%20mantienen%20en%20el%20tiempo.)

Universidad Politecnica de Valencia. (2014). QFD - Despliegue de Funcion de Calidad. Youtube.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=b3ibdXdRQnk&t=5s>

Valencia, M. S. (2009). *Morfogénesis del objeto de uso {Versión PDF}*. (O. D. LA, Ed.)

Vernal, J. J. (18 de Octubre de 2012). *Despliegue de Función de Calidad* . Recuperado el 10 de 11

de 2019, de PDCA Home: <https://www.pdcahome.com/1932/qfd-despliegue-calidad/>

Victimas, Unidad. (28 de Noviembre de 2014). *Convención Naciones Unidas de Derechos de las*

Personas con Discapacidad [Video]. Recuperado el 09 de Junio de 2020, de Youtube:

https://www.youtube.com/watch?time_continue=88&v=25EYw7ltyq8&feature=emb_lo
go



SC





ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL

Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



Vodafone Empresas. (30 de 01 de 2020). Fabricaci[on con Impresora 3D {Video}. Youtube.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=2DJET83d4cc>



SC



"Formando líderes para la construcción de un nuevo país en

Universidad de Pamplona
Pamplona - Norte de Santander - Colombia
Tels: (7) 5685303 - 5685304 - 5685305 - Fax: 5682750