

DISPOSITIVO DE APOYO PARA PACIENTES EN REHABILITACIÓN CON
DIFICULTAD PARA MOVILIZARSE Y REALIZAR EL PROCESO DE MARCHA
NORMAL

YURLEY KATHERINE RINCON PEÑA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2014

DISPOSITIVO DE APOYO PARA PACIENTES EN REHABILITACIÓN CON
DIFICULTAD PARA MOVILIZARSE Y REALIZAR EL PROCESO DE MARCHA
NORMAL

YURLEY KATHERINE RINCON PEÑA

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de

Diseñador Industrial

Director

D.I FRANCISCO ESPINEL

Mg. Semiótica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS

ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

BUCARAMANGA

2014

DEDICATORIA

Este trabajo se lo quiero dedicar en primer lugar a mis padres, porque fueron ellos quienes me dieron la oportunidad de vivir esta experiencia, y porque sin su apoyo incondicional no habría logrado llegar hasta este punto de mi vida.

A mis hermanos y amigos que de alguna manera me acompañaron durante este proceso, su compañía y soporte me dieron las fuerzas que necesitaba para cumplir esta meta.

Y finalmente a mi novio Joan quien estuvo conmigo desde el principio y con quien deseo compartir también el final de esta etapa de mi vida. Porque este es solo el inicio de un largo camino que deseo recorrer lleno de muchas alegrías y retos.

Yurley R.

AGRADECIMIENTOS

A toda mi familia y amigos, por estar siempre a mi lado. A mis profesores por brindar las pautas para el crecimiento profesional, en especial al profesor Francisco Espinel, por dedicarme su tiempo y siempre estar dispuesto a guiarme y corregirme, a mis compañeros y amigos por acompañarme durante este proceso, ya que su apoyo incondicional, me ayudo a fortalecer las bases del aprendizaje y me ayudaron a crecer tanto personal como profesionalmente.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCION..... | 17 |
| 2. DESCRIPCION DEL PROYECTO | 18 |
| 2.1. JUSTIFICACIÓN..... | 18 |
| 2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 20 |
| 2.3. OBJETIVOS..... | 22 |
| 3. MARCO TEÓRICO..... | 23 |
| 3.1. CICLO DE MARCHA | 23 |
| 3.2. USUARIOS Y LA MARCHA PATOLÓGICA..... | 29 |
| 3.3. CARACTERÍSTICAS DE LOS USUARIOS OBJETIVO | 29 |
| 3.4. ANÁLISIS DE MERCADO..... | 32 |
| 3.5. ANDADORES | 35 |
| 3.5.1. <i>Estado del Arte</i> | 37 |
| 3.6. BASTONES..... | 45 |
| 3.6.1. <i>Estado del Arte</i> | 46 |
| 3.7. MULETAS | 48 |
| 3.7.1. <i>Estado del Arte</i> | 53 |

| | |
|---|-----------|
| 4. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO | 56 |
| 5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS | 59 |
| 5.1. ALTERNATIVA 1. DISPOSITIVO SUSPENDIDO DEL TECHO..... | 59 |
| 5.2. ALTERNATIVA 2. DISPOSITIVO SUSPENDIDO DE UN SOPORTE MÓVIL..... | 60 |
| 5.3. ALTERNATIVA 3. ESTRUCTURA FIJA..... | 61 |
| 5.4. ALTERNATIVA 4. ESTRUCTURA PLEGABLE..... | 62 |
| 5.5. ALTERNATIVA 5. ELEMENTOS MÓVILES..... | 63 |
| 5.6. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS | 64 |
| 6. CONSTRUCCION Y EVALUACION | 68 |
| ALTERNATIVA SELECCIONADA | 68 |
| 6.1. SOLUCIÓN ALTERNATIVA | 69 |
| 6.2. PRIMERA INTERACCIÓN CON EL USUARIO..... | 70 |
| 6.3. SEGUNDA SOLUCIÓN ALTERNATIVA | 73 |
| 7. EVALUACION FINAL MODELO FUNCIONAL..... | 75 |
| 7.1 DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA..... | 76 |
| 7.2 CONCLUSIONES PRUEBA MODELO FINAL | 84 |
| <p>A DIFERENCIA DEL MODELO ANTERIOR, ESTE SE COMPORTÓ DE MANERA MÁS ESTABLE, BRINDANDO DE ESTA MANERA MÁS SEGURIDAD Y CONFIANZA A LOS USUARIOS AL MOMENTO DE USARLO.</p> | |
| | 84 |

| | |
|---|------------|
| 8. DISEÑO DETALLADO | 85 |
| 8.1 PROTOTIPO TERMINADO..... | 89 |
| 8.2 DETALLES PROTOTIPO..... | 90 |
| 8.3 DIAGRAMAS DE USO | 90 |
| 8.4 PRUEBA CON EL PROTOTIPO | 94 |
| 8.1. CONCLUSIONES PRUEBA MODELO FINAL | 101 |
| 8.2. ANÁLISIS FOTOGRÁFICO..... | 101 |
| 8.3. ANÁLISIS COMPARATIVO..... | 105 |
| 9. IDENTIDAD VISUAL DEL PRODUCTO | 109 |
| 9.1. TIPOGRAFÍA..... | 109 |
| 9.2. DESCRIPCIÓN DEL LOGOTIPO | 109 |
| 9.3. APLICACIÓN DE COLOR..... | 110 |
| 9.4. PROPORCIONES DEL LOGOTIPO..... | 111 |
| 9.5. APLICACIÓN EN ESCALA DE GRISES..... | 112 |
| 10. CONCLUSIONES | 113 |
| BIBLIOGRAFIA | 115 |
| ANEXOS | 118 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1. REPRESENTACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA MARCHA | 24 |
| FIGURA 2. FASE DE CONTACTO INICIAL..... | 24 |
| FIGURA 3. FASE INICIAL DE APOYO..... | 25 |
| FIGURA 4. FASE MEDIA DE APOYO..... | 25 |
| FIGURA 5. FASE FINAL DE APOYO..... | 26 |
| FIGURA 6. FASE PREVIA DE OSCILACIÓN..... | 27 |
| FIGURA 7. FASE INICIAL DE OSCILACIÓN | 27 |
| FIGURA 8. FASE MEDIA DE OSCILACIÓN | 28 |
| FIGURA 9. FASE FINAL DE OSCILACIÓN | 28 |
| FIGURA 10. PREVALENCIA DE DISCAPACIDAD EN COLOMBIA..... | 33 |
| FIGURA 11. TIPO DE LIMITACIÓN PERMANENTE - DISTRIBUCIÓN..... | 33 |
| FIGURA 12. TIPOS DE ANDADORES | 36 |
| FIGURA 13. BASTONES | 45 |
| FIGURA 14. TIPOS DE MULETAS | 49 |
| FIGURA 15. MARCHA EN CUATRO PUNTOS..... | 49 |
| FIGURA 16. FASES DE LA MARCHA EN CUATRO PUNTOS..... | 50 |
| FIGURA 17. MARCHA EN TRES PUNTOS DE APOYO. | 50 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 18. FASES DE LA MARCHA EN TRES PUNTOS DE APOYO..... | 50 |
| FIGURA 19. MARCHA EN TRES PUNTOS CON DESCARGA PARCIAL DEL PESO..... | 51 |
| FIGURA 20. FASES DE LA MARCHA EN TRES PUNTOS CON DESCARGA PARCIAL DEL PESO. | 51 |
| FIGURA 21. MARCHA EN DOS PUNTOS CONVENCIONAL | 51 |
| FIGURA 22. FASES DE LA MARCHA EN DOS PUNTOS CONVENCIONAL. | 52 |
| FIGURA 23. MARCHA EN DOS PUNTOS EN PÉNDULO..... | 52 |
| FIGURA 24. FASES DE LA MARCHA EN DOS PUNTOS EN PÉNDULO | 52 |
| FIGURA 25. PROCESO DE SELECCIÓN ALTERNATIVA..... | 59 |
| FIGURA 26. DETALLES ALTERNATIVA 1 | 60 |
| FIGURA 27. DETALLES ALTERNATIVA 2 | 61 |
| FIGURA 28. DETALLES ALTERNATIVA 3 | 62 |
| FIGURA 29. DETALLES ALTERNATIVA 4 | 63 |
| FIGURA 30. DETALLES ALTERNATIVA 5 | 64 |
| FIGURA 31. DETALLES ALTERNATIVA PLANTEADA..... | 69 |
| FIGURA 32. RENDER MODELO FINAL | 73 |
| FIGURA 33. RESULTADOS PRUEBA MODELO FUNCIONAL CON PACIENTES PREGUNTA 1 . | 78 |
| FIGURA 34. RESULTADOS PRUEBA MODELO FUNCIONAL CON PACIENTES PREGUNTA 2 . | 79 |
| FIGURA 35. RESULTADOS PRUEBA MODELO FUNCIONAL CON PACIENTES PREGUNTA 3 . | 80 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 36. RESULTADOS PRUEBA MODELO FUNCIONAL CON AUX SALUD PREGUNTA 1 | 81 |
| FIGURA 37. RESULTADOS PRUEBA MODELO FUNCIONAL CON AUX SALUD PREGUNTA 2 | 82 |
| FIGURA 38. RESULTADOS PRUEBA MODELO FUNCIONAL CON AUX SALUD PREGUNTA 3 | 83 |
| FIGURA 39. DETALLES DEL DISPOSITIVO (RENDER) | 85 |
| FIGURA 40. PROTOTIPO TERMINADO | 89 |
| FIGURA 41. DETALLES DEL PROTOTIPO (FOTOS) | 90 |
| FIGURA 42. RESULTADOS EVALUACIÓN DE PROTOTIPO FINAL. PRUEBA A PACIENTES PREGUNTA 1 | 95 |
| FIGURA 43. RESULTADOS EVALUACIÓN DE PROTOTIPO FINAL. PRUEBA A PACIENTES PREGUNTA 2 | 96 |
| FIGURA 44. RESULTADOS EVALUACIÓN DE PROTOTIPO FINAL. PRUEBA A PACIENTES PREGUNTA 3 | 97 |
| FIGURA 45. RESULTADOS EVALUACIÓN DE PROTOTIPO FINAL. PRUEBA A AUX. SALUD PREGUNTA 1 | 98 |
| FIGURA 46. RESULTADOS EVALUACIÓN DE PROTOTIPO FINAL. PRUEBA A AUX. SALUD PREGUNTA 2 | 99 |
| FIGURA 47. RESULTADOS EVALUACIÓN DE PROTOTIPO FINAL. PRUEBA A AUX. SALUD PREGUNTA 3 | 100 |
| FIGURA 48. ANÁLISIS FOTOGRÁFICO MIEMBRO SUPERIOR | 102 |
| FIGURA 49. ANÁLISIS FOTOGRÁFICO MIEMBRO INFERIOR | 103 |
| FIGURA 50. ANÁLISIS FOTOGRÁFICO TRONCO | 104 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 51. POSICIÓN DE CONTACTO DEL PIE CON EL SUELO | 109 |
| FIGURA 52. COMPOSICIÓN DE TRIÁNGULOS DEL LOGOTIPO..... | 110 |
| FIGURA 53. LOGOTIPO DEL PRODUCTO | 110 |
| FIGURA 54. APLICACIÓN DE COLOR AL LOGOTIPO..... | 111 |
| FIGURA 55. RETÍCULA DE PROPORCIONES..... | 111 |
| FIGURA 56. APLICACIÓN ESCALA DE GRISES AL LOGOTIPO..... | 112 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| TABLA 1. FASES DE LA MARCHA HUMANA NORMAL | 24 |
| TABLA 2. TIPOS DE LIMITACIONES EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD..... | 34 |
| TABLA 3. CORRECTO USO DE ANDADORES..... | 36 |
| TABLA 4. ANÁLISIS DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS ANDADORES | 37 |
| TABLA 5. CORRECTO USO DE BASTONES..... | 45 |
| TABLA 6. ANÁLISIS DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS BASTONES..... | 46 |
| TABLA 7. PATRONES DE MARCHA AL USAR MULETAS..... | 49 |
| TABLA 8. ANÁLISIS DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS MULETAS..... | 53 |
| TABLA 9. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO PARA UN DISPOSITIVO DE APOYO PARA LA MARCHA..... | 56 |
| TABLA 10. EVALUACIÓN ALTERNATIVAS | 66 |
| TABLA 11. EVIDENCIAS PRIMERA INTERACCIÓN CON EL USUARIO..... | 71 |
| TABLA 12. EVIDENCIA EVALUACIÓN FINAL MODELO FUNCIONAL..... | 75 |
| TABLA 13. TABLA EVALUACIÓN PACIENTES PREGUNTA 1 | 78 |
| TABLA 14. TABLA EVALUACIÓN PACIENTES PREGUNTA 2..... | 79 |
| TABLA 15. TABLA EVALUACIÓN PACIENTES PREGUNTA 3..... | 80 |
| TABLA 16. TABLA EVALUACIÓN AUX. SALUD PREGUNTA 1 | 81 |

| | |
|--|-----|
| TABLA 17. TABLA EVALUACIÓN AUX. SALUD PREGUNTA 2 | 82 |
| TABLA 18. TABLA EVALUACIÓN AUX. SALUD PREGUNTA 3 | 83 |
| TABLA 19. MATERIALES Y PROCESOS | 88 |
| TABLA 20. DIAGRAMA DE USO CON EL DISPOSITIVO FIJO | 91 |
| TABLA 21. DIAGRAMA DE USO CON EL DISPOSITIVO MÓVIL..... | 93 |
| TABLA 22. RESULTADO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL. PRUEBA APLICADA A PACIENTES. PREGUNTA 1 | 95 |
| TABLA 23. RESULTADO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL. PRUEBA APLICADA A PACIENTES. PREGUNTA 2 | 96 |
| TABLA 24. RESULTADO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL. PRUEBA APLICADA A PACIENTES. PREGUNTA 3 | 97 |
| TABLA 25. RESULTADO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL. PRUEBA APLICADA A AUX. SALUD. PREGUNTA 1 | 98 |
| TABLA 26. RESULTADO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL. PRUEBA APLICADA A AUX. SALUD. PREGUNTA 2 | 99 |
| TABLA 27. RESULTADO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL. PRUEBA APLICADA A AUX. SALUD. PREGUNTA 3 | 100 |
| TABLA 28. ANÁLISIS COMPARATIVO..... | 106 |

INDICE DE ANEXOS

| | |
|---|------------|
| ANEXO A. TABLAS ANTROPOMÉTRICAS | 119 |
| ANEXO B. FORMATO EVALUACIÓN MODELO FUNCIONAL | 122 |
| ANEXO C. FORMATO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL | 124 |
| ANEXO D. PLANOS | 127 |

1. INTRODUCCION

En el contexto hospitalario la calidad y el servicio siempre van de la mano ya que se trata de la salud de las personas, es por esto que diseñar dispositivos de tecnología de asistencia¹ es un verdadero reto que debe asumirse con responsabilidad y disciplina con el fin de prestar todo el apoyo en la investigación y proponer alternativas que mejoren las condiciones tanto de pacientes como del personal que labora en las clínicas y hospitales.

Por esta razón que se escogió el Hospital Universitario de Santander HUS de la ciudad como ambiente para el desarrollo de este proyecto, al observar la interacción dentro de este, y se notó una situación que llamo la atención y esta era la movilidad de los pacientes con problemas para realizar la marcha por sí mismos; a medida que se profundizo en el tema, se realizaron entrevistas e investigaciones con el fin de recolectar la mayor cantidad de información y de esta maneja poder entender mejor el contexto en el cual se desarrollaría este trabajo.

Con la intención de hacer un aporte para mejorar la movilidad de pacientes que presentan problemas para realizar la marcha normal, este proyecto propuso realizar una investigación a fondo acerca de la fabricación y distribución de DTA para esta clase de pacientes en la región y además sus procesos de fabricación.

Como resultado de la investigación, se desarrolló un proceso de diseño que incluyo no solo la opinión y necesidad de los usuarios, sino también el estudio del contexto y mercado correspondiente a la ciudad de Bucaramanga, planteando requerimientos que encaminaron el proceso de manera adecuada y como resultado final, se propone un dispositivo diseñado específicamente para personas con dificultad para realizar la marcha normal de manera temporal y su propósito principal es servir de apoyo durante la recuperación de los usuarios.

¹ En adelante referidos también como DTA (Dispositivos de tecnología de Asistencia)

2. DESCRIPCION DEL PROYECTO

Dispositivo de apoyo para pacientes en rehabilitación con dificultad para movilizarse y realizar el proceso de marcha normal.

2.1. Justificación

El modelo propuesto por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para abordar la discapacidad permite entenderla como todo lo que comprende una limitación para el desempeño o la ejecución de actividades de la manera considerada por la sociedad y la restricción en la participación social, secundarias a una alteración o lesión en las estructuras o funciones corporales.²

Por otro lado la rehabilitación se entiende como “un proceso complejo que demanda trabajo interdisciplinar”³, que involucra no solamente las profesiones tradicionales de la rehabilitación como medicina, fisioterapia, terapia ocupacional, sino que también incluye sectores como ingeniería, diseño y arquitectura, ya que la discapacidad o limitación puede en algunos casos ser generada por factores externos a la persona.

Según estadísticas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en el mundo hay alrededor de un 10% de la población con discapacidad permanente (motriz, sensoria, mental, entre otras). Además, casi un 15% son discapacitados transitorios (personas que por una u otra razón se ven limitadas en sus posibilidades de desplazamiento, orientación y/o uso de instalaciones de manera temporal) y alrededor de un 12% correspondiente a la franja de la tercera edad; se

² Definición según Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS). CIF Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 2001

³ RIOS, Adriana; ORTIZ, Diana; PATINO Diana M. Sistema de Información en tecnología de asistencia para Bogotá D.C. Revista Ciencias de la salud, Vol. 3 p.18

llega casi a un 40% de la población mundial que padece de algún impedimento o restricción (temporal o permanente) en sus capacidades.⁴

Para mitigar esta situación los dispositivos de tecnología de asistencia (DTA), tienen como objetivo principal mantener o aumentar la capacidad funcional en el individuo, para ayudar en su autonomía personal. En el país cerca de 2'600.000 colombianos presentan algún tipo de discapacidad, sin embargo, aún no existen procesos que prescriban la tecnología de asistencia; las razones varían, pero las de mayor peso son: la escasez de profesionales de la rehabilitación especializados en el área de tecnología de asistencia y la carencia de sistemas de información que permitan conocer los dispositivos de tecnología de asistencia tanto a profesionales como a pacientes.

Por esta razón, en 2005, un grupo interdisciplinar de investigadores pertenecientes a las Universidades Nacional, del Rosario y Distrital realizó un estudio y logró una recopilación de información acerca de los dispositivos de tecnología asistencia disponibles en la ciudad de Bogotá.

Durante dicho estudio se analizaron diferentes productos y a partir de la clasificación dada por la NTC-ISO 9999, se encontró que para la ciudad de Bogotá, la distribución porcentual del mercado y la demanda de dispositivos de ayuda de tecnología de asistencia se encuentra así:

- Ayudad para terapia y entrenamiento (Clase 03⁵): 3%
- Órtesis y Prótesis (Clase 06): 52.6%
- Ayudas para el cuidado y la protección personal (Clase 09): 94.7%

⁴ Organización Mundial de la Salud (OMS). Estadísticas sobre discapacitados en el mundo [en línea]. Consultado 21 de abril de 2013 <<http://www.who.int/research/en/>>

⁵ Organización Mundial de la Salud (OMS). Estadísticas sobre discapacitados en el mundo [en línea]. Consultado 21 de abril de 2013 <<http://www.who.int/research/en/>>

- Ayudas para la movilización personal(Clase12): 23.15%
- Ayudas para actividades domésticas (Clase 15) 1.26%
- Mobiliario y adaptaciones para vivienda y otros inmuebles (Clase 18): 5.26%
- Ayudas para el manejo de bienes y productos (Clase 24): 5.26%

Analizando las estadísticas acerca de la discapacidad no solamente en Colombia sino en el mundo y a partir de la información obtenida en Bogotá, se puede concluir que existe una gran demanda en el mercado en lo relacionado con dispositivos de tecnología de asistencia y que la oferta para este mercado no es suficiente. Es evidente que un porcentaje considerable de la población discapacitada en Colombia debe utilizar dispositivos de ayuda; sin embargo, la falta de información y de conocimientos sobre el tema, sumando a la poca oferta de equipos especializados que el mercado nacional hace que se opte por importar estos dispositivos y adaptarlos a las necesidades de la población que los requieren.

Por lo tanto, este trabajo de investigación de diseño aplicado no solamente pretende indagar sobre el mercado de tecnología de asistencia en la ciudad de Bucaramanga, sino también propuso el desarrollo de un dispositivo de apoyo para la marcha, que cumpliera con todas las reglamentaciones y requerimientos de diseño, elaborado en la región y que permita al usuario aumentar su independencia ayudándolo a mantener su estabilidad mientras recupera sus actividades cotidianas en las que requiera de la actividad de la marcha, luego de un tiempo prolongado de postración en cama.

2.2. Definición del problema

Para poder entender mejor la situación, se observó el día a día de un grupo de personas internadas en el HUS, que presentaban patologías diferentes pero con una característica en común, ninguno de ellos podía mantenerse en pie y realizar

la marcha por sí solos, siempre necesitaron del apoyo del auxiliar de salud que estaba de turno y en algunos casos de un familiar que los acompañaba.

Observar esta situación hizo que se notara una necesidad latente en este contexto, además para poder entender mejor la situación se indagó a algunos de los profesionales de salud que auxiliaban este tipo de pacientes, encontrando además que ellos también se veían afectados por esta situación ya que al no tener cierto grado de independencia, los pacientes dependían de ellos para poder realizar actividades como ponerse de pie o caminar hacia el baño y manifestaron que aunque esto es parte de su trabajo, la carga que deben soportar al atender a más de 10 pacientes a por turno (en algunos casos más) ellos presentaban en ocasiones dolores y molestias físicas, sin mencionar que el riesgo de caída siempre está presente.

Se tomó en cuenta esta información primaria, y se analizó el ambiente de los posibles usuarios, se empezó a focalizar el problema con la intención de plantear una solución que tomara en cuenta las necesidades tanto de pacientes como de los auxiliares de salud.

Para continuar con el proceso de diseño se planteó una pregunta de investigación que ayudaría a centrar el problema y que sería la pauta a partir de la cual se comenzaría a desarrollar el trabajo. Como pregunta principal se planteó:

¿Cómo facilitar la movilidad a pacientes con problemas en la marcha normal de forma segura e independiente durante su proceso de rehabilitación en el hospital o clínica?

Facilitar esta movilidad desencadena otro tipo de preguntas, se debe aclarar que el objetivo de este proyecto es permitir que los pacientes se muevan por sí mismos, se desea dar independencia y seguridad a los usuarios para que ellos mismos se impulsen y se muevan dentro de las zonas permitidas y que el nivel de

supervisión sea bajo, es decir, que no tienen que estar todo el tiempo acompañados.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Diseñar y construir un dispositivo de apoyo para la rehabilitación de pacientes hospitalizados, con dificultad para realizar la marcha normal de manera independiente.

2.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los métodos de movilización de pacientes actualmente utilizados en los hospitales y clínicas de Bucaramanga y su área metropolitana.
- Analizar las ventajas y desventajas de los métodos de movilización encontrados y como afectan el normal desarrollo de las actividades diarias de los pacientes durante su proceso de recuperación.
- Proponer una solución que brinde seguridad y permita al paciente mantener su equilibrio sin alterar o restringir sus movimientos.
- Evaluar la funcionalidad y usabilidad del sistema propuesto contra los sistemas actualmente usados.

3. MARCO TEÓRICO

Para poder diseñar un dispositivo de tecnología asistida (DTA) para la marcha es importante saber cómo actúa el cuerpo dentro de este ciclo. Se necesita comprender la biomecánica de la marcha humana que describe el comportamiento de los diferentes músculos, huesos, articulaciones y demás elementos involucrados durante el proceso.

También es importante entender las diferentes patologías y alteraciones que se presentan en la marcha, su causa y tratamiento, ya que esta recopilación de información es la guía para el diseño y optimización de este proyecto.

3.1. Ciclo de Marcha

En el libro Biomecánica de la marcha humana normal y patológica, se describe la locomoción humana normal como “una serie de movimientos alterantes, rítmicos de las extremidades y del tronco que determinan un desplazamiento hacia adelante del centro de gravedad”⁶

El inicio del ciclo de la marcha se asume cuando un pie hace contacto con el suelo y termina con el siguiente contacto de este mismo pie; a la distancia entre estos dos puntos se le conoce como paso completo.

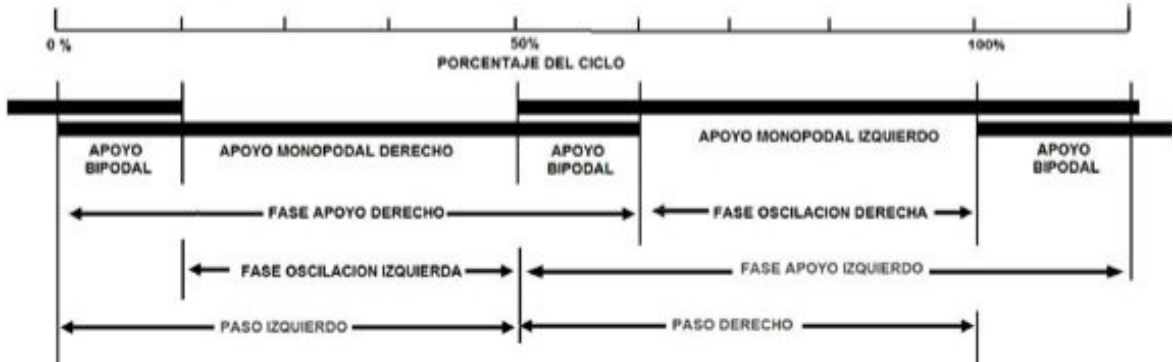
También se divide el ciclo de la marcha en dos fases importantes:

- La fase de apoyo (cuando la pierna está en contacto con el suelo)
- La fase de balanceo (cuando la pierna no está en contacto con el suelo)

⁶ VERA, Pedro M; Fabregat, Alex; Lafuente, Rubén. Biomecánica de la marcha normal y patológica. Editorial IBV, 2005. I.S.B.N. 84-95448-12-2

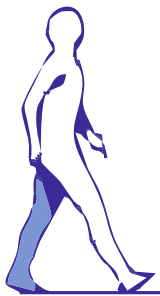
Estas dos fases se van alternando de una pierna a la otra durante el ciclo de marcha. En la figura 1 se muestra un esquema del ciclo de marcha normal completo. Además a continuación en la tabla 1, se explican más detalladamente el ciclo de la marcha humana.

Figura 1. Representación de los principales componentes de la marcha



Fuente Imagen: <http://reumatologia.diariomedico.com/>

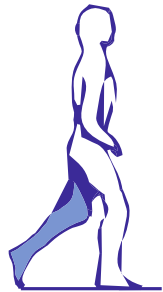
Tabla 1. Fases de la Marcha Humana Normal

| Fase de contacto Inicial (CI) | |
|---|---|
| <p>Demarca la toma de contacto del pie con el suelo. Su objetivo es posicionar el miembro para iniciar el apoyo. En la marcha normal el contacto con el suelo tiene lugar a través del talón. Representa entre el 0% y el 2% del ciclo de marcha.</p> | |
| <p>Figura 2. Fase de Contacto Inicial</p>  | <p>La cadera esta flexionada, la rodilla en extensión y el tobillo en posición neutra. El contacto con el suelo se produce por el talón. El miembro de referencia es el derecho y aparece destacado en la figura. El otro miembro se encuentra en la fase final de apoyo.</p> |

Fase inicial de apoyo (AI)

Esta fase representa aproximadamente el 10% del ciclo de la marcha en apoyo bipodal. Su principal objetivo es mantener una progresión suave, mediante el rodillo del talón, al tiempo que el descenso del cuerpo se amortigua.

Figura 3. Fase Inicial de Apoyo

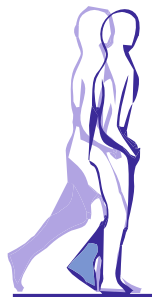


En esta fase el miembro de referencia asume la carga del cuerpo. La flexión de la rodilla, propiciada por el mecanismo de rodillo del talón, absorbe el impacto. La flexión planar del tobillo finaliza con el contacto completo de la planta del pie. En este punto el miembro opuesto se encuentra en la fase previa a la oscilación.

Fase media de apoyo (AM)

Inicia con el despegue del talón con el suelo. La finalidad de esta etapa es la progresión del cuerpo sobre el pie que permanece estático, manteniendo la estabilidad del miembro y del tronco. Esta fase comprende entre el 10 y el 30 % del ciclo de la marcha.

Figura 4. Fase media de Apoyo

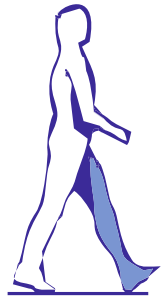


El rodillo del tobillo permite el avance del miembro en la primera mitad del apoyo monopodal, mientras la rodilla termina su flexión y se extiende, la cadera se extiende también.

Fase final de Apoyo (AF)

Comienza con el despegue del talón y finaliza cuando el miembro contrario contacta el suelo. En esta fase el cuerpo sobrepasa hacia adelante el pie soporte, cayendo levemente hacia adelante. Esta fase representa entre el 30% y el 50% del ciclo total de la marcha y su objetivo principal es proporcionar aceleración y asegurar una longitud de zancada adecuada.

Figura 5. Fase final de Apoyo

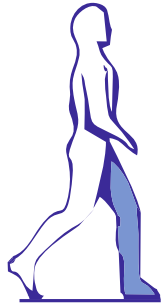


Se produce el despegue del talón y el miembro avanza sobre el rodillo del antepie. La rodilla termina su extensión y comienza a flexionarse levemente. La cadera continúa su extensión, retrasando el miembro. El miembro contrario está en su fase final de oscilación.

Fase Previa a la oscilación (OP)

El contacto inicial del pie contrario marca el inicio de la fase previa a la oscilación que termina con el despegue del antepie. En este punto el miembro de referencia se prepara para realizar la oscilación o balanceo, facilitada por la entrada de carga del miembro contralateral hacia el que se trasfiere rápidamente el peso corporal. Esta fase comprende entre el 50% y el 60% del ciclo total de la marcha.

Figura 6. Fase previa de Oscilación

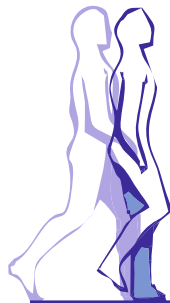


El otro miembro contacta con el suelo comenzando el segundo periodo de apoyo bipodal. El tobillo de referencia se flexiona plantarmente, la rodilla se sigue flexionando y la cadera reduce su extensión.

Fase Inicial de oscilación (OI)

Esta fase constituye un tercio del periodo de oscilación, comienza con el despegue del miembro y termina cuando esta alcanza al miembro contralateral. Comprende entre el 60% y el 73% del ciclo de la marcha y su objetivo principal es conseguir la separación del pie de referencia del suelo y alcanzar la cadencia deseada.

Figura 7. Fase inicial de Oscilación



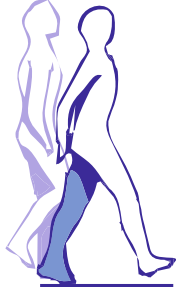
La flexión combinada de la cadera y la rodilla eleva el pie y desplaza el miembro hacia adelante. El miembro opuesto se encuentra en la fase media de apoyo.

Fase media de la oscilación (OM)

Comienza cuando los dos miembros se cruzan y finaliza cuando la tibia del miembro oscilante alcanza una posición vertical, ya

sobrepasando el miembro de apoyo. Comprende entre el 73% y el 83% del ciclo de la marcha y su función principal es mantener el pie separado del suelo.

Figura 8. Fase media de Oscilación

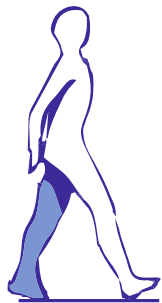


La progresión se mantiene gracias a la flexión continuada de la cadera. La rodilla se comporta como un péndulo frente a la acción de la gravedad y el tobillo dorsiflexa hacia su posición neutra (0°). El otro miembro está en su fase media de apoyo.

Fase final de oscilación (OF)

El periodo de oscilación y el ciclo de la marcha finalizan con la fase final de oscilación, limitada por el contacto del miembro de referencia con el suelo, que da paso a una nueva zancada. En esta etapa se ultima el avance del miembro y se lleva a cabo la preparación para el contacto con el suelo. Esta fase está comprendida entre el 83% y el 100% del ciclo de la marcha.

Figura 9. Fase final de Oscilación



La extensión de la rodilla completa el avance del miembro de referencia. La cadera y el tobillo mantienen sus posturas. El miembro contralateral realiza la fase final de apoyo.

3.2. Usuarios y la Marcha Patológica

El estudio y análisis de un paciente con patologías en la marcha, aporta grandes posibilidades no solo para su evaluación clínica, sino que permite hacer un seguimiento de sus lesiones y alteraciones, permitiendo determinar la naturaleza y severidad de las mismas, también la adecuación ya sea de órtesis o prótesis y en definitiva mejorar su rehabilitación.

Las patologías aun cuando afectan diferentes fases de la marcha, tienen factores causantes comunes. En el libro Biomecánica de la marcha humana normal y patológica el autor resalta que los mayores factores alteradores de la marcha humana normal son:

- Dolor
- Debilidad Muscular
- Deformidad
- Déficit de control neurológico

Si bien existen diferentes tipos de marcha patológica, algunas requieren de cuidados especiales, además algunas estos trastornos pueden ser permanentes o temporales, dependiendo del caso. Para los Fines de este proyecto se estudiaron aquellas patologías que son temporales, sus causas y procesos de rehabilitación.

3.3. Características de los Usuarios Objetivo

Cuando hablamos de marcha patológica nos referimos a patrones inusuales e incontrolables al andar, que generalmente se deben a enfermedades o lesiones en las piernas, los pies, cerebro, medula u oído interno.

Aunque las causas sean diferentes, se presentan algunos patrones más comunes que otros, como la falta de equilibrio, debilidad en las piernas y movimientos involuntarios de las mismas. Las personas seleccionadas para este proyecto, presentan los patrones más comunes y además tienen una cosa en común, su patología es temporal, tratable y corregible.

Para el estudio de este proyecto el grupo de usuarios objetivo se divide en dos grupos:

A. Usuarios que apoyan los dos miembros: en este grupo clasifican aquellas personas que pueden apoyar sus dos miembros en el suelo pero necesitan soporte para realizar la marcha. Las causas pueden ser cirugía cerebral, una enfermedad que cause pérdida de equilibrio, debilidad o aquellos que permanecieron mucho tiempo acostados.

B. Usuarios que solo pueden aplicar el apoyo en un solo miembro: Usuarios que fueron sometidos a cirugía o que sufrieron una fractura en uno de sus miembros inferiores y que durante su proceso de recuperación solo pueden aplicar el apoyo en su miembro sano.

Accidentes de tránsito, cirugías cerebrales, fracturas y lesiones en el oído interno, son las causas más comunes de trastornos temporales en la marcha que se pueden encontrar en el día a día en un hospital. Aunque su rehabilitación varía dependiendo de su condición, el ejercicio, la práctica y la seguridad para caminar, influyen en la mejoría de su condición.

- **Rehabilitación Fractura Miembro Inferior:**

Aunque su proceso de rehabilitación es largo y depende del tipo de fractura, el protocolo de rehabilitación recomienda al paciente empezar a caminar con apoyo en 2 bastones (sin apoyo del yeso) desde el día siguiente⁷. Aproximadamente después de 12 semanas y una vez retirado el yeso, se recomienda apoyar la terapia física con la deambulación controlada con apoyo.

- **Rehabilitación cuando hay Falta de Equilibrio:** El tratamiento consta de:

⁷ Tratamiento fractura miembro inferior [en línea]. Consultado 15 de febrero de 2014. <http://escuela.med.puc.cl/publ/OrtopediaTraumatologia/Trau_Secc01/Trau_Sec01_45.html>

- Ejercicios de habituación para reentrenar el sistema de control del equilibrio.
 - Ejercicios de estabilización de la mirada para reentrenar a los ojos a que mantengan enfocada la vista fija mientras se mueve la cabeza. Estos ejercicios alivian la falta de equilibrio.
 - Entrenamiento de marcha y equilibrio, que incluye pararse y caminar sobre diferentes superficies⁸.
- **Rehabilitación cuando se presenta debilidad muscular en miembro inferior**

La rehabilitación para este tipo de pacientes debe enfocarse en:

- Mejorar fuerza, resistencia muscular y movimiento articular de los miembros inferiores.
- Entrenamiento de la coordinación y equilibrio.
- Educación.

Ejercicios como el uso de la bicicleta estacionaria, theraband⁹, sumados con la terapia física, pueden ayudar a mejorar la fuerza y resistencia del miembro afectado. En el caso directo de la marcha, se recomienda trabajar la marcha anterógrada, retrograda y lateral¹⁰ tanto dentro de las barras como fuera de ellas, esquivar obstáculos, marcha en superficies irregulares y el subir y bajar escaleras. Si la inestabilidad en la marcha fuera de las barras fuese evidente se deberá entrenar la marcha con bastón de un punto, cuatro puntos o andadera según la necesidad¹¹.

⁸ Conemaugh Health System. Problemas de Equilibrio: Tratamiento de Rehabilitación [en línea]. Consultado 16 de febrero de 2014 <<http://conemaugh.kramesonline.com/Spanish/3,S,85846>>

⁹ Bandas Elásticas usadas en fisioterapia

¹⁰ Marcha hacia adelante, atrás y de lado.

¹¹ Prevención y tratamiento del síndrome de las caídas [en línea]. Consultado 15 de febrero de 2014 <<http://www.efisioterapia.net/articulos/fisioterapia-la-prevencion-y-tratamiento-del-sindrome-caidas>>

- **Rehabilitación después de cirugía cerebral**

“Para muchos pacientes, la cirugía no es el fin de la crisis”¹². Algunos pacientes requerirán rehabilitación para recuperarse de la cirugía o en algunos casos de secuelas dejadas por estas. Las secuelas varían dependiendo del tipo de cirugía y también de las características físicas y psicológicas del paciente tratado.

La terapia física es una pieza clave en el proceso de rehabilitación, ya que en la mayoría de los casos los pacientes intervenidos presentan debilidad muscular. Aunque la cirugía no afecta directamente los músculos del cuerpo, el paciente pierde fuerzas cuando es inmovilizado en una cama de hospital, y si la movilización es prolongada, la debilidad será mayor. En estos casos, la terapia física incluye ejercicios de equilibrio, coordinación, entrenamiento de caminar y fortaleza total.

Si bien las causas, síntomas y procesos de rehabilitación cambian, en la mayoría de los casos, el factor común que se puede encontrar es el entrenamiento de la marcha como factor clave en el proceso de recuperación de los pacientes.

Es por esta razón que para el desarrollo de este trabajo se escogieron pacientes voluntarios que presentaban diferentes causas de alteración de la marcha, pero que tenían en común su necesidad de practicar el proceso de marcha de manera más independiente y segura.

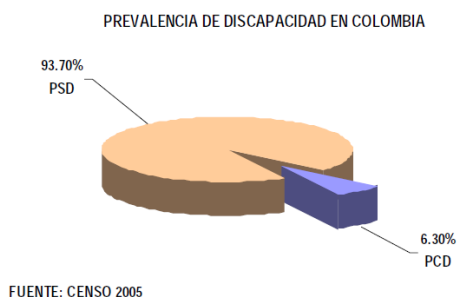
3.4. Análisis de Mercado

De acuerdo con los datos mostrados en la figura 10 tomados del Censo General del 2005, la tasa de discapacidad para el total de la población Colombiana

¹² Anglioma Alliance. La rehabilitación [en línea]. Consultado 15 de febrero de 2014. <http://www.angiomaalliance.com/pages.aspx?content=231#.Uw_OemJdWE4>

es de 6.3% (2'581,032 PCD), siendo mayor en hombres (6,6%) que en mujeres (6,1%).¹³

Figura 10. Prevalencia de Discapacidad en Colombia



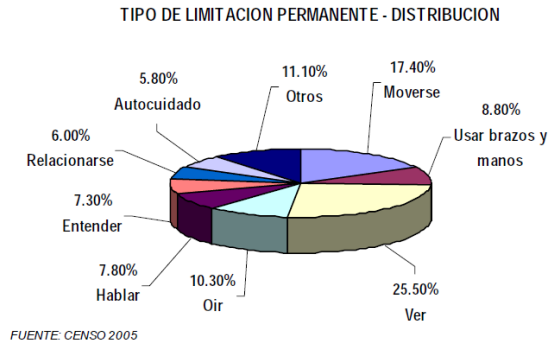
Fuente: Censo General DANE, 2005.

En cuanto al tipo de limitaciones podemos observar en la figura 11 que del total de personas que reportaron alguna limitación en Colombia, el 29.3% poseen limitaciones para moverse o caminar, el 14.6% para usar brazos y manos, el 43.4% para ver a pesar de usar lentes o gafas, el 17.3% para oír aun con aparatos especiales, el 13.0% para hablar, el 11.7% para entender o aprender, el 9.4% para relacionarse con los demás por problemas mentales o emocionales, el 9.9% para bañarse, vestirse o alimentarse por sí mismo (autocuidado) y el 18.8% presentan otra limitación.¹⁴

Figura 11. Tipo de Limitación permanente - distribución

¹³ Censo General DANE, 2005. La discapacidad según el censo. Tasa de discapacidad en Colombia [En línea] Consultado 29 de abril de 2013 <[http://www.dane.gov.co/files / censo2005/discapacidad.pdf](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/discapacidad.pdf)>

¹⁴ Censo General DANE, 2005. La discapacidad según el censo. Tipos de limitaciones en PCD en Colombia [En línea] Consultado 29 de abril de 2013 <<http://www.dane.gov.co/files / censo2005/discapacidad.pdf>>



Fuente: Censo General DANE, 2005

Tabla 2. Tipos de Limitaciones en personas con discapacidad

| TIPOS DE LIMITACIONES PERMANENTES EN PCD | | |
|--|------------------|---------------|
| | Nº Limitaciones | % Limitación |
| Moverse o caminar | 761,404 | 17.40 |
| Usar brazos y manos | 384,574 | 8.80 |
| Ver a pesar de usar gafas | 1,115,006 | 25.50 |
| Oír, aun con aparatos especiales | 449,100 | 10.30 |
| Hablar | 340,696 | 7.80 |
| Entender o aprender | 317,467 | 7.30 |
| Relacionarse con los demás | 260,684 | 6.00 |
| Autocuidado | 252,941 | 5.80 |
| Otra limitación permanente | 485,234 | 11.10 |
| TOTAL LIMITACIONES | 4,367,106 | 100.00 |

Fuente: Censo General DANE, 2005.

Si tomamos como referencia que el 29, 3% de la población colombiana tiene limitación para moverse o caminar podemos deducir que este porcentaje de población requiere de algún dispositivo de ayuda para la movilidad.

La Organización Internacional de Normalización ISO define estos dispositivos de manera general como “Productos fabricados específicamente o disponibles en el mercado, cuya función es la de permitir o facilitar la realización de determinadas

acciones, de tal manera que sin su uso, estas tareas serían imposibles o muy difíciles de realizar para un individuo en una situación determinada”.¹⁵

El término ayuda técnica se está sustituyendo por el de Dispositivo de tecnología asistida (DTA) y abarca cualquier producto (incluyendo dispositivos, equipo, instrumentos, tecnología y software) fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, controlar, mitigar o neutralizar deficiencias, limitaciones en la actividad y restricciones en la participación.

Para el caso de la marcha son dispositivos que proporcionan, durante el desarrollo de esta un apoyo adicional del cuerpo al suelo, su objetivo principal es permitir el desplazamiento y la movilidad, así como la bipedestación.

Aunque existes diferentes tipos de clasificaciones, los DTA para la marcha están divididos en dos grandes grupos, los fijos y los móviles. Parta los efectos de este trabajo la investigación se centró en los diferentes tipos de objetos de apoyo móviles para la marcha. A su vez, dentro de los dispositivos de apoyo móvil, existen tres grandes sub-grupos:

- Andadores
- Bastones
- Muletas

3.5. Andadores

Son Dispositivos que proveen mayor soporte y mejor equilibrio. Como se puede observar en la figura 12, casi siempre utilizan 4 puntos de apoyo y se colocan habitualmente delante del paciente. Requieren que el paciente tenga suficiente equilibrio y fuerza en las extremidades superiores para poner coordinar un

¹⁵ Organización Internacional de Normalización ISO - Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología. Norma UNIT-ISO9999:2011

movimiento hacia adelante elevando el andador sobre el piso. Un paciente con menor capacidad de desplazamiento puede beneficiarse por un sistema recíprocante (paso a paso) o por la adaptación de ruedas anteriores, en este caso el andador permanecerá en contacto con el piso al desplazarse.

Figura 12. Tipos de andadores



Fuente: <http://www.jano.es/farma/>

Está indicado en pacientes con debilidad de miembros inferiores, trastornos del equilibrio o aquellos que presentan una disminución general de la fuerza pero que la mantienen a nivel de los brazos para poder manejar este dispositivo. Se recomienda su utilización tras periodos prolongados de inmovilidad con debilidad generalizada o si la marcha es inestable. En la tabla 3 mostrada a continuación se enseña el correcto uso de los andadores.

Tabla 3. Correcto uso de andadores


| MODO CORRECTO DE USO | | |
|--|--|---|
| AL CAMINAR | AL SENTARSE | AL LEVANTARSE |
| 1 Posicione el andador un paso más adelante y camine hacia delante PRIMERO con la pierna AFECTADA y | 1 Para sentarse gire usando el andador siempre, hasta sentir que la silla está detrás suyo. | 1 Coloque el andador frente a la silla o sillón. 2 Incorpórese haciendo presión firme en |

| | | |
|--|---|---|
| luego con la sana. | Coloque suavemente las manos en los apoyabrazos, flexiónese levemente hacia adelante y siéntese lentamente. | ambos apoyabrazos de la silla o sillón y luego, una vez que esté plenamente parado, apoye sus manos sobre el andador. |
| 2 Una vez que ha ganado confianza, levante y avance el andador en tramos corto. Si el andador posee ruedas simplemente empújelo. | | |

3.5.1. Estado del Arte

La tabla 4 que se muestra a continuación, es una recopilación de algunos tipos de andadores encontrados en el mercado actualmente, también contiene un análisis individual de sus ventajas y desventajas. Realizar este análisis nos permitió notar cuales eran los puntos fuertes y las debilidades de cada elemento y tomando esta información en cuenta para la realización de este proyecto.

Tabla 4. Análisis de Ventajas y Desventajas Andadores

| ANDADOR RECIPROCANTE | | | | |
|--|--|-----------------|--------------------|--|
|  | <p>CARACTERISTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fabricado en aluminio anodizado brillante o mate. - Altura regulable. - Plegado rápido por botón. - Regatones terminales antideslizantes. - Puede utilizarse tanto paso a paso como fijo. | | | |
| | <table border="1"> <thead> <tr> <th>VENTAJAS</th> <th>DESVENTAJAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Altura ajustable para mejor adaptación del paciente - Fácil de plegar y transportar - Elaborado en materiales que le brindan resistencia </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> - Dificultad en escaleras y terreno irregular - Dificultad en espacios estrechos - No brinda seguridad al momento de caída - Requiere que el paciente cuente con tanto fuerza como equilibrio para su uso </td> </tr> </tbody> </table> | VENTAJAS | DESVENTAJAS | <ul style="list-style-type: none"> - Altura ajustable para mejor adaptación del paciente - Fácil de plegar y transportar - Elaborado en materiales que le brindan resistencia |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Altura ajustable para mejor adaptación del paciente - Fácil de plegar y transportar - Elaborado en materiales que le brindan resistencia | <ul style="list-style-type: none"> - Dificultad en escaleras y terreno irregular - Dificultad en espacios estrechos - No brinda seguridad al momento de caída - Requiere que el paciente cuente con tanto fuerza como equilibrio para su uso | | | |

| ANDADOR FIJO | |
|--|---|
| CARACTERISTICAS |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - Construido en caño de acero de 19 mm. de diámetro. - Altura no regulable (80 cm) - Empuñaduras perfiladas. - 4 regatones (conteras) terminales antideslizantes. | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Construido en un material muy resistente - Sus cuatro puntos de apoyo le dan gran estabilidad | <ul style="list-style-type: none"> - Limita la movilidad de ambos miembros superiores - Dificultad para subir y bajar escaleras - Su uso requiere igualdad de fuerza y movimiento en miembros superiores |
| ANDADOR PLEGABLE | |
|  | CARACTERISTICAS |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Construido en acero o aluminio anodizado de 19-22 mm. de diámetro. - Mecanismo de plegado rápido. - Altura regulable: 63,5-91,5 cm. - Empuñaduras perfiladas que permiten una sujeción adecuada. - Regatones terminales antideslizantes de goma. - Peso: 1,9-2,3 Kg. |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |

| | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - La amplia base de sustentación mejora la estabilidad - Posibilidad de realizar una marcha en 3 tiempos que da una mayor seguridad - Al ser plegable facilita su movilidad y transporte | <ul style="list-style-type: none"> - Requiere igual fuerza y movilidad en los miembros superiores - No brinda seguridad en caso de caída |
|--|--|

ANDADOR CON APOYABRAZOS

CARACTERISTICAS

ANDADOR CON APOYABRAZOS

- Dispone de 2 estructuras acolchadas que permiten apoyar los antebrazos.
- Las empuñaduras pueden girar para adaptarse mejor.
- Las patas delanteras están provistas de ruedas pequeñas de 50 mm.
- Altura regulable. 740-915 mm.
- Peso: 3,1-3,3 Kg.



VENTAJAS

- Los apoyabrazos brindan apoyo y descanso
- Altura ajustable

DESVENTAJAS


- Obliga al cuerpo a inclinarse hacia adelante
- Dificultad de manipulación en terrenos inestables o escaleras

ANDADOR TRIANGULAR PLEGABLE

CARACTERISTICAS



- Fabricado en aluminio.
- Altura regulable.
- Empuñaduras forradas.
- Capuchones de las patas de goma antideslizante para mayor seguridad.
- Plegable para guardarse o transportarse.
- Altura ajustable: 840-915 mm.

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Al ser plegable es fácil de manipular y transportar - Elaborado en materiales livianos - Apoyo en trípode | <ul style="list-style-type: none"> - No brinda seguridad al momento de caída - No brinda apoyo en la transición sedestación - bipedestación |
| ANDADOR DOBLE EMPUÑADURA | |
| CARACTERÍSTICAS |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - Confeccionado en aluminio. - Presenta empuñaduras a 2 niveles lo cual facilita la bipedestación activa del paciente. - Sistema plegable para facilitar su traslado. - Altura regulable ajustable entre 80 - 90 cm. | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Posibilidad de asistir el paso sedestación-bipedestación - La amplia base de sustentación mejora la estabilidad - Fácil traslado al ser plegable | <ul style="list-style-type: none"> - El sistema ajustable de altura es limitado - Dificultad en escaleras y terreno irregular - Dificultad en espacios estrechos |

ANDADOR PARA ASCENSO



CARACTERISTICAS

- Confeccionado en tubo de aluminio.
- Facilita el ascenso y descenso de escalones.
- Altura: 64.8 – 90.2 cm. ajustable en 1"
- Ancho entre empuñaduras: 41.9 cm
- Ancho de la base: 61 cm
- Peso: 2.3 kg

VENTAJAS

- Estable
- Su altura ajustable permite mejor adaptación al paciente
- Posibilidad de asistir el paso sedestación-bipedestación
- Resistente

DESVENTAJAS

- No brinda seguridad al momento de caída
- No tiene ruedas
- Dificultad de uso en terreno irregular

HEMIANDADOR (HEMIWALKER)

CARACTERISTICAS

- Especialmente diseñado para pacientes hemiparéticos.
- Fabricado en aluminio ligero con sistema de plegado rápido.
- Altura regulable 76 a 86 cm con incrementos de 2.5 cm.
- 4 puntos de apoyo que brindan mayor base de sustentación con conteras antideslizantes.
- Peso: 1,6 Kg.



VENTAJAS

- Debido al material en el que está construido es liviano
- Fácil de manipular
- Estable

DESVENTAJAS

- Solo brinda apoyo de un solo lado del cuerpo
- Limita el movimiento del miembro que lo sostiene
- Se debe contar con equilibrio y fuerza para manipularlo
- No brinda seguridad en casa de caída.

ANDADOR CON ASIENTO Y RUEDAS

CARACTERISTICAS



- Fabricado en acero o aluminio.
- Sistema de asiento acolchado (para descansar durante el paseo).
- Apoyos antebraquiales regulables.
- Cesta bajo el asiento (colocar objetos cuando se sale de paseo o de compras)
- 4 juegos de ruedas (simples o dobles) que los hacen muy manejables.
- Existen modelos fijos o ajustables en altura.
- Peso: 3,8 - 4.6 Kg.

VENTAJAS

- Tiene altura ajustable
- El asiento permite descansar durante largos trayectos
- Tiene ruedas para mayor facilidad de movimiento
- Seguro en caso de caída

DESVENTAJAS



- El asiento limita el movimiento libre del cuerpo
- Dificil ubicación del paciente

ANDADOR CON SOPORTE TORAXICO (KAYE)

CARACTERISTICAS

- Sistema para desplazamiento de los niños PCI.
- Soporte torácico estabilizador.
- Empuñadura anterior (parte frontal).



| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Es estable - Es fácil de mover - Tiene soporte en el tórax. | <ul style="list-style-type: none"> - Obliga al cuerpo a inclinarse hacia adelante - Ocupa mucho espacio. |
| ANDADOR CON RUEDAS/MARCA (FRAME) | |
|  | CARACTERISTICAS |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Sistema de suspensión tipo arnés con marco para pacientes lesionados medulares. - Base de sustentación amplia con 4 ruedas. - Empuñaduras laterales. |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Tiene sistema de seguridad para evitar caídas - Tiene ruedas para facilitar la movilidad - Es estable | <ul style="list-style-type: none"> - Tiene muchas piezas - Ocupa mucho espacio - Limita los movimientos del cuerpo - Es pesado |
| MESA DE BIPEDESTACION (STANDING FRAME) | |
| CARACTERISTICAS |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - Utilizada para mantener la bipedestación. - Tablero para efectuar actividades diversas. - Regulable en altura. - 4 ruedas para facilitar el desplazamiento. | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Tiene gran estabilidad - Es seguro - Fácil desplazamiento | <ul style="list-style-type: none"> - Ocupa mucho espacio - Es difícil de manipular - Tiene muchas piezas - No permite el libre movimiento del cuerpo |

3.6. Bastones

Su objetivo es proporcionar estabilidad al paciente, así como también una pequeña descarga de una de sus extremidades. Están indicados para períodos de transición entre la marcha en las paralelas o andadores. Suelen utilizarlos pacientes geriátricos que han sufrido fracturas de cadera, amputados de miembro inferior para iniciar la marcha, hemipléjicos, pacientes amputados de miembro inferior y pacientes con secuelas paralíticas graves. Como podemos observar en la figura 13 Existen diferentes tipos de bastones con diferentes tipos de apoyos.

Figura 13. Bastones



Fuente: <http://www.medicalart.com.mx/1bastones.html>

Tabla 5. Correcto uso de Bastones

| MODO CORRECTO DE USO | | |
|--|--|--|
| AL CAMINAR | AL SENTARSE | AL LEVANTARSE |
| <p>1 Coloque el bastón a aproximadamente 10 cms del lado de su pierna más fuerte.</p> <p>2 Recueste el peso sobre su lado más fuerte.</p> <p>3 Mueva el bastón aproximadamente 10cms al frente de su pierna más fuerte, avanzando al mismo tiempo su pierna</p> | <p>1 Párese colocando la parte trasera de sus piernas contra el asiento de la silla.</p> <p>2 Recueste el bastón contra la silla.</p> <p>3 Estire los brazos hacia atrás hasta alcanzar con las dos manos las agarraderas</p> | <p>1 Sostenga el bastón con su mano más fuerte.</p> <p>2 Agarre los brazos de la silla.</p> <p>3 Coloque su pie más fuerte un poco hacia delante.</p> <p>4 Inclínese un poco hacia delante y empuje sobre los brazos de la</p> |

| | | |
|--|---|---|
| más débil. | de la silla. | silla para levantarse. |
| 4 Use el bastón para ayudar a quitar el peso de su pierna más débil, moviendo su pierna más fuerte hacia delante. | 4 Levante ligeramente del piso la pierna más débil. | 5 Párese colocando su bastón a una distancia de 4 pulgadas (10cms) de su pie más fuerte. |
| 5 Su talón debe quedar un poco más adelante de la punta del bastón. | 5 Recueste todo el peso de su cuerpo sobre su pierna más fuerte. | 6 Espere unos segundos para que se acostumbre a estar parado antes de empezar a caminar. |
| 6 Repita estos pasos y trate de caminar derecho. | 6 Siéntese despacio y deslícese hacia dentro de la silla. | |

3.6.1. Estado del Arte

A continuación se muestra la tabla 6 con el análisis de los bastones encontrados en el mercado, junto con la recopilación de ventajas y desventajas de cada elemento.

Tabla 6. Análisis de Ventajas y Desventajas Bastones

| BASTON DE MANO | |
|---|---|
| | CARACTERISTICAS |
|  | <ul style="list-style-type: none"> - Elaborado en diferentes materiales, como madera, aluminio, acero. - Liviano y resistente - Pueden ser fijos o con altura ajustable - Medida aproximada: 89 cm. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Poco pesados - Más económico en comparación con los otros objetos de apoyo | <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo manual - Inestables - Restringen la movilidad del miembro que los sujeta - No brinda seguridad en caso de caída |
| BASTON CON MANGO EN “T” | |
| CARACTERISTICAS |  |
| <ul style="list-style-type: none"> - Generalmente fabricados en madera, plástico o metal. - Son muy usados cuando el paciente presenta debilidad en la mano - Ayuda a la estabilidad - Cuenta con una tapa estabilizante y antideslizante - Altura a medida. | |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Poco pesados - Más económico en comparación con los otros objetos de apoyo - Altura ajustable para mejor adaptación | <ul style="list-style-type: none"> - Apoyo manual - Inestables - Restringen la movilidad del miembro que los sujeta - No brinda seguridad en caso de caída |

| BASTON MULTIPODAL | |
|--|--|
|  | <p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • La función principal de los bastones multipodales es proporcionar estabilidad. • Conviene vigilar el desgaste de la contera para reemplazarla. • Longitud de empuñadura: entre 65 y 110 mm. • Altura bastón: entre 350 y 1.100 mm. • Anchura empuñadura: entre 25 y 50 mm. • Distancia entre ajustes: 25 mm. • Diámetro caña: 25 mm. • Diámetro contera: ≥ 35 mm. <p>Diámetro del pie de apoyo: 345 mm.</p> |
| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
| <ul style="list-style-type: none"> - Debido al material en el que está construido es liviano - Fácil de manipular - Estable | <ul style="list-style-type: none"> - Solo brinda apoyo de un solo lado del cuerpo - Limita el movimiento del miembro que lo sostiene - Se debe contar con equilibrio y fuerza para manipularlo - No brinda seguridad en casa de caída. |

3.7. Muletas

Son dispositivos ortopédicos que permiten realizar un apoyo directo sobre el tronco, lo que proporciona una gran estabilidad y equilibrio. Su objetivo general es distribuir la carga entre el miembro inferior afectado y la muleta. En general, los pacientes las aceptan con mucha dificultad.

Figura 14. Tipos de Muletas



Fuente: <http://www.vialibre.es/ES/ProductosServicios/ProductosApoyo>

Como podemos notar en la figura 14, la parte superior de la muleta siempre esta acolchada esto de deba a que para para impedir la compresión del nervio radial de la axila, el apoyo debe estar muy almohadillado con materiales como la gomaespuma. El apoyo de la muleta debe realizarse contra el tórax, que soportará el peso, evitando realizarlo directamente en el hueco axilar, pues se producirá compresión nerviosa con parestesias, parálisis y pérdida de fuerza muscular.

Existen CIERTOS patrones de marcha de acuerdo con el objetivo de uso que se le dé a las muletas, estos patrones son:

Tabla 7. Patrones de Marcha al usar Muletas

MARCHA EN CUATRO PUNTOS

CARACTERISTICAS

Marcha lenta y estable, ya que tres puntos de contacto se mantienen durante todo el proceso

Figura 15. Marcha en Cuatro puntos

El peso se reparte entre las extremidades y las muletas

Es usada cuando las dos extremidades están afectadas debido a desequilibrio o debilidad muscular

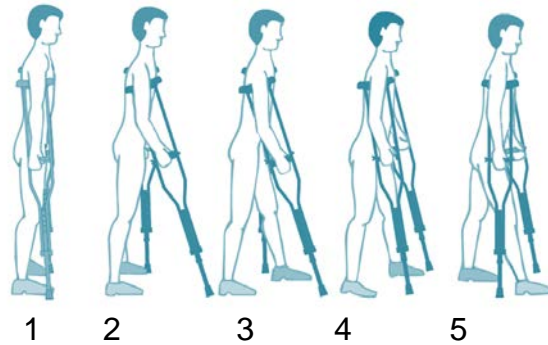
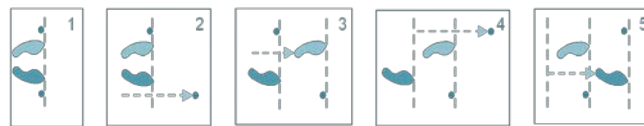


Figura 16. Fases de la Marcha en Cuatro Puntos.

FASES

- 1 Posición inicial en trípode.
- 2 Avanza muleta derecha.
- 3 Avanza miembro inferior izquierdo.
- 4 Avanza muleta izquierda.
- 5 Avanza miembro inferior derecho.



Fuente: Autor

MARCHA EN TRES PUNTOS DE APOYO

CARACTERISTICAS

Es usada cuando no se desea o no se puede ejercer carga sobre una de las extremidades inferiores.

El peso es soportado por la extremidad no afectada y las muletas.

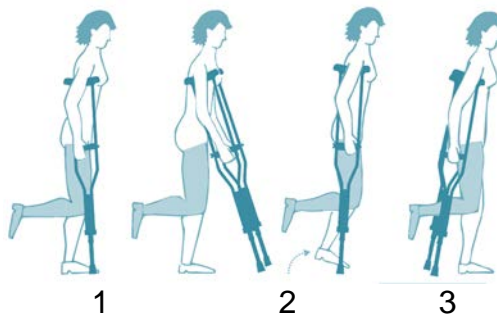


Figura 17. Marcha en tres puntos de apoyo.

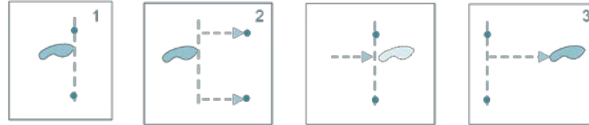
FASES

- 1 Posición Inicial en trípode
- 2 Avanzan las dos muletas simultáneamente

Momento de transición: mientras las dos muletas están en contacto con el suelo el miembro no

Figura 18. Fases de la Marcha en tres puntos de apoyo.

afectado despegar de este.
 3 Avanza el miembro no afectado por delante de las muletas hasta hacer contacto de nuevo con el suelo.



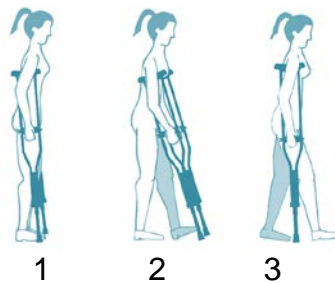
MARCHA EN TRES PUNTOS CON DESCARGA PARCIAL DEL PESO

CARACTERISTICAS

Busca que el miembro afectado soporte parte del peso corporal.



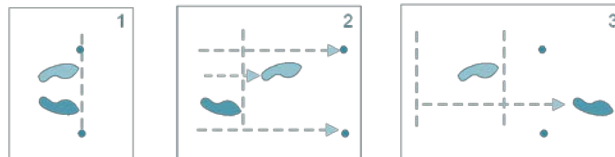
Figura 19. Marcha en Tres puntos con descarga parcial del peso.



FASES

1 Posición Inicial en trípede
 2 Avanzan muletas y miembro inferior afectado al mismo tiempo.
 3 Avanza el miembro no afectado por delante de las muletas hasta hacer contacto de nuevo con el suelo.

Figura 20. Fases de la Marcha en Tres puntos con descarga parcial del peso.



MARCHA EN DOS PUNTOS CONVENCIONAL

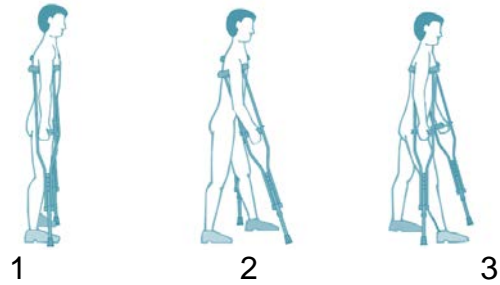
CARACTERISTICAS

Es similar a la marcha en cuatro puntos pero esta es menos estable ya que solo existen dos puntos de apoyo en el piso.

Requiere un gran balance

Figura 21. Marcha en Dos puntos convencional

Similar a la marcha normal.



FASES

La extremidad inferior avanza simultáneamente con la muleta del lado opuesto

- 1 Posición Inicial en trípode
- 2 Avanza muleta del lado derecho y el miembro inferior izquierdo
- 3 Avanza muleta del lado izquierdo y el miembro inferior derecho.

Figura 22. Fases de la Marcha en Dos puntos convencional.

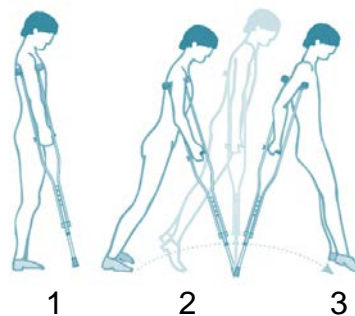


MARCHA EN DOS PUNTOS EN PENDULO

CARACTERISTICAS

Es usada cuando se presenta parálisis de los dos miembros inferiores y/o lesiones medulares a diferentes niveles.

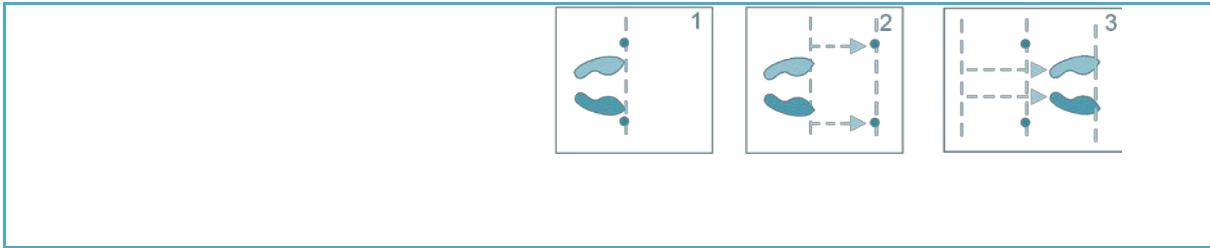
Figura 23. Marcha en Dos puntos en péndulo



FASES

- 1 Posición Inicial en trípode
- 2 Avanzan las dos muletas simultáneamente
- 3 avanzan los dos miembros hacia delante de las muletas.

Figura 24. Fases de la Marcha en Dos puntos en Péndulo



Fuente: Guía para el otorgamiento de muletas: Prescripción, entrenamiento y cuidado. Secretaria distrital de Bogotá. 2007

3.7.1. Estado del Arte


En la tabla 8 mostrada a continuación, se recopiló el análisis de los tipos de muletas y sus ventajas y desventajas. Este análisis sirve como una recopilación, que junto con la información obtenida de los andadores y muletas, se usó como pauta para el primer preliminar de los requerimientos de diseño.

Tabla 8. Análisis de Ventajas y Desventajas Muletas

| MULETA AXILAR | |
|---------------|---|
| | <p style="text-align: center;">CARACTERISTICAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Acolchado Con recubrimiento textil - Algunos diseños permite que sea ajustado por pin, perno tornillo - Permite al ajuste de altura - Tiene ranuras para mejor agarre - La estructura puede ser fabricada en diferentes materiales, como aluminio, madera o caucho. |


| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Fáciles de usar - Genera una base amplia ayudando a la estabilidad - Ajustables - Fáciles de transportar | <ul style="list-style-type: none"> - Incomodas en zonas concurridas - Posible daño en el nervio axial por su uso incorrecto |

MULETA DE ANTEBRAZO

| CARACTERISTICAS |  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Ajuste de altura mediante pin - Su estructura se construye en metal o plástico - Puede ser acolchada - Puede modificarse y tener diseño anatómico | |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Fáciles de usar - Se ajustan a las necesidades del paciente | <ul style="list-style-type: none"> - Limita la movilidad del miembro sujetado - No brinda seguridad contra caídas - Al ser solo un punto de apoyo se convierte en inestable |

MULETA DE PLATAFORMA

|  | CARACTERISTICAS |
|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Al igual que las anteriores tiene ajuste de altura mediante mecanismo de pin. - Tiene ajuste de empuñadura lateral. - Su estructura principal está construida en aluminio - Altura ajustable. |

| VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Fáciles de usar - El posible ajustar su altura y materiales para comodidad del paciente | <ul style="list-style-type: none"> - El cuerpo tiende a inclinarse hacia adelante acomodándose en una posición inadecuada - Limita la movilidad del miembro sujetado <p>Al ser solo un punto de apoyo se convierte en inestable</p> |

4. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Los requerimientos se definen como variables que deben cumplir una solución cualitativa y cuantitativa, siendo fijadas previamente por una decisión, por la naturaleza y por requisitos legales¹⁶ dar un nivel de importancia e identificar cómo se conectan entre si permitió dar un orden y posteriormente una ayuda para determinar cuál de las alternativas propuestas soluciona de mejor manera las necesidades de los usuarios.

Tomando como referencia la *Metodología Proyectual* de Gui Bonsiepe y la guía planteada en el *Manual de Diseño Industrial* de Gerardo Rodríguez se establecieron los requerimientos para este proyecto organizandos en la tabla 9 de esta manera:

Tabla 9. Requerimientos de Diseño para un Dispositivo de apoyo para la marcha

| DISPOSITIVO DE APOYO PARA LA MARCHA | | |
|---|---|---|
| REQUERIMIENTOS DE USO | FACTORES A TENER EN CUENTA | Parámetros |
| 1) Debe tener altura ajustable para que se acomode a la altura del paciente | Uso de mecanismos de ajuste | Altura Min: 89 cm Altura Max: 115 cm |
| 2) Debe ser fácil de montar y desmontar | Uniones y mecanismos en el ensamble | |
| 3) No debe incomodar ni intervenir con los movimientos de usuario | Materiales con los cuales se va a construir | |

¹⁶ RODRIGUEZ, Gerardo. Manual de Diseño Industrial. 3ª ed. México D.F: Editorial Gustavo Gili S.A, 1996. p.52. I.S.B.N. 968-887-027-7

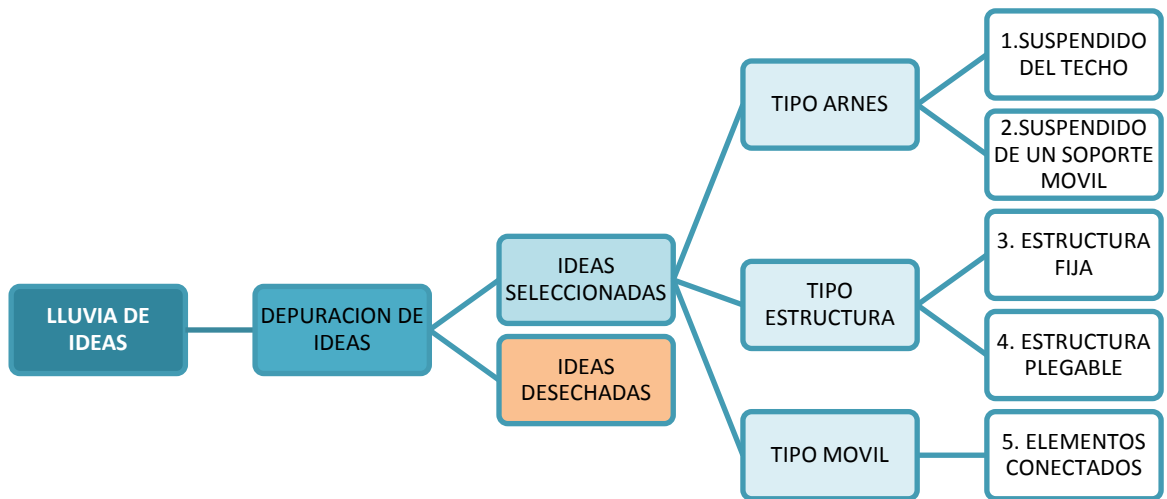
| | | |
|--|---|--|
| 4) Su uso debe ser entendible no solo para el usuario sino también para el profesional e salud que lo asiste (en algunos casos también por el familiar que lo acompaña) | Complejidad y Número de piezas | No debe exceder 10 piezas |
| 5) Debe ser estable y brindar confianza al momento de su uso | Apoyo en tres o cuatro puntos de apoyo | |
| REQUERIMIENTOS DE FUNCIÓN | FACTORES A TENER EN CUENTA | |
| 1) Debe Resistir la totalidad del peso del paciente (En caso de presentarse caída) | Materiales resistentes | Hasta un peso de 100 kg |
| 2) Los acabados deben ser impecables y no afectar el funcionamiento del dispositivo | Procesos de producción y ensamble | |
| 3) No debe tener mecanismos complejos | Uniones y mecanismos | |
| REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES | FACTORES A TENER EN CUENTA | |
| 1) El sistema de unión de piezas debe ser fácil de remover y reemplazar | 1) Tipos de uniones y ensambles de fácil ajuste | |
| 2) Los elementos que conforman el dispositivo deben ser fácilmente reemplazables en caso de daño | 2) Piezas estandarizadas | Especificaciones de cada pieza en los planos de producción |
| 3) Todos los elementos del dispositivo deben estar elaborados con materiales resistentes a compresión y a tracción | 3) Materiales resistentes a compresión y tracción | |

| REQUERIMIENTOS TECNICO-PRODUCTIVOS | FACTORES A TENER EN CUENTA | |
|---|---|---|
| 1) Deben poder elaborarse con la tecnología local | 1) Procesos de producción con tecnología de la región | |
| 2) Los materiales deben ser resistentes y livianos cumpliendo con todas las pruebas de calidad | 2) Materiales de alta calidad que cumplan con los estándares | Según Normas ISO-9999-2000 ISO-11199-2 2005 |
| REQUERIMIENTOS EXPRESIVO-FORMALES | FACTORES A TENER EN CUENTA | |
| 1) La selección de colores y acabados deben ser coherentes con la estructura y el contexto del dispositivo | 1) Análisis del contexto (sales de los Hospitales y clínicas) | |
| 2) Debe mantener una superficie lisa y sin salientes | 2) Acabados de alta calidad | |
| 3) Visualmente debe mantener el equilibrio y brindar confianza al usuario | 3) Coherencia formal | |
| 4) Debe despertar interés en el usuario | 4) Equilibrio visual | |
| REQUERIMIENTOS DE MERCADO | FACTORES A TENER EN CUENTA | |
| 1) Debe generarse un preferencia por producto por parte del usuario 2) Debe competir en el mercado no solo por función sino también por precio | 1 y 2. Investigación exploratoria de materiales y procesos encontrados en la región | |

5. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Como se muestra en la figura 25, el proceso de planteamiento de alternativas se dividió de la siguiente manera:

Figura 25. Proceso de Selección Alternativa

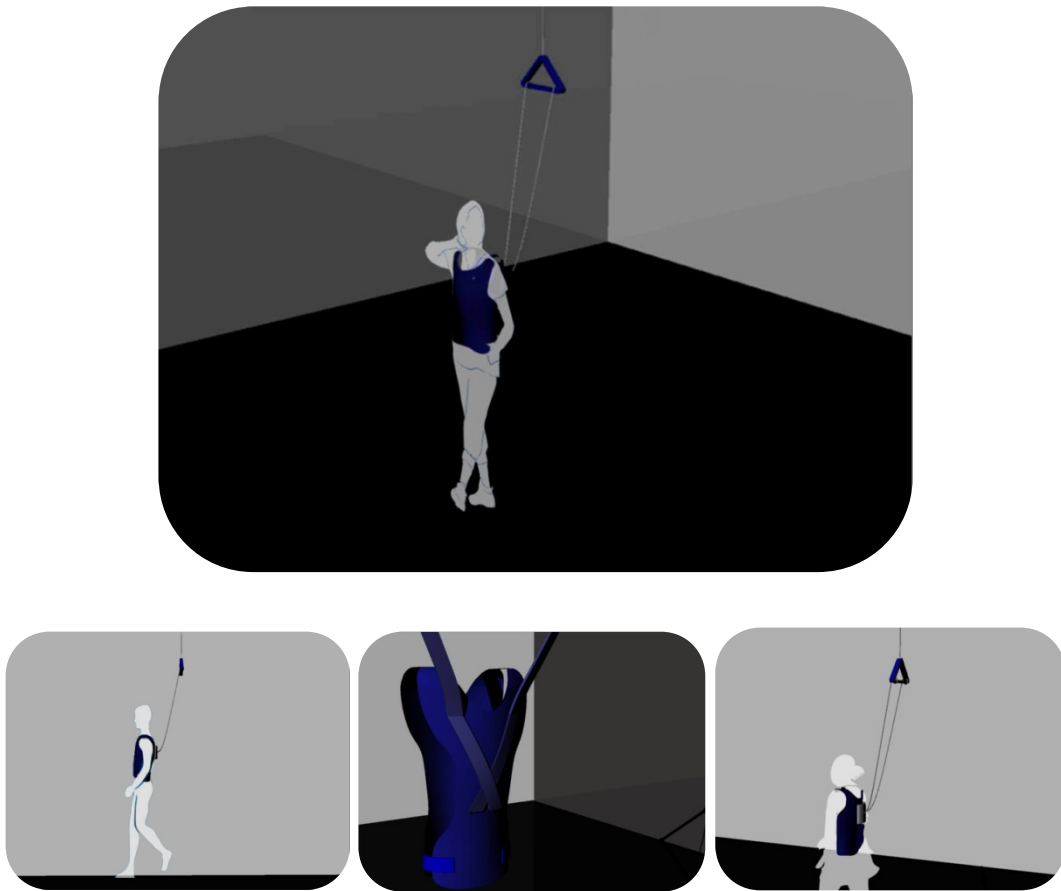


5.1. Alternativa 1. Dispositivo Suspendido del Techo

Descripción: La alternativa consta de un sistema de rieles y correas que suspenden al usuario resistiendo parte de su peso. El soporte tipo arnés se adecua al cuerpo del usuario y le permite moverse hacia adelante y hacia atrás siguiendo los rieles ubicados en el techo de la habitación.

El usuario tiene dos grados de libertad y en caso de presentarse caída, las correas tienen un sistema de seguridad (freno) que evitan que este caiga en su totalidad al suelo. (Ver figura 26)

Figura 26. Detalles alternativa 1



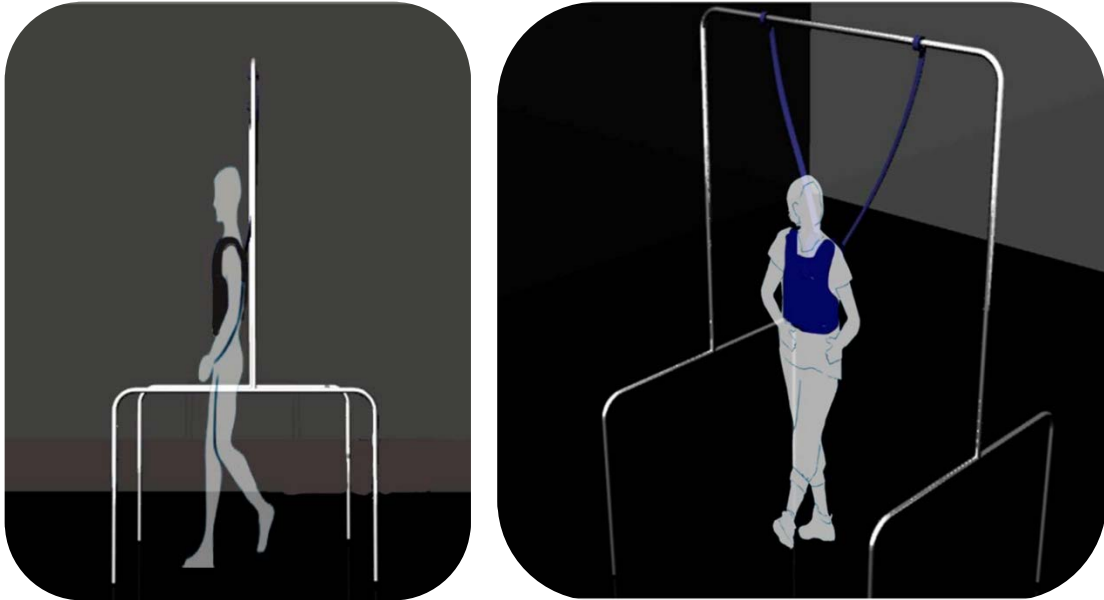
5.2. Alternativa 2. Dispositivo suspendido de un soporte móvil

Descripción: El elemento consta de dos partes, la primera un marco metálico que sirve como soporte móvil, en este se fija el arnés que sostiene al usuario. Este soporte es de altura regulable y tiene cuatro ruedas que le dan los tres grados de libertad para que el paciente se mueva libremente. (Ver figura 27)

El segundo componente, es un sistema de correas tipo arnés que se ajusta al usuario y al soporte móvil, actuando como unión entre estos dos elementos. En

caso de presentarse caída, el arnés, puede soportar la totalidad del peso del paciente, mientras este usa los laterales del soporte móvil para ponerse de pie.

Figura 27. Detalles alternativa 2

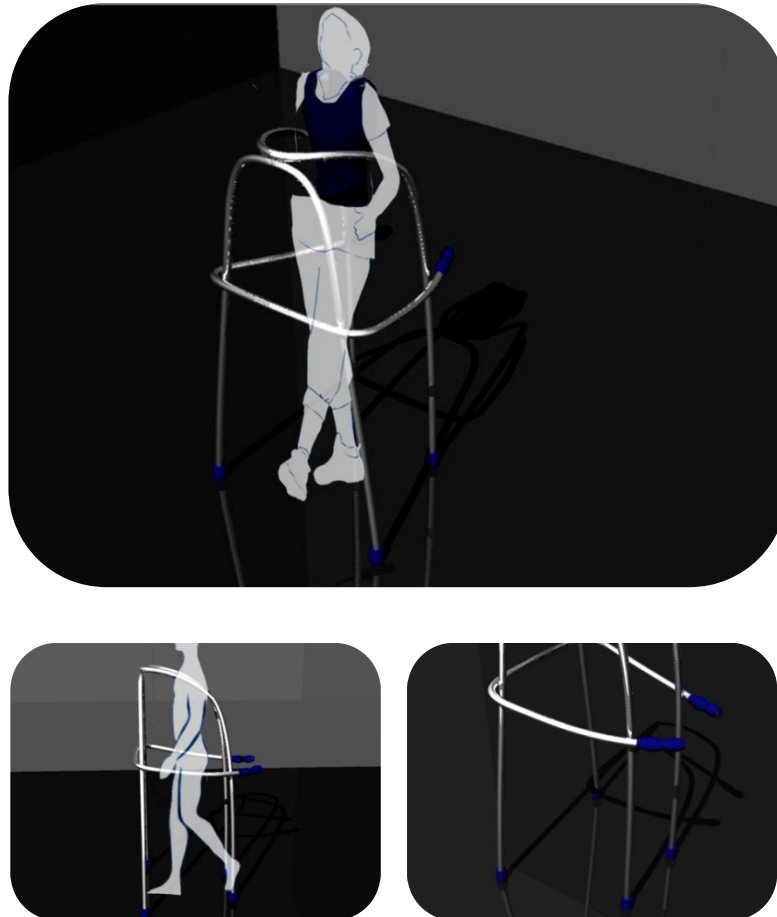


5.3. Alternativa 3. Estructura Fija

Descripción: La estructura está conformada por tres partes, el marco frontal, los paraleles laterales y el soporte para las manos. Esta estructura es fija, tiene cuatro puntos de apoyo para mayor estabilidad y está dispuesta con ruedas para fácil movilidad.

El soporte para las manos rodea la estructura dándole soporte y también como apoyo para la transición sedestación - bipedestación. Los soportes están recubiertos por un material suave y antideslizante para mejor sujeción. (Ver figura 28)

Figura 28. Detalles alternativa 3

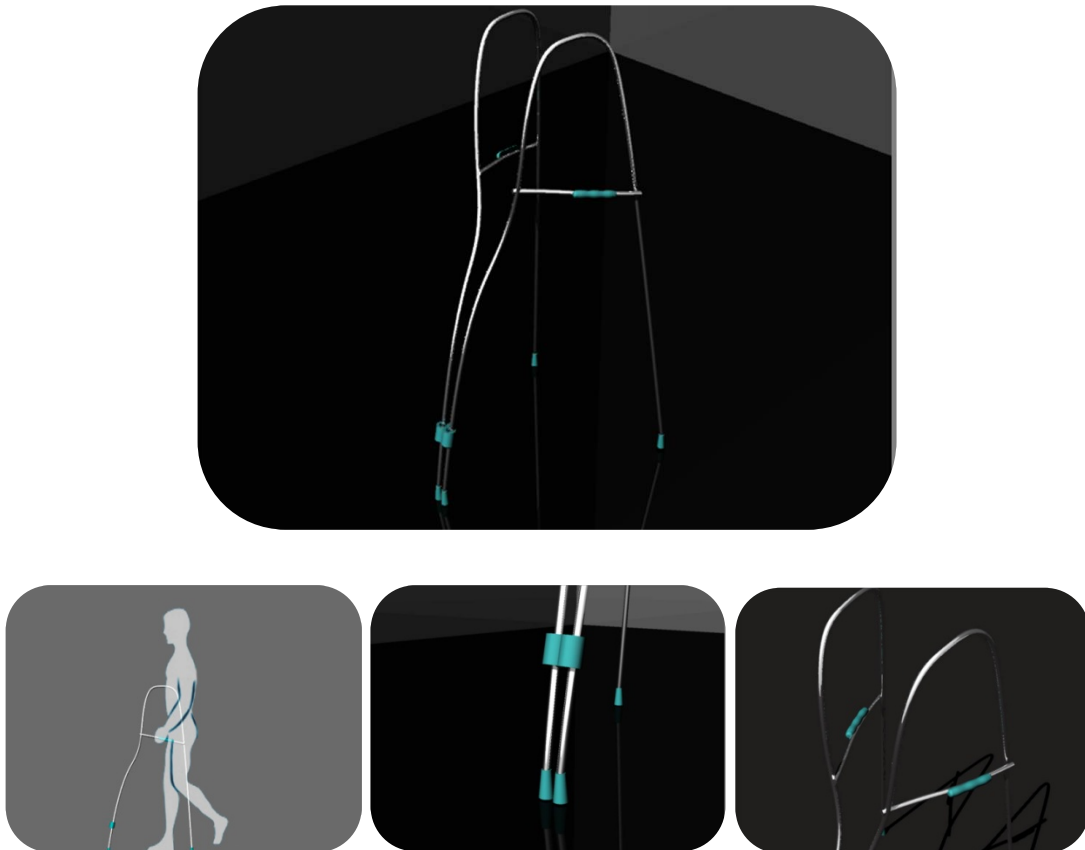


5.4. Alternativa 4. Estructura Plegable

Descripción: La estructura está conformada por dos partes simétricas que se unen en la parte frontal por medio de un sujetador que admite la rotación sobre sus ejes. Esta disposición no solo permite que el dispositivo sea plegable sino que también que su apoyo se base en una geometría triangular con tres puntos de apoyo.

También cuenta con dos paralelas que unen la parte delantera del dispositivo con la posterior. Esto no solo ayuda a la resistencia, sino también sirve como apoyo para las manos (en caso de necesitarse). La estructura está acondicionada con ruedas que permiten el desplazamiento por el suelo y de esta manera el usuario solo debe ejercer una pequeña fuerza en la dirección en que desee moverse. (Ver figura 29)

Figura 29. Detalles alternativa 4

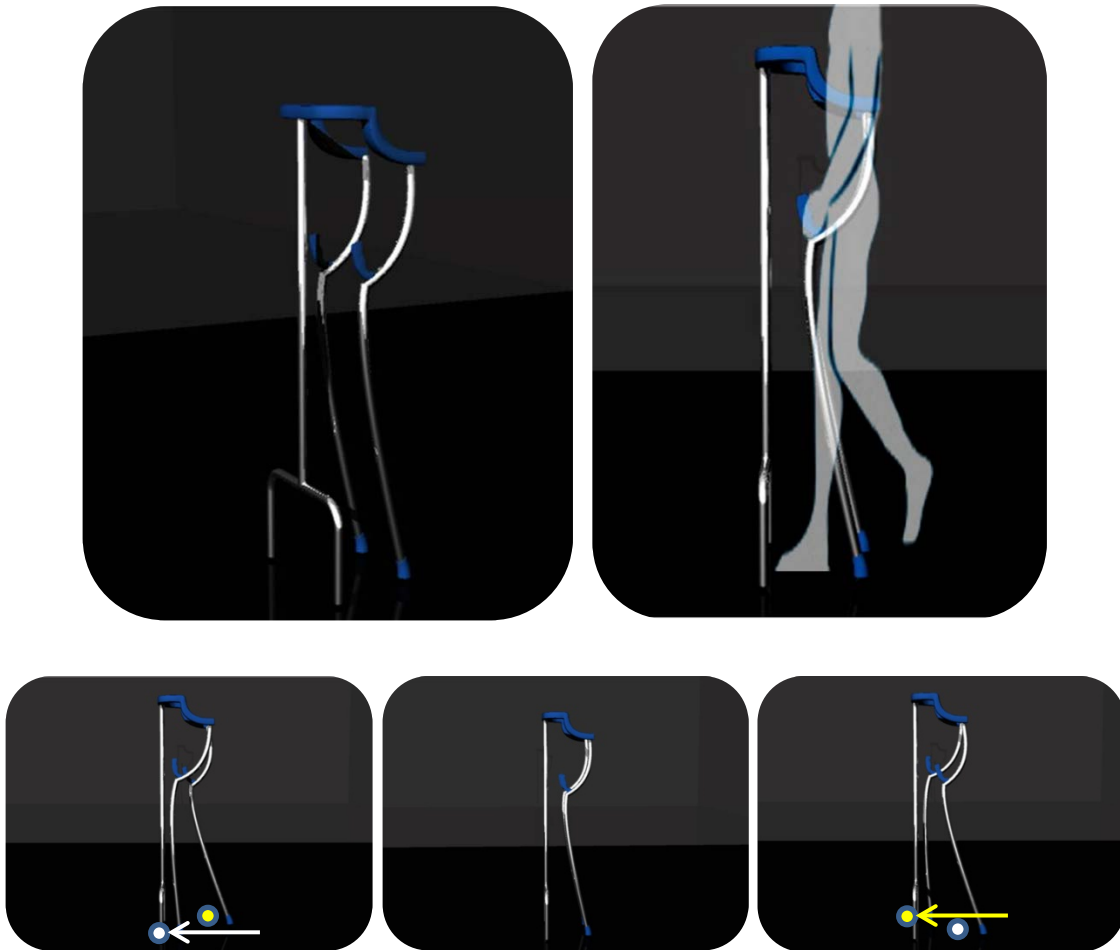


5.5. Alternativa 5. Elementos móviles

Descripción: Esta propuesta consta de dos elementos idénticos, articulados y conectados entre sí, que permiten el libre movimiento del paciente. Es un dispositivo de altura ajustable y móvil, el usuario mueve con sus brazos los

laterales articulados y el resto del elemento se mueve por el empuje que se ejerce desde el cuerpo del usuario. (Ver figura30)

Figura 30. Detalles alternativa 5



5.6. Evaluación de alternativas

Para continuar con el proceso y obtener resultado más confiable, se debe proceder a evaluar las alternativas planteadas anteriormente. Es importante tener en cuenta cuáles serán los criterios de evaluación y su importancia con respecto a

los otros criterios. Para el diseño de un dispositivo de apoyo para la marcha su estructura, función y usabilidad son los requerimientos que tiene mayor importancia porque estos son los que están relacionados directamente con los materiales y procesos de producción y serán puestos a prueba diariamente con el uso.

El porcentaje total de la evaluación será de 100% en donde el grupo de los requerimientos de diseño planteados tendrán un porcentaje de este valor. Cada grupo estará dividido en criterios, estos criterios tendrán un valor de importancia (que representa un porcentaje del valor total del grupo) y además una calificación de 1 a 5 (siendo 1 el valor menor y 5 el mayor). El total de la calificación del grupo de requerimientos resultara de la sumatoria de la multiplicación de cada calificación por el grado de importancia de cada criterio.

Finalmente, se multiplicara el valor de cada grupo de requerimientos por el porcentaje asignado y luego se sumaran dando como resultado la calificación final de la alternativa evaluada.

La alternativa con el puntaje más alto fue seleccionada para construir modelo funcional a escala real, donde un grupo de usuarios la evaluó y de esta manera se logró corregir y desarrollar un dispositivo que supla mejor sus necesidades.

A continuación, en la tabla 10 se muestra la evaluación de alternativas, realizada para este proyecto.

Tabla 10. Evaluación Alternativas

| CRITERIOS DE EVALUACION | G.I | % | Alt 1 | | Alt 2 | | Alt 3 | | Alt 4 | | Alt 5 | |
|---|-----|-----------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| Requerimientos de Uso | | 25 | | | | | | | | | | |
| Debe tener altura ajustable para que se acomode a la altura del paciente | 5 | 20 | 4,1 | 0,82 | 4 | 0,8 | 4 | 0,8 | 4,2 | 0,84 | 4 | 0,8 |
| Debe ser fácil de montar y desmontar | 5 | 20 | 3,2 | 0,64 | 2 | 0,4 | 3,9 | 0,78 | 3,9 | 0,78 | 4 | 0,8 |
| No debe incomodar ni intervenir con los movimientos de usuario | 5 | 20 | 3,5 | 0,7 | 3 | 0,6 | 3,8 | 0,76 | 3,9 | 0,78 | 3,5 | 0,7 |
| Su uso debe ser entendible no solo para el usuario sino también para el profesional e salud que lo asiste (en algunos casos también por el familiar que lo acompaña) | 5 | 20 | 3,3 | 0,66 | 3,1 | 0,62 | 3,8 | 0,76 | 3,8 | 0,76 | 3 | 0,6 |
| Debe ser estable y brindar confianza al momento de su uso | 5 | 20 | 3,8 | 0,76 | 3,8 | 0,76 | 3,8 | 0,76 | 3,8 | 0,76 | 2,5 | 0,5 |
| | | | 3,58 | | 3,18 | | 3,86 | | 3,92 | | 3,4 | |
| Requerimientos de Funcion | | 20 | | | | | | | | | | |
| Debe Resistir la totalidad del peso del paciente (En caso de presentarse caída) | 8 | 40 | 4 | 1,6 | 4 | 1,6 | 3,8 | 1,52 | 3,8 | 1,52 | 3,2 | 1,28 |
| Los acabados deben ser impecables y no afectar el funcionamiento del dispositivo | 7 | 35 | 4 | 1,4 | 4 | 1,4 | 4 | 1,4 | 4 | 1,4 | 4 | 1,4 |
| No debe tener mecanismos complejos | 5 | 25 | 2,6 | 0,65 | 3,2 | 0,8 | 3,8 | 0,95 | 3,9 | 0,98 | 3,8 | 0,95 |
| | | | 3,65 | | 3,8 | | 3,87 | | 3,9 | | 3,63 | |
| Requerimientos Estructurales | | 20 | | | | | | | | | | |
| El sistema de unión de piezas debe ser fácil de remover y reemplazar | 7 | 35 | 2,6 | 0,91 | 3,1 | 1,09 | 3,6 | 1,26 | 3,8 | 1,33 | 3,3 | 1,16 |
| Los elementos que conforman el dispositivo deben ser fácilmente reemplazables en caso de daño | 6 | 30 | 3,6 | 1,08 | 3,2 | 0,96 | 3,7 | 1,11 | 3,7 | 1,11 | 3,2 | 0,96 |
| Todos los elementos del dispositivo deben estar elaborados con materiales resistentes a compresión y a tracción | 7 | 35 | 3,9 | 1,37 | 3,9 | 1,37 | 3,9 | 1,37 | 3,9 | 1,37 | 3,9 | 1,37 |
| | | | 3,36 | | 3,41 | | 3,74 | | 3,81 | | 3,48 | |
| Requerimientos Tecnico-Productivos | | 15 | | | | | | | | | | |
| Deben poder elaborarse con la tecnología local | 7,5 | 50 | 3,6 | 1,8 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 |
| Los materiales deben ser resistentes y livianos cumpliendo con todas las pruebas de calidad | 7,5 | 50 | 4,3 | 2,15 | 4,3 | 2,15 | 4,3 | 2,15 | 4,3 | 2,15 | 4,1 | 2,05 |
| | | | 3,95 | | 4,15 | | 4,15 | | 4,15 | | 4,05 | |
| Requerimientos Forma-Esteticos | | 10 | | | | | | | | | | |
| La selección de colores y acabados deben ser coherentes con la estructura y el contexto del dispositivo | 3 | 30 | 3,6 | 1,08 | 3,8 | 1,14 | 4 | 1,2 | 4 | 1,2 | 3,7 | 1,11 |
| Debe mantener una superficie lisa y sin salientes | 2 | 20 | 4,6 | 0,92 | 4,3 | 0,86 | 4,5 | 0,9 | 4,5 | 0,9 | 4,5 | 0,9 |
| Visualmente debe mantener el equilibrio y brindar confianza al usuario | 3 | 30 | 3,5 | 1,05 | 3,9 | 1,17 | 3,9 | 1,17 | 4 | 1,2 | 4 | 1,2 |
| Debe despertar interés en el usuario | 2 | 20 | 3,8 | 0,76 | 3,7 | 0,74 | 3,6 | 0,72 | 3,7 | 0,74 | 3,7 | 0,74 |
| | | | 3,81 | | 3,91 | | 3,99 | | 4,04 | | 3,95 | |
| Requerimientos de Mercado | | 10 | | | | | | | | | | |
| Debe generarse un preferencia por producto por parte del usuario | 5 | 50 | 3,2 | 1,6 | 3,1 | 1,55 | 3,6 | 1,8 | 3,9 | 1,95 | 3,3 | 1,65 |
| Debe competir en el mercado no solo por función sino también por precio | 5 | 50 | 3 | 1,5 | 3 | 1,5 | 3,7 | 1,85 | 3,7 | 1,85 | 3,5 | 1,75 |
| | | | 3,1 | | 3,05 | | 3,65 | | 3,8 | | 3,4 | |
| Total Evaluacion | | | 3,58 | | 3,56 | | 3,87 | | 3,93 | | 3,61 | |

Las alternativa 4 fue la que logro un mejor puntaje de 3.93 en la evaluación de requerimientos. Con estos resultados procedemos con la siguiente etapa, se aplicara una evaluación directa usando un modelo funcional a escala real con los usuarios.

6. CONSTRUCCION Y EVALUACION

ALTERNATIVA SELECCIONADA

Después de realizar la evaluación por criterios y seleccionar la alternativa que mejor los cumple, el siguiente paso es la construcción de un modelo funcional ya que este nos permite definir aspectos fundamentales del proyecto como formas, dimensiones reales, usabilidad y seguridad.

- **Modelo Funcional**



Materiales: Tuvo PVC $\frac{3}{4}$ "

Dimensiones

Altura Max: 115 cm

Altura Min: 89 cm

Escala 1:1

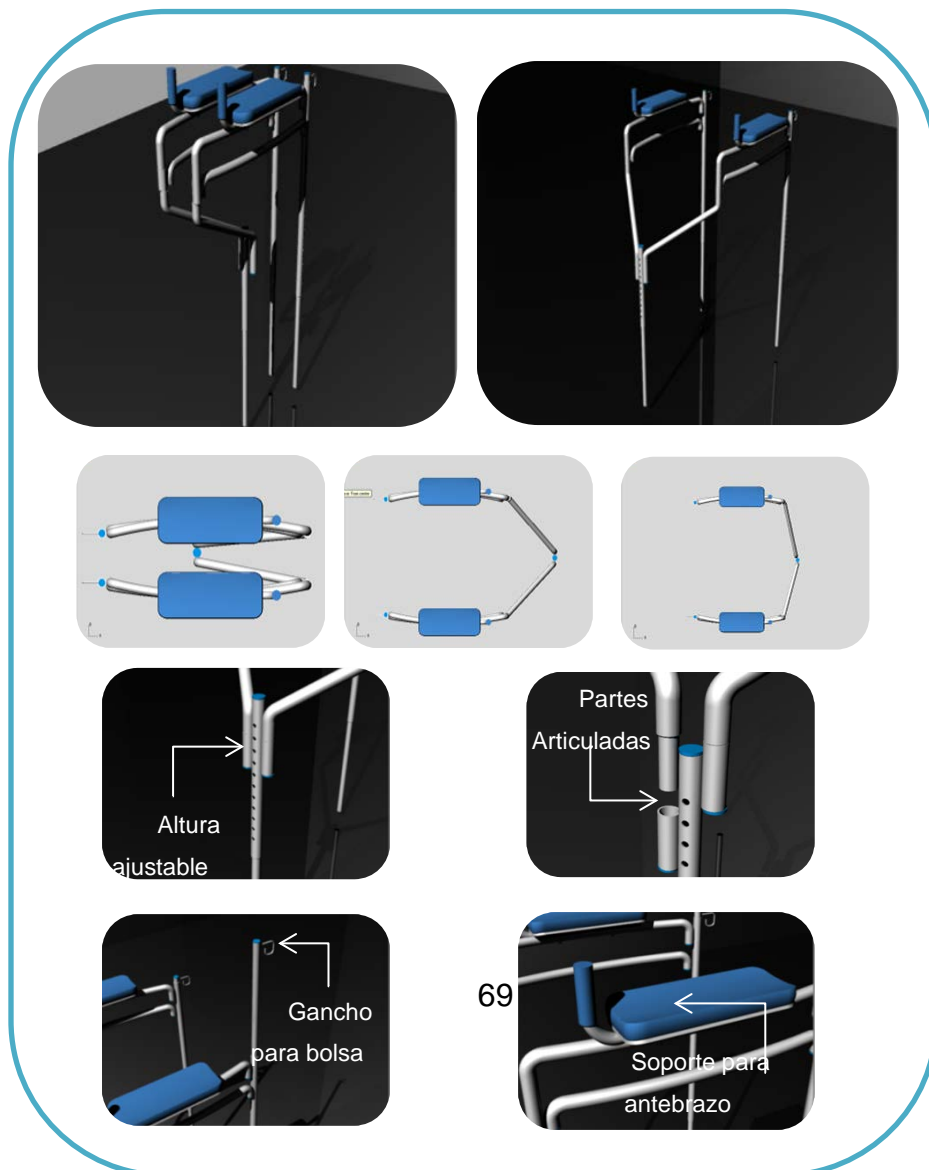
Sin embargo durante la construcción del modelo funcional, se notaron varios problemas con el diseño, por lo que antes de realizar una prueba con el usuario, la alternativa se sometió a un rediseño.

- **Problemas encontrados**

- Cuando se giran las barras laterales, el elemento se abre en ángulo, lo que hace incómodo su manipulación, ya que las barras ejercen presión sobre la parte interna de los brazos de los usuarios.
- Al ser planteado para uso hospitalario, no se tomó en cuenta que la mayoría de los pacientes deben usar bolsas de suero, y el dispositivo no cuenta con un soporte para estas.
- Falta un soporte para los antebrazos, ya que en algunos casos es más cómodo o más fácil apoyarse sobre estos.

6.1. Solución Alternativa

Figura 31. Detalles Alternativa Planteada



- **Modelo Funcional**





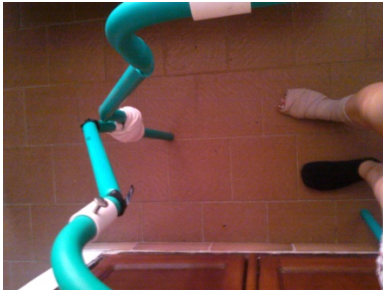



Este modelo fue usado para la aplicación de la prueba directa con los usuarios, de esta prueba se esperaba recolectar información valiosa que no solo sirvió para corregir errores, sino que también para direccionar el proyecto en la dirección correcta.

6.2. Primera Interacción con el usuario

Después de construir el modelo funcional, se realizó una sesión con 5 usuarios para probar su reacción ante el modelo. A continuación se muestran algunas imágenes tomadas durante la sesión realizada con el participante 3.

Tabla 11. Evidencias Primera interacción con el usuario

| Evidencias Primera Interacción con el Usuario | |
|---|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |

Descripción de la sesión: Al iniciar la sesión se dio una breve introducción acerca del proyecto y su objetivo principal, se les presentó a los usuarios el modelo funcional mostrándoles cómo usarlo. Se les permitió interactuar con él y moverse en cualquier dirección durante algunos minutos (alrededor de 10). Una vez terminaron de probarlo se les preguntó de manera informal que les pareció el

dispositivo, si tenían alguna sugerencia y su opinión general al respecto del proyecto.

El propósito principal de esta primera interacción era conocer la opinión general de los posibles usuarios, también detectar errores en el diseño y de esta manera hacer los ajustes necesarios.

Después de terminada la sesión, tomando en cuenta lo dicho por los usuarios y analizando la interacción de mismos con el modelo se pudo concluir que:

El elemento no brinda confianza al usuario ya que estos sienten que en cualquier momento podrían caerse y no serían soportados correctamente por el dispositivo.

El modelo es altamente inestable, por lo que habría que replantearse la ventaja de tener solo tres puntos de apoyo.

Al abrirse el dispositivo no se generan ángulos iguales en ambos lados como se había planteado ya que debido a la inestabilidad de las piezas, todo el conjunto tiende a irse hacia un solo lado.

Como se desea mantener la función articulada del producto y además su altura y ancho ajustable, se replanteará una nueva alternativa tomando en cuenta no solo los resultados encontrados en esta primera interacción con el usuario, sino que también se retomaran los puntos fuertes de las alternativas descartadas en la evaluación.

Esta primera interacción del usuario con el dispositivo, sirvió para reconocer falencias en el diseño propuesto, gracias a esto, se pueden tomar medidas correctivas, y avanzar en el desarrollo de este trabajo.

Después de analizar toda la información recolectada en la primera prueba realizada con el usuario se planteó una segunda alternativa, en la que se

corrigieron los errores encontrados en el primer modelo y se tomaron en cuenta las opiniones dadas por los participantes de la prueba.

6.3. Segunda solución alternativa

Con esta alternativa se realizó el mismo proceso anterior, se construyó un modelo funcional y se realizó una segunda evaluación con los usuarios.

Figura 32. Render Modelo Final



- **Modelo funcional**



Materiales: Tuvo PVC $\frac{3}{4}$ "

Dimensiones

Altura Max: 115 cm

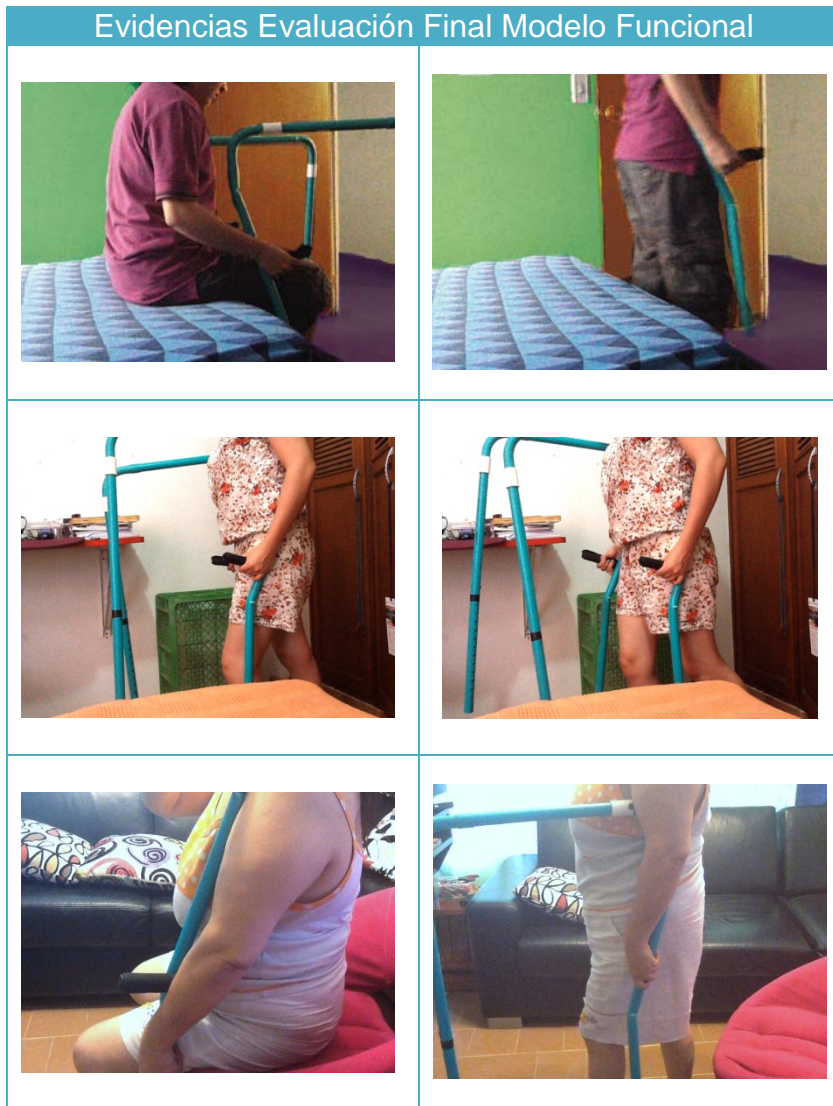
Altura Min: 89 cm

Escala 1:1

7. EVALUACION FINAL MODELO FUNCIONAL

La evaluación del modelo funcional permitió conocer el comportamiento del dispositivo y la respuesta del usuario ante el uso de este. A continuación se muestran algunas de las imágenes tomadas durante la evaluación final del modelo.

Tabla 12. Evidencia Evaluación Final Modelo Funcional
Evidencias Evaluación Final Modelo Funcional



7.1 Descripción de la Prueba

El grupo de personas a quien va dirigido este trabajo presenta problemas para realizar la marcha normal debido a una limitación temporal (independiente de su causa), es por esto que en este punto del problema se diseñó una prueba para probar el modelo funcional y un formato de encuesta para que ellos opinen y evalúen el desempeño de este.

Como este proyecto tiene dos tipos de usuarios, se preparan dos tipos de formatos; uno para los pacientes y otro para las profesionales de salud que los acompañan y asisten.

Los usuarios denominados pacientes son personas que sufrieron accidentes que resultaron en lesiones como fracturas y esguinces, también algunos participantes son personas en recuperación después de una cirugía.

Para los usuarios denominados Auxiliares de salud, se contactaron 3 profesionales (entre médicos, fisioterapeutas y enfermeros) para realizar la prueba.

El objetivo de la prueba es evaluar el modelo funcional presentado con el fin de escoger la mayor cantidad de información relevante para el desarrollo de este proyecto. Esta interacción del paciente con el dispositivo también servirá para hacer correcciones en el diseño y proponer una alternativa definitiva que cumpla con todos los requerimientos de diseño.

Procedimiento de la prueba en los pacientes:

1. Se dará una breve introducción y se explicará en que consiste el proyecto, para contextualizar a los participantes.
2. Se procederá a mostrar el modelo, se dará un tiempo para a cada uno de los participantes para que use y se familiarice con cada una de las

alternativas (esta parte se realizará con asistencia de personal médico). Este proceso se documentará en video para su posterior análisis.

3. Se realizará una breve encuesta a los participantes para que evalúen las alternativas y presenten sus opiniones y sugerencias.

Procedimiento de la prueba a los profesionales de la salud:

1. Se dará una breve introducción, y se explicará en que consiste el proyecto y la razón del porque su opinión es relevante para el desarrollo posterior del trabajo.
2. Se le enseñara como manipular el modelo (como instalar al paciente, y que tipo de apoyo se necesita).
3. Uno a uno, probará y manipulará el dispositivo. Igualmente este proceso se documentará en video para su posterior análisis.
4. Finalizada la interacción se procederá a llenar la encuesta con su evaluación y comentarios.

En la evaluación participaron 10 personas (7 pacientes, 3 auxiliares de salud salud), al igual que en la primera interacción con el usuario, se les presentó a los participantes el dispositivo, se les permitió interactuar con él y usarlo durante 10 minutos, luego de manera informal se escucharon sus comentarios; finalmente se les entrego un formato de una hoja para que dieran su calificación final. Estos son los resultados:

Para el caso de los usuarios primarios, es decir, los pacientes

Tabla 13. Tabla Evaluación Pacientes Pregunta 1

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | | x | | | x | x | | | | |
| 4 | Suficientemente cómodo | x | | x | x | | | x | | | |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | |

Figura 33. Resultados Prueba Modelo Funcional con Pacientes pregunta 1

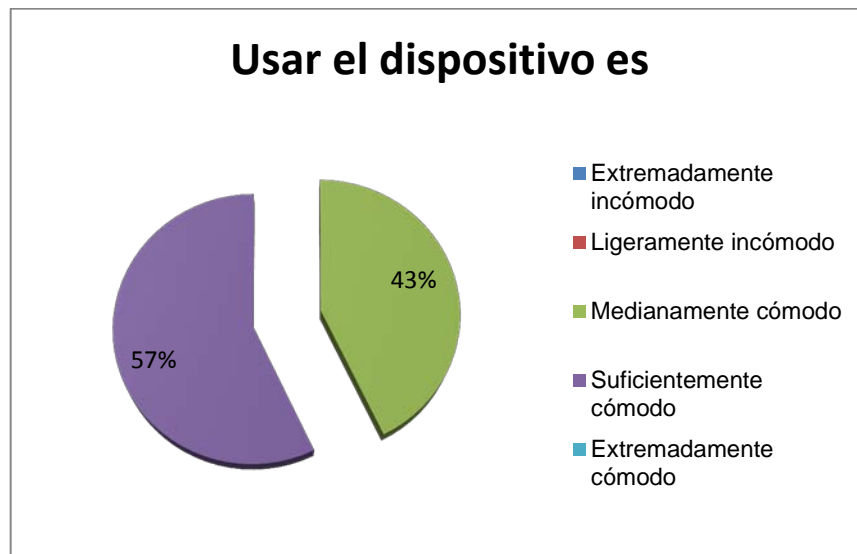


Tabla 14. Tabla Evaluación Pacientes Pregunta 2

| 2. CREE QUE EN CASO DE CAIDA EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente inseguro | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente inseguro | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente seguro | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente seguro | x | x | x | x | | x | x | | | |
| 5 | Extremadamente seguro | | | | | x | | | | | |

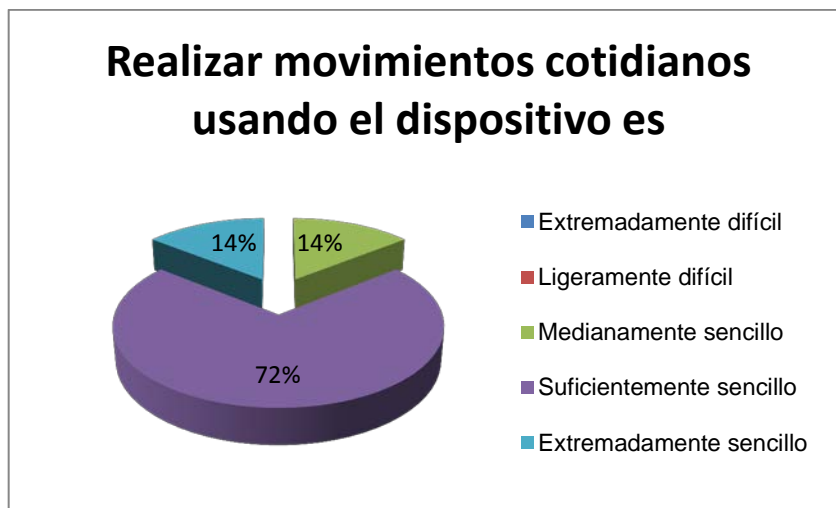
Figura 34. Resultados Prueba Modelo Funcional con Pacientes pregunta 2



Tabla 15. Tabla Evaluación Pacientes Pregunta 3

| 3. REALIZAR MOVIMIENTOS COTIDIANOS USANDO EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | x | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | x | | x | x | x | x | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | x | | | | | | | |

Figura 35. Resultados Prueba Modelo Funcional con Pacientes pregunta 3



Para el caso de los auxiliares de Salud:

Tabla 16. Tabla Evaluación Aux. Salud Pregunta 1

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | | x | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | x | x | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | |

Figura 36. Resultados Prueba Modelo Funcional con Aux Salud pregunta 1

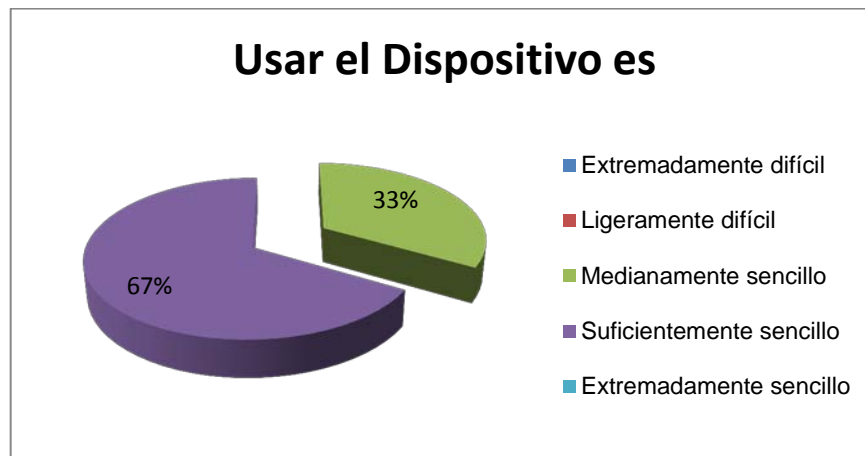


Tabla 17. Tabla Evaluación Aux. Salud Pregunta 2

| 2. ADECUAR EL PACIENTE AL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | x | x | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | x | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | |

Figura 37. Resultados Prueba Modelo Funcional con Aux Salud pregunta 2

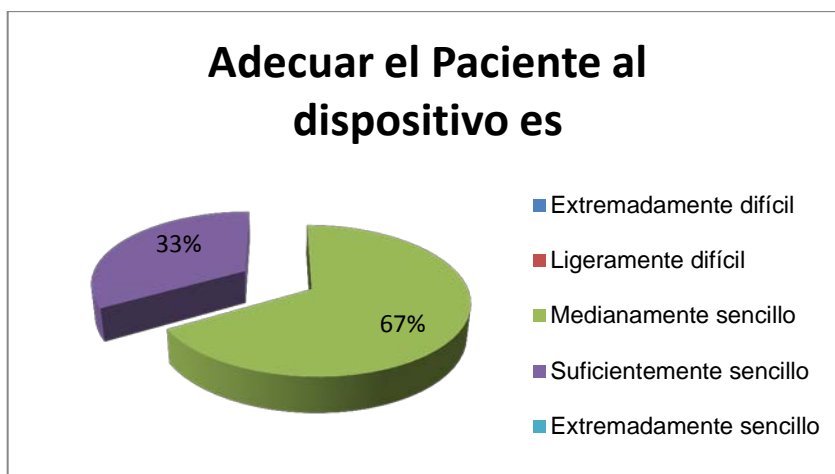
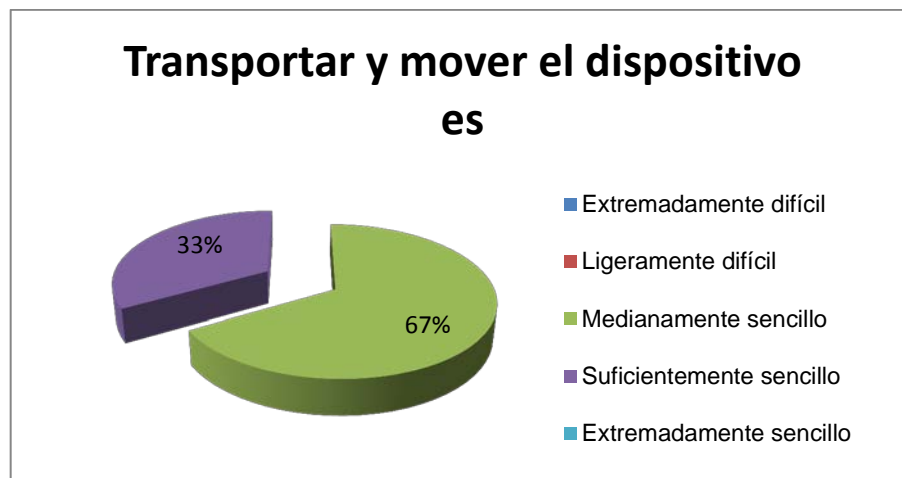


Tabla 18. Tabla Evaluación Aux. Salud Pregunta 3

| 3. TRANSPORTAR Y MOVER EL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | x | x | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | | x | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | |

Figura 38. Resultados Prueba Modelo Funcional con Aux Salud pregunta 3



7.2 Conclusiones Prueba Modelo Final

A diferencia del modelo anterior, este se comportó de manera más estable, brindando de esta manera más seguridad y confianza a los usuarios al momento de usarlo.

Los usuarios se mostraron complacidos porque a pesar de que la forma del dispositivo cambió mucho en comparación con el modelo anterior, sus características principales de altura y ancho ajustable se mantuvieron.

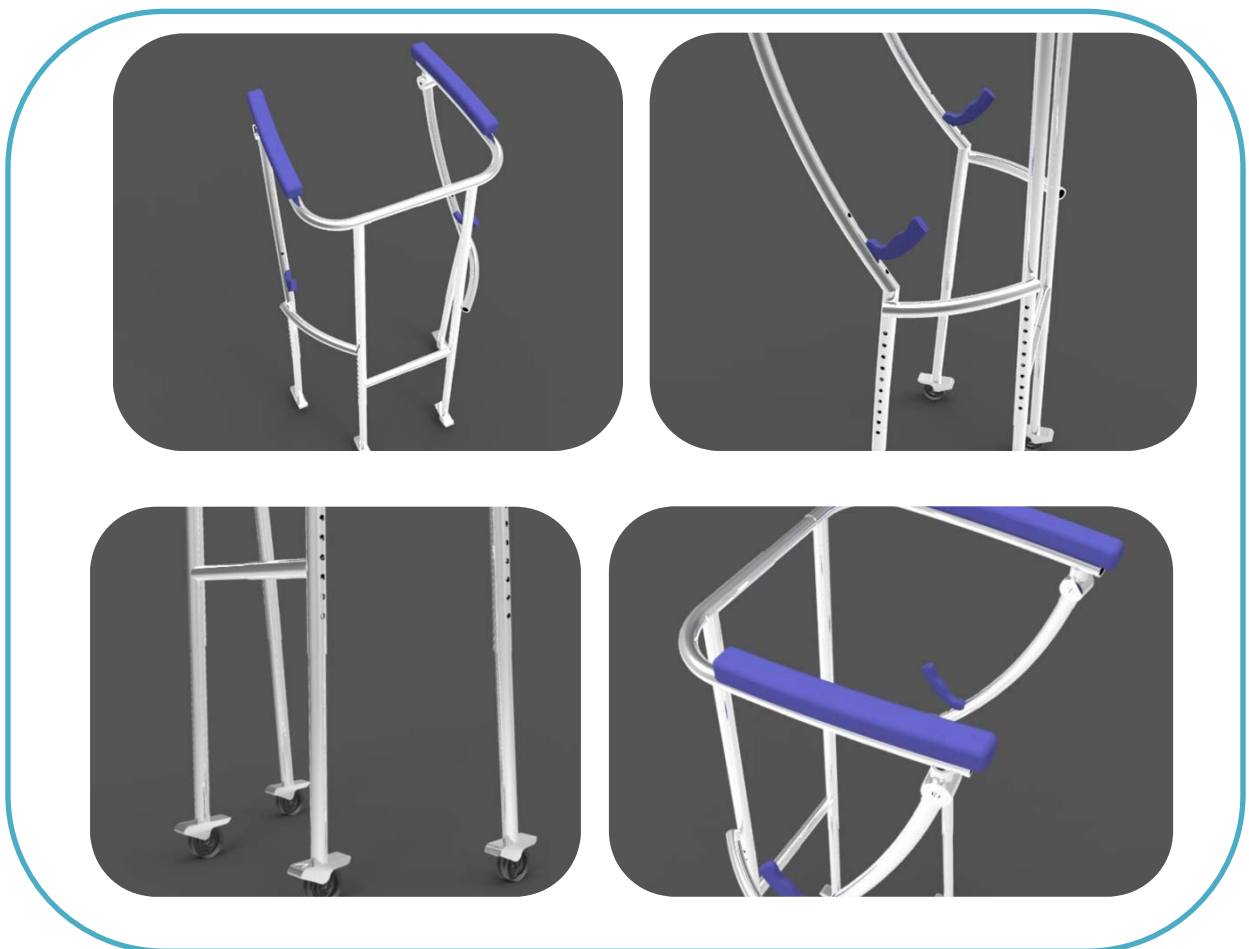
Todos los participantes se mostraron cómodos y tranquilos al momento de usar el dispositivo, aunque al principio les costó un poco entender su funcionamiento, finalmente lograron dominarlo y no se presentaron ni caídas ni ninguna clase de inconveniente durante la prueba.

Los auxiliares manifestaron que la implementación de un dispositivo de esta clase sin duda ayuda a liberar un poco de carga física de su jornada laboral, ya que con su uso la supervisión y acompañamiento que deben hacer con cada paciente se disminuye un poco.

8. DISEÑO DETALLADO

Aunque el modelo funcional construido para la evaluación final, se asemeja en cuanto a forma y estructura al dispositivo planteado, difieren en cuanto a materiales, detalles de precisión y elementos adjuntos. En la figura a continuación se muestran algunos detalles que se asemejan más a la realidad. Al momento de construir el dispositivo, se incluyeron todos estos detalles.

Figura 39. Detalles del Dispositivo (Render)



Considerando el resultado de la evaluación y la propuesta seleccionada, se investigó y seleccionó un conjunto de materiales que características específicas que lo hacen idóneo para la realización del proyecto.

- **Acero Inoxidable**

Los Aceros Inoxidables son una gama de aleaciones que contienen un mínimo de 11% de Cromo. El Cromo forma en la superficie del acero una película pasivante, extremadamente delgada, continua y estable. Esta película deja la superficie inerte a las reacciones químicas. Esta es la característica principal de resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable.

El extenso rango de propiedades y características secundarias, presentes en los aceros inoxidable hacen de ellos un grupo de aceros muy versátiles.

Los aceros inoxidable tienen una resistencia a la corrosión natural que se forma automáticamente, es decir no se adiciona. Tienen una gran resistencia mecánica, de al menos dos veces la del acero al carbono, son resistentes a temperaturas elevadas y a temperaturas criogénicas. Son fáciles de transformar en gran variedad de productos y tiene una apariencia estética, que puede variarse sometiendo el acero a diferentes tratamientos superficiales para obtener acabado a espejo, satinado, coloreado, texturizado, etc.

La serie 300 también conocida como los Aceros Inoxidables Austeníticos son los más utilizados por su amplia variedad de propiedades, se obtienen agregando Níquel a la aleación, por lo que la estructura cristalina del material se transforma en austenita y de aquí adquieren el nombre. El contenido de Cromo varía de 16 a 28%, el de Níquel de 3.5 a 22% y el de Molibdeno 1.5 a Las propiedades básicas son: Excelente resistencia a la corrosión, excelente factor de higiene - limpieza, fáciles de transformar, excelente soldabilidad, no se endurecen por tratamiento térmico, se pueden utilizar tanto a temperaturas criogénicas como a elevadas temperaturas.

Principales aplicaciones: Utensilios y equipo para uso doméstico, hospitalario y en la industria alimentaria, tanques, tuberías, etc.

Propiedades físicas:

- Rango de fundición: 1390-1440°C
- Densidad: 8.027 g/cm³
- Módulo de elasticidad en tensión: 29 x 10⁶ psi (200 GP)
- Modulo de corte: 11.9 x 10⁶ psi (82 Gpa)

Aplicaciones:

- Equipos para refinerías de aceite y petróleo.
- Equipos para procesamiento de alimentos.
- Equipos para procesamiento de pulpa y papel.
- Equipos para manejo de jabones y productos fotográficos.
- Equipos para industria textil.
- Elementos arquitectónicos.
- Equipos para procesos farmacéuticos.

- **Espuma Polietileno PE**

La espuma de polietileno es también conocida como polietileno expandido, la cual es una poliolefina de base polietileno.

Para obtener este tipo de espumas, se utiliza un gas para su hinchado, usualmente isobutano. De esta forma se obtiene un polietileno expandido sin transformar la estructura química del polietileno y esto facilita su reciclabilidad.

La espuma de polietileno tiene un gran desempeño, gracias a sus propiedades de acojinamiento mecánicas (indeformable y no abrasivo), de aislamiento térmico, de peso ligero y limpio; además de ser reusable, esto lo hace un material muy atractivo para empaques y protección.

Existen presentaciones variadas como son placas en diferentes densidades y espesores, mallas para diferentes aplicaciones y perfiles que se pueden desarrollar de acuerdo al consumo. La presentación puede ser con propiedades antiestáticas y naturales de variados colores.

Estos materiales cumplen con las normas de calidad estipuladas y fueron procesados para dar acabados de primera.

A continuación se presenta una tabla en donde se especifica en cada pieza material con el cual se trabajará y su proceso de manufactura.

Tabla 19. Materiales y Procesos

| Pieza | N. de Piezas | Material | Proceso de Manufactura |
|------------------------|--------------|-----------------------------|------------------------|
| Estructura | 14 | Acero (Tubo 2 cm y 1.75 cm) | Corte y Doblado |
| Patas Soporte PIN | 4 | Acero (Tubo de 1.75 cm) | Corte |
| Cojín soporte | 2 | Espuma PE | Corte |
| | | Textil | Corte y Confección |
| Mangos Antideslizantes | 2 | Espuma PE | Corte |
| | | Textil | Corte y Confección |
| Ruedas | 4 | Silicona | Producto Estándar |
| Tornillos Ø ¾ | 6 | Acero | Producto Estándar |

8.1 Prototipo Terminado

A continuación se muestran algunas imágenes del prototipo ya terminado y sus detalles.

Figura 40. Prototipo Terminado



8.2 Detalles prototipo

Figura 41. Detalles del prototipo (Fotos)



8.3 Diagramas de uso

El dispositivo tiene dos formas de uso, una fija y la otra móvil. Por una parte como podemos observar en la tabla 20, el dispositivo tiene un elemento fijador que no permite que los laterales se muevan, esta forma de uso está pensada para los usuarios que necesitan un apoyo constante; tiene los cuatro puntos de apoyo fijos y se mueve en la dirección en que se mueva el usuario.

Tabla 20. Diagrama de uso con el dispositivo fijo
APOYO DE LA MARCHA CON EL DISPOSITIVO FIJO



Primero se ubica al usuario dentro del dispositivo, en este punto se inicia el ciclo de la marcha, el dispositivo debe estar fijo y las cuatro ruedas sueltas. La posición del cuerpo es con la espalda erguida, los miembros superiores levemente flexionados y los miembros inferiores juntos.

Se comienza con el primer paso. Se flexiona una pierna hacia adelante y se empuja el dispositivo levemente con el cuerpo. Los miembros superiores deben estar flexionados y las muñecas sobre los soportes para realizar la fuerza de apoyo al cuerpo.



En este instante el peso parcial del cuerpo recae en un solo pie (derecho), mientras que el opuesto se encuentra balanceándose hacia adelante. La posición del cuerpo en todo instante debe ser erguida y con los miembros superiores sirviendo de apoyo y brindando fuerza al movimiento.




El segundo miembro inferior inicia su fase de apoyo, mientras que su opuesto inicia la fase de oscilación. El peso parcial del cuerpo ahora cae sobre el pie izquierdo. El cuerpo se inclina levemente hacia adelante empujando el dispositivo consigo hasta finalizar la fase de oscilación del miembro derecho.



Finalmente se termina el ciclo de marcha cuando el pie derecho hace nuevamente contacto con el suelo. La posición del cuerpo permanece erguida y se inicia nueva mente el ciclo realizando así la marcha con el apoyo del dispositivo

Por otra parte, como podemos observar en la tabla 21 los laterales móviles, permiten al usuario mover cada uno de los elementos laterales hacia adelante y hacia atrás según necesite el apoyo.

Tabla 21. Diagrama de uso con el dispositivo móvil
APOYO CON EL DISPOSITIVO

| | |
|---|---|
|  | <p>Se inicia el ciclo con dispositivo móvil. Se ubica al usuario dentro del dispositivo, los brazos deben estar sobre los soportes y el cuerpo permanece en posición erguida. Primero se lleva el soporte móvil izquierdo hacia adelante.</p> |
| <p>Luego se inicia la fase de apoyo del pie contrario, en este caso derecho. Los miembros superiores deben permanecer levemente flexionados y las muñecas realizando el agarre del soporte para realizar el movimiento.</p> |  |
|  | <p>Se inclina levemente el cuerpo hacia adelante mientras se completa la fase de apoyo en el miembro izquierdo, una vez terminada, se lleva ahora hacia adelante el soporte móvil derecho y se realiza el apoyo sobre este mientras el pierna izquierda inicia la fase de oscilación.</p> |

Una vez el pie izquierdo realice el contacto con el suelo, se reinicia el proceso para de esta manera realizar el ciclo de la marcha con el apoyo del dispositivo.



8.4 Prueba con el prototipo

El procedimiento de la prueba es el mismo que el de la prueba con el modelo funcional, los cambios en esta sesión son en cuanto al número de participantes y en que en esta ocasión se evaluará el prototipo final.

En la evaluación participaron 35 personas divididas en tres grupos así:

- Auxiliares de salud (15 participantes)
- Pacientes (5 Usan apoyo en un solo miembro, 9 apoyo en ambos miembros y 6 son personas sanas)¹⁷

Para la lectura de las tablas que se le aplicaron a los pacientes, se dividió en colores para distinguir cada grupo.

Una vez terminada la interacción, se les entregó un formato de una hoja para que dieran su calificación final (el formato se encuentra en los anexos). Después se analizaron y tabularon sus respuestas, estos son los resultados:

¹⁷ Para mejor lectura de las tablas, los colores se determinaron así: Naranja para pacientes que usan un solo miembro, morado para pacientes que usan los dos miembros y verde para los pacientes sanos

Tabla 22. Resultado Evaluación Prototipo Final. Prueba Aplicada a pacientes. Pregunta 1

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | 1 | | | |
| 4 | Suficientemente cómodo | 1 | | 1 | 1 | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | 1 | | | 1 | 1 | |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 42. Resultados evaluación de Prototipo Final. Prueba a Pacientes Pregunta 1

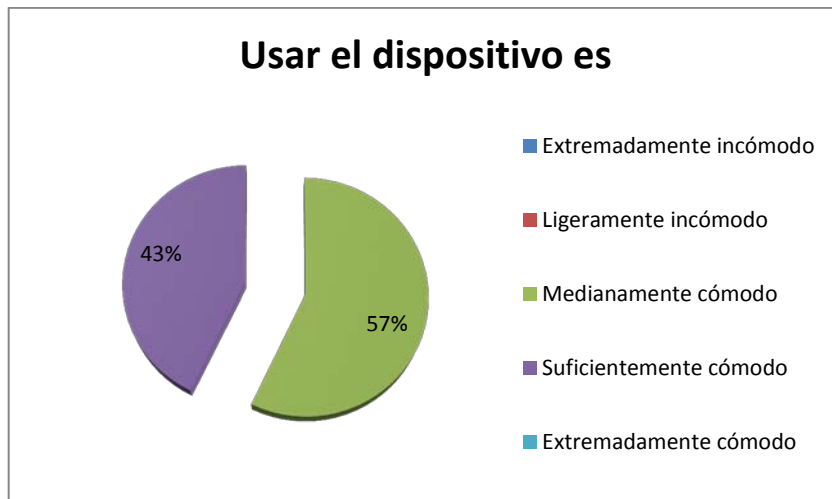


Tabla 23. Resultado Evaluación Prototipo Final. Prueba Aplicada a pacientes. Pregunta 2

| 2. CREE QUE EN CASO DE CAIDA EL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | Extremadamente inseguro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente inseguro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente seguro | | | | | | | | 1 | | | 1 | | 1 | | | 1 | | | | 1 | |
| 4 | Suficientemente seguro | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | | | 1 | | | 1 | 1 | | 1 |
| 5 | Extremadamente seguro | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | | | | |

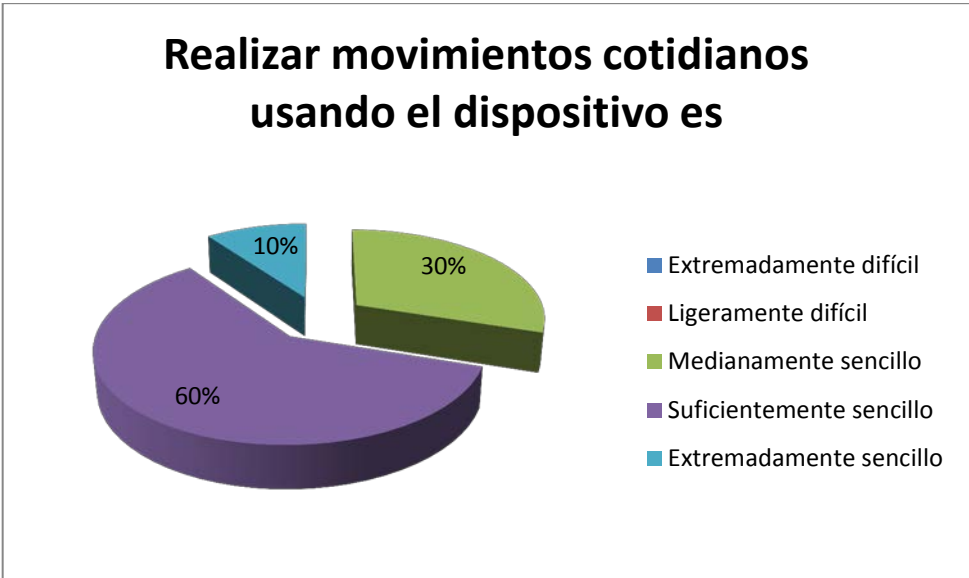
Figura 43. Resultados evaluación de Prototipo Final. Prueba a Pacientes Pregunta 2



Tabla 24. Resultado Evaluación Prototipo Final. Prueba Aplicada a pacientes. Pregunta 3

| 3. REALIZAR MOVIMIENTOS COTIDIANOS USANDO EL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | 1 | | | | | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | 1 |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |

Figura 44. Resultados evaluación de Prototipo Final. Prueba a Pacientes Pregunta 3



Para el caso de los auxiliares de Salud:

Tabla 25. Resultado Evaluación Prototipo Final. Prueba Aplicada a Aux. Salud. Pregunta 1

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|-------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | | | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | | 1 | | 1 | |
| 4 | Suficientemente cómodo | 1 | 1 | | | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 45. Resultados evaluación de Prototipo Final. Prueba a Aux. Salud Pregunta 1

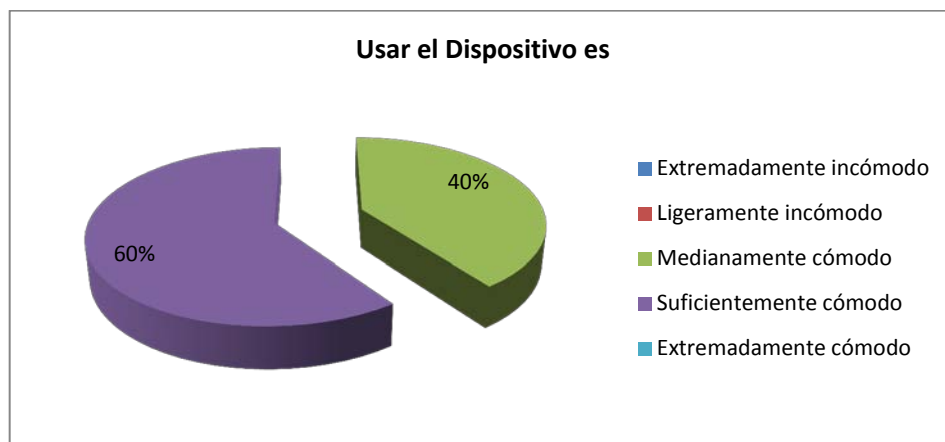


Tabla 26. Resultado Evaluación Prototipo Final. Prueba Aplicada a Aux. Salud. Pregunta 2

| 2. ADECUAR EL PACIENTE AL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | 1 | 1 | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | | 1 |
| 4 | Suficientemente sencillo | 1 | | | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | 1 | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 46. Resultados evaluación de Prototipo Final. Prueba a Aux. Salud Pregunta 2

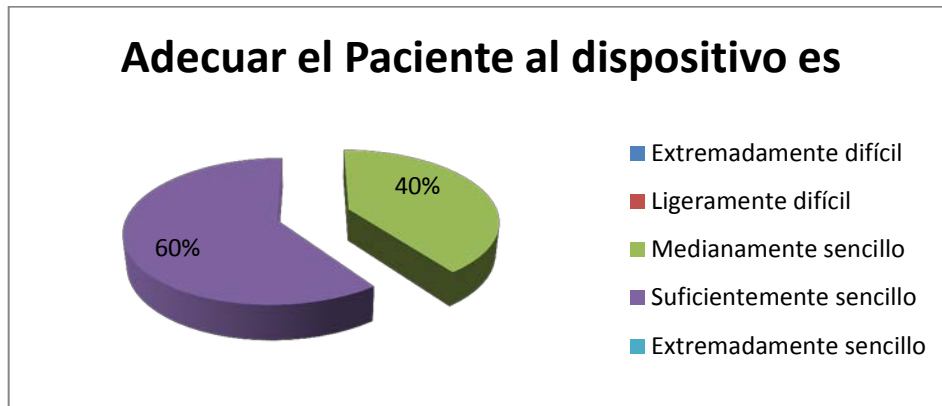
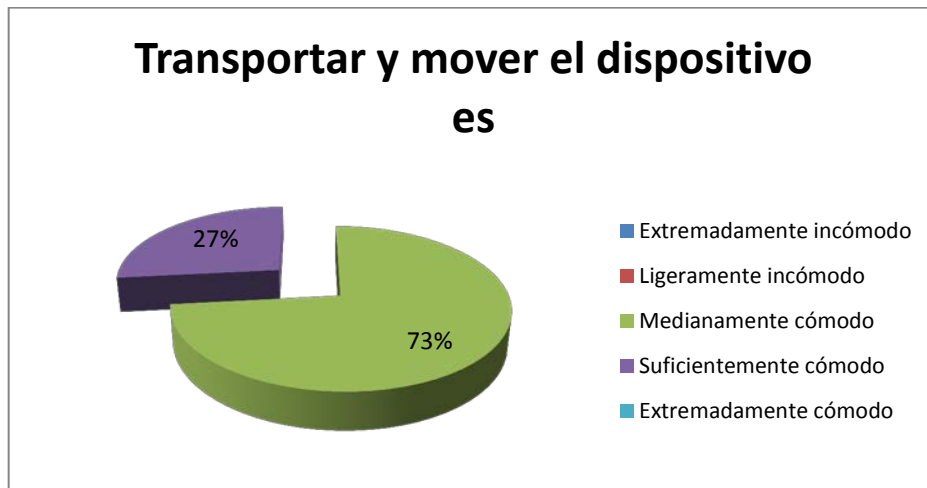


Tabla 27. Resultado Evaluación Prototipo Final. Prueba Aplicada a Aux. Salud. Pregunta 3

| 3. TRANSPORTAR Y MOVER EL DISPOSITIVO ES | | Participante | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Categoría | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | 1 | 1 | | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 4 | Suficientemente cómodo | | | 1 | | | 1 | | | | 1 | | | | | 1 |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 47. Resultados evaluación de Prototipo Final. Prueba a Aux. Salud Pregunta 3



8.1. Conclusiones Prueba Modelo Final

Al utilizar el prototipo final se puede lograr una apreciación más acertada de la reacción de los usuarios con respecto al dispositivo. Esto permitió entender mejor sus respuestas y conocer su opinión acerca del proyecto.

El dispositivo se modificó para prestar apoyos móviles y fijos, lo que amplió las posibilidades y permitió a los usuarios adecuarse mejor a este dependiendo de su tipo de lesión en específico.

El incluir usuarios sanos dentro del grupo a evaluar, permitió tener una perspectiva diferente del dispositivo, gracias a esto se logró una comparación y se evaluó el grado de apoyo y soporte que brinda el dispositivo.

El nuevo sistema que permite tener diferentes tipos de apoyos, se acomoda de manera más realista a las necesidades de movilidad de los usuarios.

8.2. Análisis fotográfico

Para complementar el resultado de las pruebas se analizó de manera más detallada las imágenes tomadas con un usuario usando el dispositivo, para definir las diferentes posiciones que toma el cuerpo mientras usa el dispositivo.

En las figuras 48, 49 y 50 mostradas a continuación podemos observar el análisis fotográfico de miembro superior, inferior y torso.

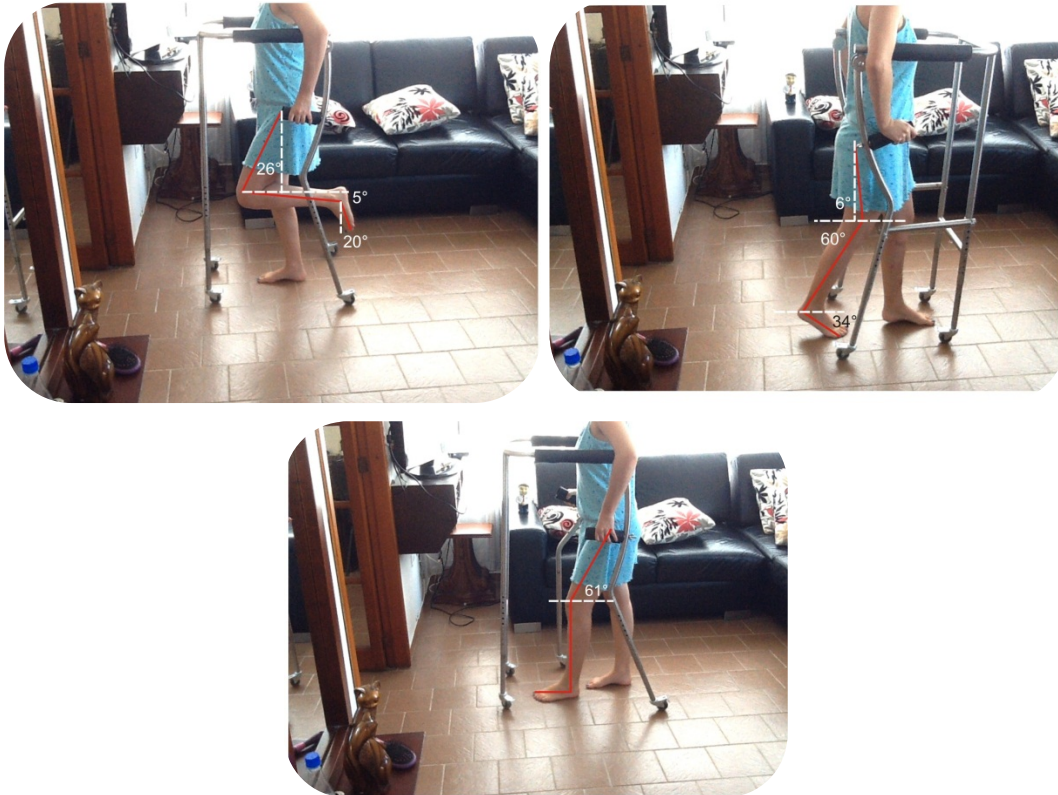
Figura 48. Análisis fotográfico miembro superior



Como podemos observar en las imágenes, la posición del miembro superior permanece casi igual en cada caso. Tanto el ángulo de extensión del hombro como el ángulo de flexión del codo se mantienen entre 65° y 75°, ángulos que están dentro del rango de movimiento articular normal.¹⁸

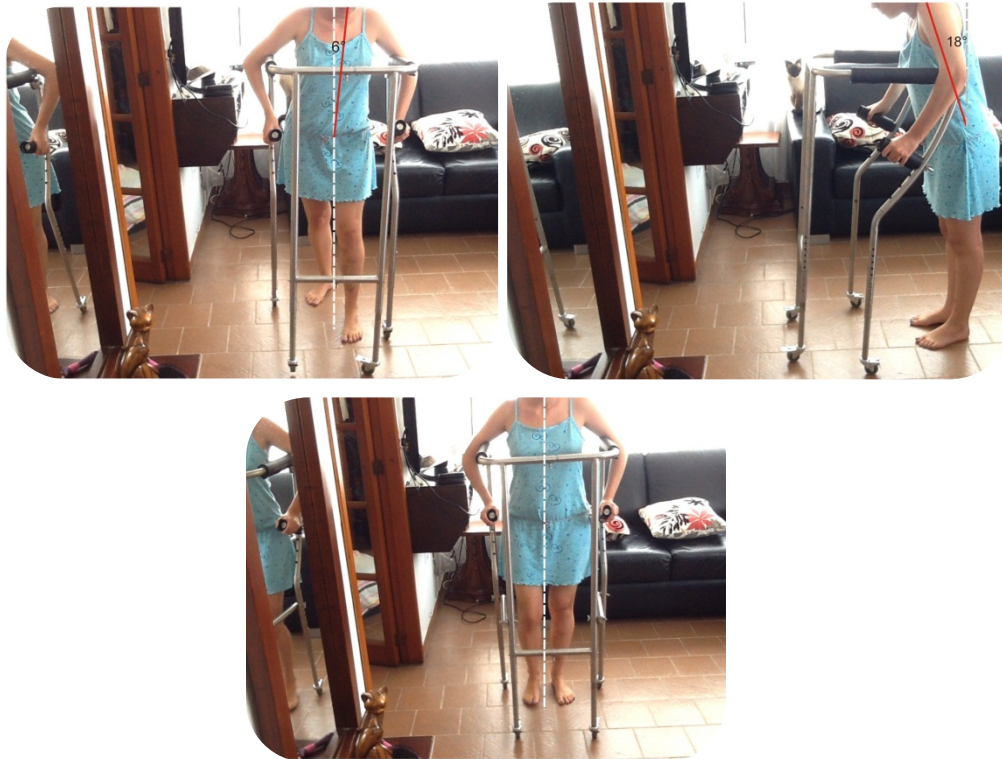
¹⁸ HOPPENFELD, Stanley. Exploración física de la columna vertebral y las extremidades. Ed El Manual Moderno, ISBN 9789684260559.

Figura 49. Análisis Fotográfico Miembro Inferior



Dependiendo del momento el ciclo de la marcha en el que se encuentre se presenta una flexión de cadera y de rodilla cuyos ángulos varían, sin embargo podemos notar en esta figura que a pesar de utilizar el dispositivo el desplazamiento del miembro inferior es normal y no realiza movimientos incómodos e innecesarios para realizar la marcha.

Figura 50. Análisis Fotográfico Tronco



Para el análisis del Tronco se tomaron en cuenta tres situaciones, en la primera imagen (Izquierda) Podemos notar que el cuerpo está inclinado 6° hacia la derecha; esta situación se presenta cuando el dispositivo esta móvil y se inclina para avanzar. La inclinación que se presenta es mínima y es solo momentánea.

En la segunda Imagen (Derecha) se puede notar que el cuerpo se inclina hacia adelante 18° , nuevamente esta situación se presenta cuando el dispositivo se usa como apoyo móvil y es una inclinación temporal.

Finalmente en la tercera imagen podemos notar que el cuerpo esta recto y no se presentan inclinaciones. Cuando el dispositivo esta fijo, la postura que toma el cuerpo completo es erguida y sin inclinaciones.

Como resultado de este análisis podemos concluir que la postura del cuerpo durante el uso del dispositivo está dentro de los rangos adecuados, ya que el usuario no debe realizar inclinaciones ni desviaciones innecesarias o que le causen algún daño. También muestra que el ciclo de la marcha se puede realizar con el apoyo y no altera los patrones del usuario.

8.3. Análisis Comparativo

Una vez terminada a evaluación, le realizó un análisis comparativo del dispositivo planteado contra un andador de cuatro puntos de apoyo plegable que se consigue en el mercado. El propósito de este análisis es compara y descubrir las ventajas y desventajas del dispositivo contra los elementos ya existentes.

En la tabla que se muestra a continuación se realizó un análisis de las principales características del dispositivo propuesto contra el andador plegable para adultos.

Tabla 28. Análisis comparativo

| DISEÑO PROPUESTO | PRODUCTO A COMPARAR |
|--|---|
| ALTURA AJUSTABLE | |
|  |  |
| <p>Utiliza el mecanismo estándar de pin para regular la altura, permite variarla hasta 9 veces.</p> | <p>Elaborado con un mecanismo de pin que permite variar la altura hasta 5 veces.</p> |
| TIPO DE APOYO | |
|  |  |
| <p>Tiene un apoyo de cuatro puntos distribuidos en forma de trapecio.</p> | <p>Permite un soporte de cuatro puntos de apoyo.</p> |
| SOPORTES ACOLCHADOS | |
|  |  |
| <p>Tanto los soportes para las muñecas como para la axilas están acolchados para evitar molestias en el usuario.</p> | <p>El soporte de las muñecas tiene recubrimiento acolchado para facilitar sujeción.</p> |

APOYO MOVIL O FIJO



Se puede usar de dos maneras diferentes dependiendo del tipo de apoyo que se necesite. Se puede fijar para desplazarse o de libera para usar el dispositivo de manera más libre.



Es un dispositivo de apoyo fijo.

POSTURA AL USARLO



Debido a su estructura, permite al usuario mantener una postura erguida, sin dejar de prestar el soporte y apoyo que este necesita.



Cuando el usuario lo usa tiende a inclinarse innecesariamente hacia adelante, en caso de que su uso sea permanente esta postura se convierte en una costumbre para el usuario (no es conveniente para usuarios que no sean adultos mayores)

PLEGABLE



Aunque tiene un ancho ajustable, la estructura no es plegable.



Tiene un mecanismo que permite fijarlo al momento de usar y permite plagarlo cuando no está en uso.

9. IDENTIDAD VISUAL DEL PRODUCTO

En este capítulo se describen aspectos importantes de la identidad visual del producto como su nombre, aplicaciones y correcto uso que definirán la primera percepción se tendrá al interactuar con el producto.

Componentes básicos como el uso del color, tipografías y demás, permitirán generar una imagen innovadora, que permitirá que los usuarios se sientan atraídos e identificados con el producto.

9.1. Tipografía

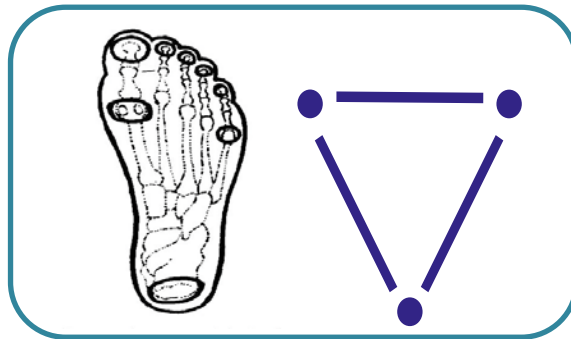
Componen el logo dos tipos de fuentes que fueron alteradas para lograr el equilibrio entre las fuentes y la imagen.

- **Nombre Producto:** Laserian (Modificada)
- **Frase Secundaria:** Berlin Sans FB Demi (modificada)

9.2. Descripción del Logotipo

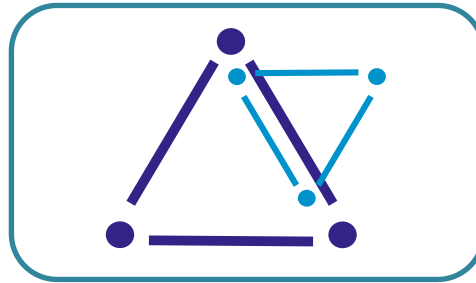
El nombre del producto “EQUILÁTERO”, es una referencia a la sustracción del triángulo que forma el pie cuando hace contacto con el suelo, se escogió este concepto ya que el centro de todo el proyecto es la marcha humana.

Figura 51. Posición de Contacto del Pie con el suelo



La imagen del logotipo es una extracción de este mismo triángulo. Este triángulo se le aplica repetición de forma con reducción de tamaño y se invierte para formar la imagen principal del logotipo.

Figura 52. Composición de triángulos del logotipo



Junto a la imagen se incorporan el nombre y la descripción del producto, para así formar completamente el logotipo del producto.

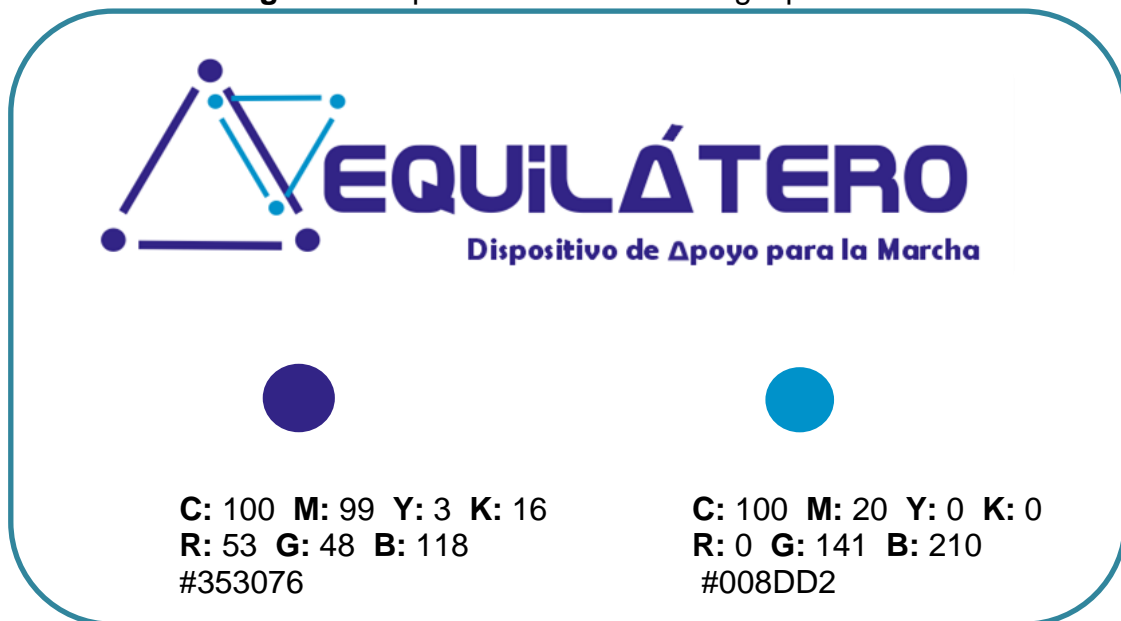
Figura 53. Logotipo del producto



9.3. Aplicación de color

A continuación se presenta la gama de colores usados para el logotipo tanto en el sistema CMYK como en RGB y WEB. Estos colores deberán respetarse y usarse adecuadamente para cualquier presentación y aplicación del producto.

Figura 54. Aplicación de Color al logotipo



9.4. Proporciones del Logotipo

La retícula cuadrada de base, está compuesta por una unidad que equivale a 0.5 cm. Esta será la referencia para las proporciones en la reproducción del logo. La línea punteada define el inicio de la zona de seguridad que permitirá mantener limpio de cualquier impresión el logotipo.

Figura 55. Retícula de Proporciones



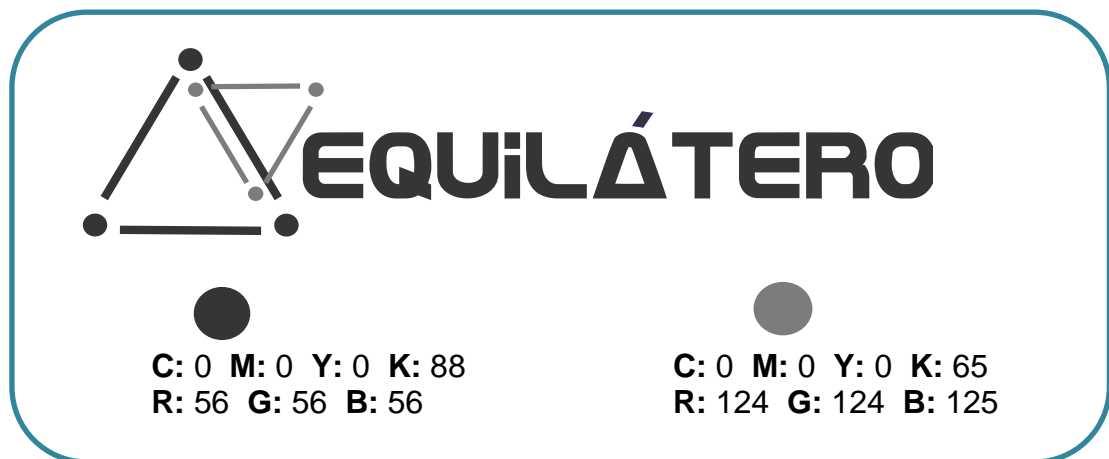
 Base de la Retícula: 0.5 cm

La zona de seguridad es una restricción que deberá respetarse.

9.5. Aplicación en escala de grises

Para algunas presentaciones e impresiones se deberá usar la escala de grises.
A continuación se presentan los valores válidos para este formato.

Figura 56. Aplicación Escala de Grises al logotipo



10. CONCLUSIONES

- Durante la investigación se logró identificar como se movilizan actualmente los pacientes en el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga, esta información en conjunto con la participación activa de pacientes y auxiliares de la salud durante todo el proceso de diseño, permitió centralizar el problema de investigación y ayudo a tener un mejor entendimiento acerca del contexto en el que se iba a trabajar.
- Las sesiones con los usuarios cumplieron con su objetivo principal que era la recolección de información para lograr conocer sus necesidades y preferencias al momento de usar un dispositivo de apoyo para la marcha. Esta recopilación de información fue la base para el desarrollo del modelo y posteriormente del prototipo final.
- El proceso de selección y evaluación del dispositivo se realizó primero la construcción de un modelo, que se asemejaba en cuanto a forma y función; este modelo fue probado y evaluado por los usuarios. Se requirieron algunos ajustes y adaptaciones, y posteriormente se presentó nuevamente la propuesta, se realizó una segunda evaluación y como resultado el dispositivo fue aceptado satisfactoriamente por los usuarios.
- Equilátero, es un dispositivo de apoyo para la marcha que brinda soporte y acompañamiento a los usuarios durante su proceso de recuperación. Este dispositivo brinda diferentes tipos de apoyos, que se

acomodan a las necesidades de cada usuario, les brinda seguridad y soporte para realizar la marcha y demás actividades cotidianas.

11. BIBLIOGRAFIA

BÜRDEK, Bernhard. Diseño Historia Teoría y Práctica del Diseño Industrial. 3ª ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gil, SA, 1994.

CANSECO, Javier. Situación de Discapacidad en la Región Andina. 2009

ESPINEL, Francisco y GARCIA, Maradei. Ergonomía para el Diseño. Colombia: Universidad Industrial De Santander, 2009.

GORGUES. José (2006). «Ayudas Para la marcha». Offarm, Vol 25.

GUEVARA, Eduardo Serafín. Fundamentos de configuración en diseño industrial. Colombia: El autor, 2004.

HOPPENFELD, Stanley. Exploración física de la columna vertebral y las extremidades. Ed El Manual Moderno; 1979

MELO, Ramiro. HERNANDEZ, Irma. LASERNA, Rosario. RIOS, Adriana. Guía para el otorgamiento de muletas: Prescripción, entrenamiento, cuidado. Banco de ayudas técnicas, Secretaria distrital de salud. Bogotá D.C.; 2007

MURANI, Bruno. ¿Cómo nacen los objetos? Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2004.

NORMAN, Donald. La Psicología de los objetos cotidianos. Madrid: Editorial NEREA, 1990.

Organización Internacional de Normalización ISO - Productos de apoyo para personas con discapacidad. Clasificación y terminología. Norma UNIT-ISO9999:2011

Organización Mundial de la Salud (OMS), Organización Panamericana de la Salud (OPS). CIF Clasificación Internacional del Funcionamiento de la

Discapacidad y de la Salud. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales; 2001

OSSA, Marcela. Cartilla de Citas: Pautas para hacer textos y hacer listas de referencias. Universidad de los Andes. Bogotá D.C. 2006

RIOS, Adriana; LASERNA, Rosário; MELO, Ramiro; VARGAS, María C; RAMIREZ, Nery. Tecnología y discapacidad. Bogotá. Universidad del Rosario, 2007.

RIOS, Adriana; ORTIZ, Diana; PATINO Diana M. Sistema de Información en tecnología de asistencia para Bogotá D.C. Revista Ciencias de la salud, Vol. 3

ROCA D, Joaquin. ROCA G, Joaquin. DEL CAMPO, Maria. De las Ayudas Técnicas a la Tecnología Asistida. G.I. Ingeniería Medica (EIMED). Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Universidad Nacional de educación a Distancia (UNED).2002

RODRIGUEZ, Gerardo. Manual de Diseño Industrial. 3 ed. México: Editorial Gustavo Gili, 1996.

URIBE, Carlos. HORMIGA, Claudia. Situación de la población con discapacidad en Santander. Revista del Observatorio de salud pública Santander, Vol. 2. Agosto 2012

VERA, Pedro M; Fabregat, Alex; Lafuente, Rubén. Biomecánica de la marcha normal y patológica. Editorial IBV, 2005.

EN LINEA

Censo General DANE, 2005. La discapacidad según el censo. [En línea] <[http://www.dane.gov.co/files / censo2005/discapacidad.pdf](http://www.dane.gov.co/files/censo2005/discapacidad.pdf)>

Organización Mundial de la Salud (OMS). Estadísticas sobre discapacitados en el mundo [en línea]. <<http://www.who.int/research/en/>>

Tratamiento fractura miembro inferior [en línea]. Consultado 15 de febrero de 2014.
<http://escuela.med.puc.cl/publ/OrtopediaTraumatologia/Trau_Secc01/Trau_Sec01_45.html>

Conemaugh Health System. Problemas de Equilibrio: Tratamiento de Rehabilitación [en línea]. Consultado 16 de febrero de 2014
<<http://conemaugh.kramesonline.com/Spanish/3,S,85846>>

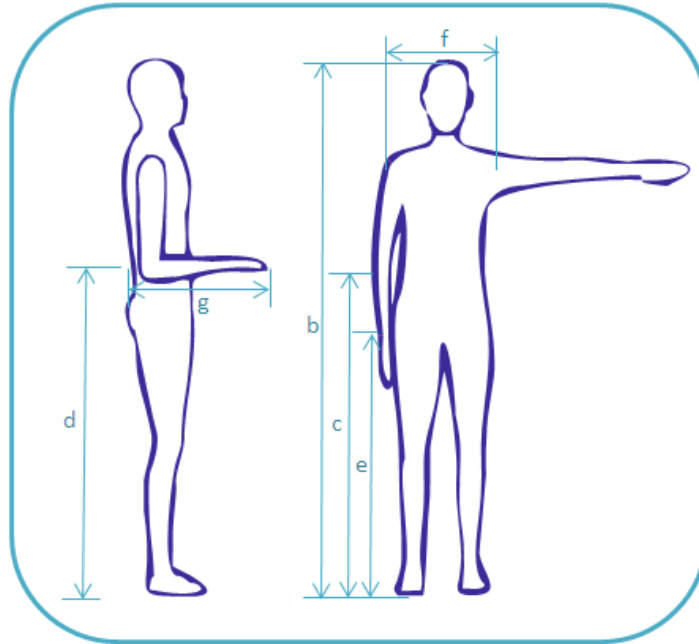
Anglioma Alliance. La rehabilitación [en línea]. Consultado 15 de febrero de 2014.
<http://www.angiomaalliance.com/pages.aspx?content=231#.Uw_OemJdWE4>

Prevención y tratamiento del síndrome de las caídas [en línea]. Consultado 15 de febrero de 2014 <<http://www.efisioterapia.net/articulos/fisioterapia-la-prevencion-y-tratamiento-del-sindrome-caidas>>

ANEXO A. TABLAS ANTROPOMÉTRICAS

Percentiles Hombre y Mujeres
Postura Erguida

Edad: 15-31 años



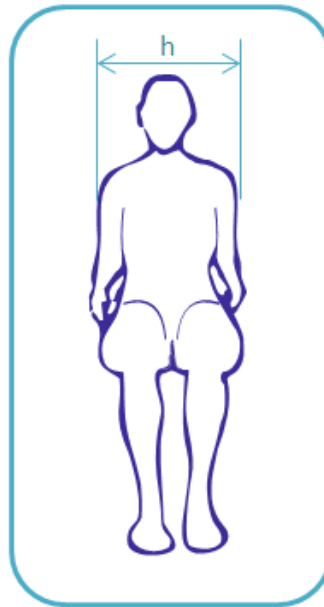
Medidas en centímetros (cm) y kilogramos (kg)

| Medidas | Hombres | | | Mujeres | | |
|-------------------------------|---------|-------|-------|---------|-------|-------|
| | P95 | P50 | P5 | P95 | P50 | P5 |
| a. Peso | 89.2 | 68.8 | 48.5 | 67.6 | 53.8 | 39.9 |
| b. Estatura | 182.6 | 172.1 | 161.6 | 168.1 | 158.5 | 148.9 |
| c. Altura codo | 118.5 | 110.3 | 102.3 | 109.8 | 102.3 | 94.7 |
| d. Altura codo flexionado 90° | 114.5 | 106.8 | 99.2 | 107.9 | 99.1 | 90.2 |
| e. Altura muñeca | 91.2 | 83.8 | 76.4 | 85.6 | 78.5 | 71.5 |
| f. Ancho máximo del Cuerpo | 51.1 | 45.6 | 40.0 | 49.5 | 40.9 | 32.2 |
| g. Longitud codo-dedo medio | 51.3 | 46.6 | 41.9 | 45.9 | 42.4 | 38.9 |

Fuente: ESPINEL, Francisco y GARCIA, Maradei.

Percentiles Hombre y Mujeres
Postura Sedente

Edad: 15-31 años



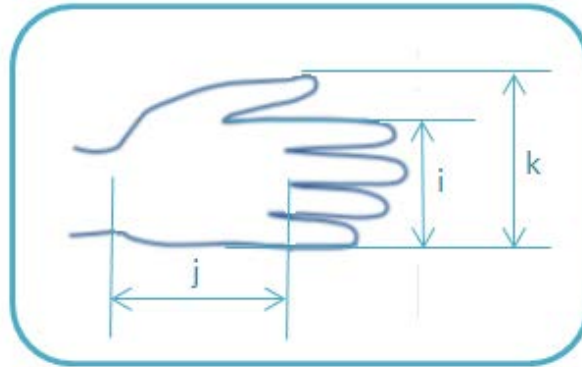
Medidas en centímetros (cm)

| Medidas | Hombres | | | Mujeres | | |
|--------------------------|---------|------|------|---------|------|------|
| | P95 | P50 | P5 | P95 | P50 | P5 |
| h. Ancho de codos | 55.4 | 46.8 | 38.2 | 49.3 | 42.2 | 35.2 |

Fuente: ESPINEL, Francisco y GARCIA, Maradei.

Percentiles Hombre y Mujeres
Manos

Edad: 15-31 años



| Medidas | Hombres | | | Mujeres | | |
|---------------------------------|---------|------|-----|---------|-----|-----|
| | P95 | P50 | P5 | P95 | P50 | P5 |
| i. Anchura palma de mano | 9.6 | 8.6 | 7.7 | 8.2 | 7.5 | 6.8 |
| j. Longitud palma mano | 11.3 | 10.3 | 9.3 | 10.4 | 9.4 | 8.4 |
| k. Anchura de la mano | 11.8 | 10.1 | 8.5 | 9.6 | 8.8 | 8 |

Fuente: ESPINEL, Francisco y GARCIA, Maradei.

Datos Antropométricos para el diseño. p51-52

ANEXO B. FORMATO EVALUACIÓN MODELO FUNCIONAL

Formato para pacientes

Basado en su experiencia utilizando el modelo de un dispositivo de apoyo para la marcha, Ud. considera que (Indique su respuesta con una X):

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente cómodo | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | |
| 2. CREE QUE EN CASO DE CAIDA EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente inseguro | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente inseguro | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente seguro | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente seguro | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente seguro | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 13. REALIZAR MOVIMIENTOS COTIDIANOS USANDO EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | |

Formato para profesionales de la salud

Basado en su experiencia utilizando el modelo de un dispositivo de apoyo para la marcha, Ud. considera que (Indique su respuesta con una X):

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | |
| 2. ADECUAR EL PACIENTE AL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 13. TRANSPORTAR Y MOVER EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | |
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | |

ANEXO C. FORMATO EVALUACIÓN PROTOTIPO FINAL

Formato para pacientes

Basado en su experiencia utilizando el modelo de un dispositivo de apoyo para la marcha, Ud. considera que (Indique su respuesta con una X):

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente cómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. CREE QUE EN CASO DE CAIDA EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | Extremadamente inseguro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente inseguro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente seguro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente seguro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente seguro | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

3. REALIZAR MOVIMIENTOS COTIDIANOS USANDO EL DISPOSITIVO ES

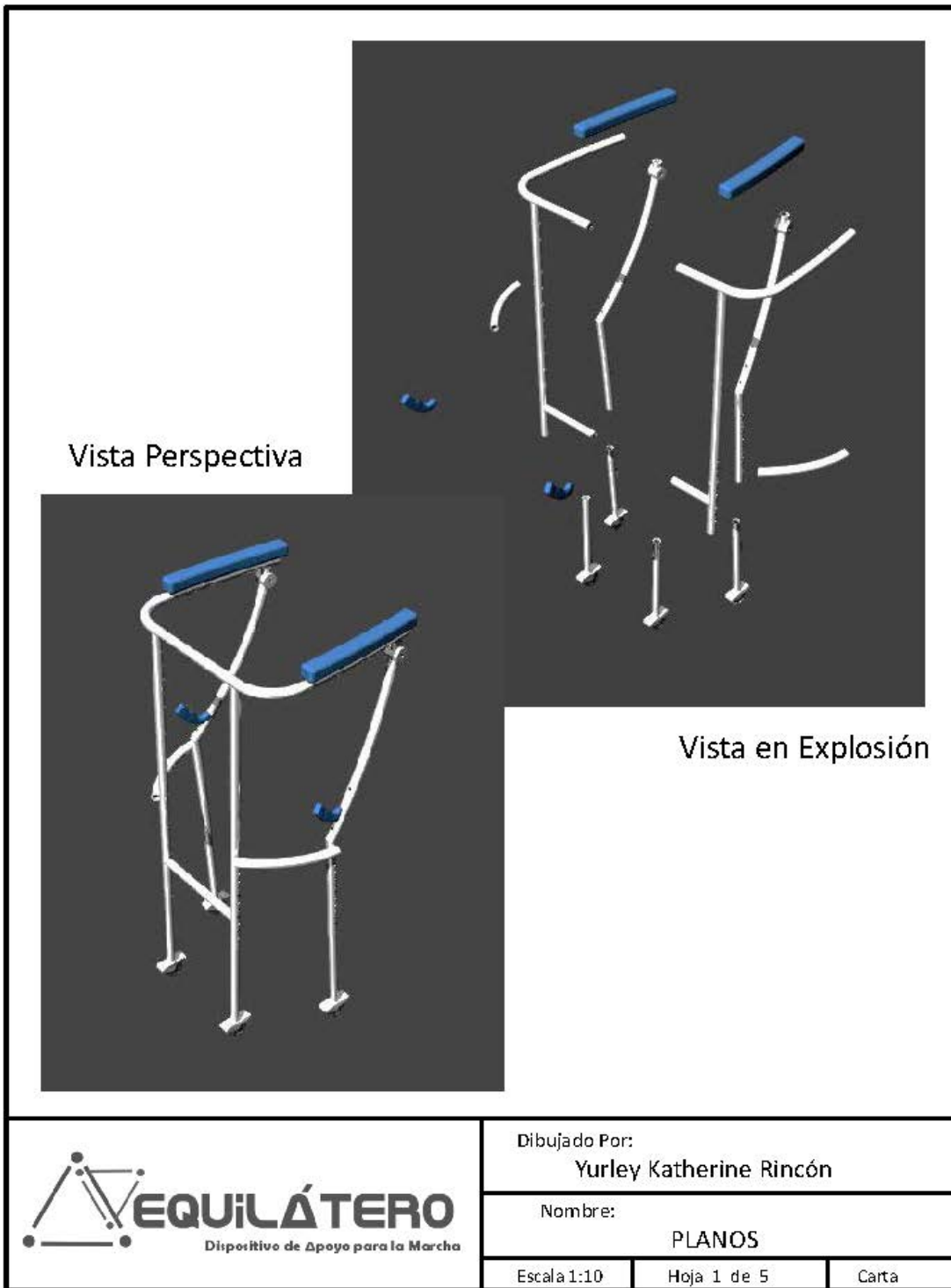
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

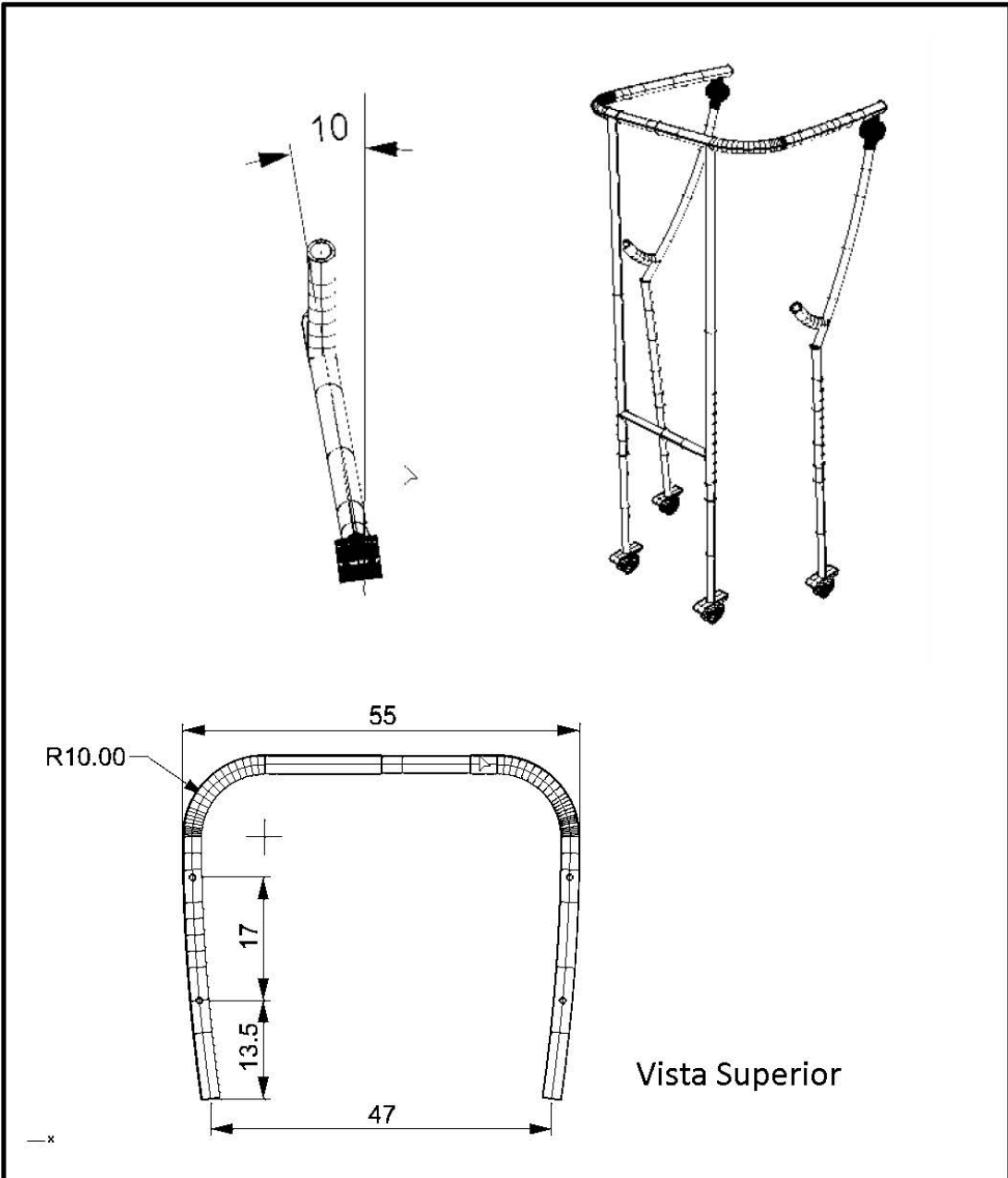
Formato para profesionales de la salud

Basado en su experiencia utilizando el modelo de un dispositivo de apoyo para la marcha, Ud. considera que (Indique su respuesta con una X):

| 1. USAR EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente cómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. ADECUAR EL PACIENTE AL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | Extremadamente difícil | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente difícil | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente sencillo | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente sencillo | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente sencillo | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13. TRANSPORTAR Y MOVER EL DISPOSITIVO ES | | | | | | | | | | | | | | | |
| Categoría | | Participante | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 1 | Extremadamente incómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ligeramente incómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Medianamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Suficientemente cómodo | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Extremadamente cómodo | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO D. PLANOS





EQUILÁTERO
Dispositivo de Apoyo para la Marcha

Dibujado Por:
Yurley Katherine Rincón

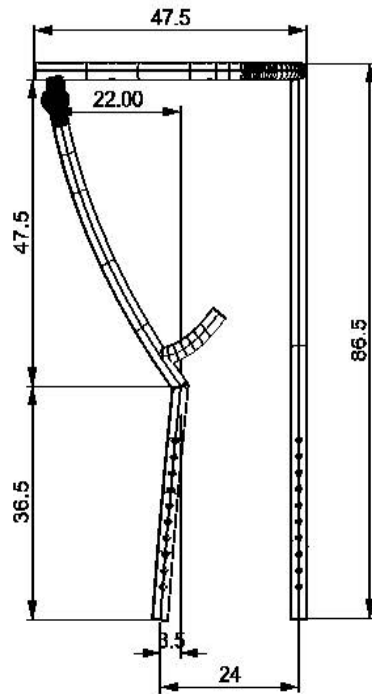
Nombre:
PLANOS

Escala 1:10

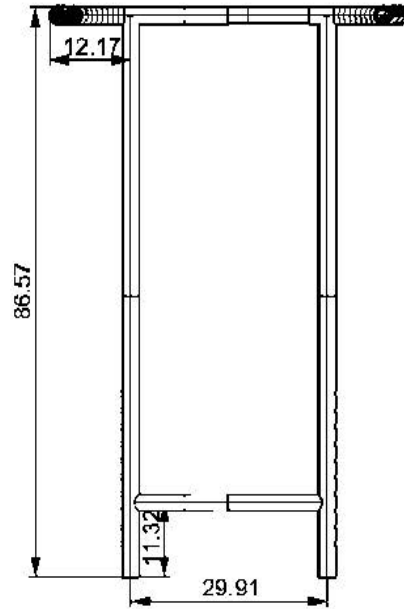
Hoja 2 de 5

Carta

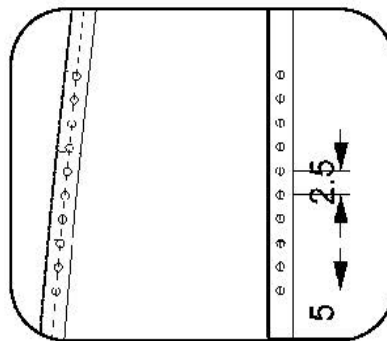
Vista Lateral



Vista Frontal



Detalle Alturas



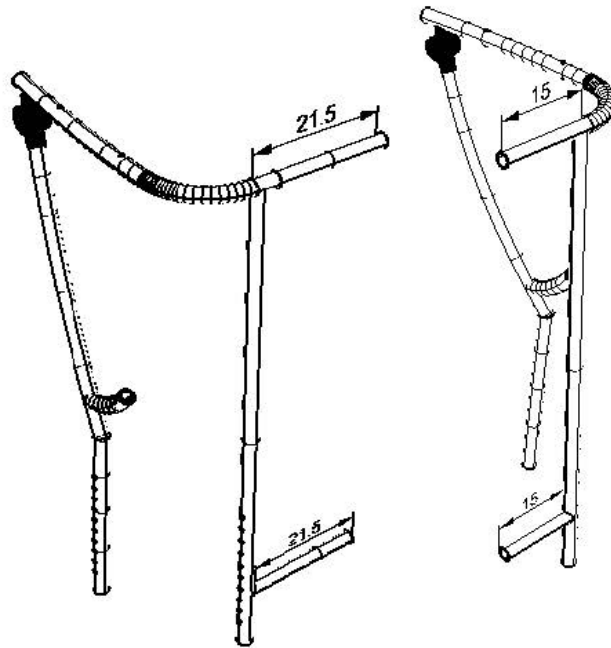
Dibujado Por:
Yurley Katherine Rincón

Nombre:
PLANOS

Escala 1:10

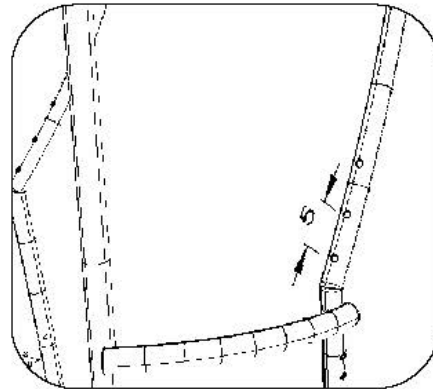
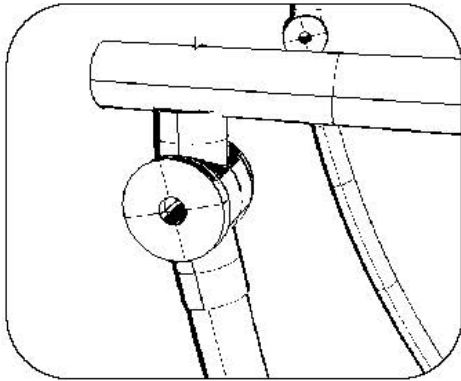
Hoja 3 de 5

Carta



Detalle Articulación

Detalle Agujero-Mango



Dibujado Por:

Yurley Katherine Rincón

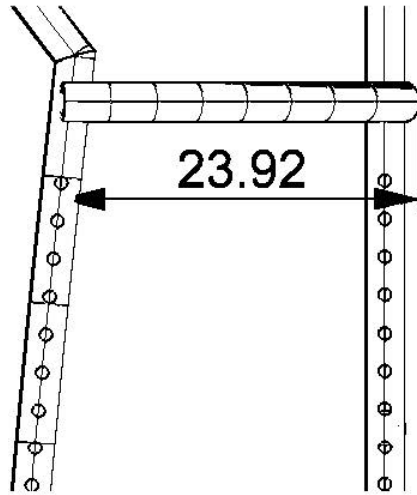
Nombre:

PLANOS

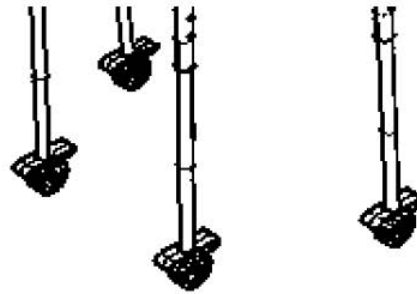
Escala 1:10

Hoja 4 de 5

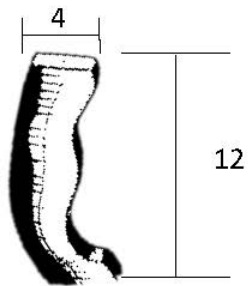
Carta



Detalle llantas



Detalle Mango



Dibujado Por:
Yurley Katherine Rincón

Nombre:
PLANOS

Escala 1:10

Hoja 5 de 5

Carta