

ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE SALUD ESPECIALIZADA PARA LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE
VULNERABILIDAD GEOGRÁFICA Y DISCAPACIDAD TRANSITORIA.

LINA MARIA RIVERA BUSTOS

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2020

ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE SALUD ESPECIALIZADA PARA LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE
VULNERABILIDAD GEOGRÁFICA Y DISCAPACIDAD TRANSITORIA.

LINA MARIA RIVERA BUSTOS

Proyecto de grado para optar por el título de Diseñadora Industrial

CRISTIAN D. CHAMORRO, MsC., PhD.

Ingeniero Mecánico y Profesor Titular del Departamento de Diseño.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI
2020

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
PROGRAMA ACADÉMICO DE DISEÑO INDUSTRIAL

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

La estudiante LINA MARÍA RIVERA BUSTOS identificada con cédula de ciudadanía número 1.107.101.712 de Cali y código 201525743, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado “GEOACCESS: ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE SALUD ESPECIALIZADA PARA LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD GEOGRÁFICA Y DISCAPACIDAD TRANSITORIA”, el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador:	LETY DEL PILAR FAJARDO CABRERA
Jurado Asesor:	ERIKA BALANTA
Jurado Experto:	JOHN ALEXANDER CAMACHO SÁNCHEZ

Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali, el 22 de Mayo de 2020, según acta # 007 del Comité del Programa.



CRISTIAN DAVID CHAMORRO RODRÍGUEZ
Director del Proyecto



MIGUEL ALEJANDRO BOHÓRQUEZ NATES
Vo. Bo. Director del Programa Académico



CARLOS ANDRÉS ORTEGA GARCÍA
Vo. Bo. Jefe Departamento de Diseño

Angélica María V.

Edificio D5 (382) – Oficina 4004 – Ciudad Universitaria de
Meléndez
Telefax [57-2] 321 2375 – Apartado Aéreo 25360
Santiago de Cali – Colombia
programas.disenio@correounivalle.edu.co
<http://disenio.univalle.edu.co/>



GeoACCESS

TeleRehabilitación

ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE SALUD ESPECIALIZADA
PARA LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD
GEOGRÁFICA Y DISCAPACIDAD TRANSITORIA.

LINA MARIA RIVERA BUSTOS

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA
ABRIL, 2020.

ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE SALUD ESPECIALIZADA PARA LA POBLACIÓN EN SITUACIÓN DE
VULNERABILIDAD GEOGRÁFICA Y DISCAPACIDAD TRANSITORIA.

LINA MARIA RIVERA BUSTOS

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE DISEÑADOR
INDUSTRIAL



**Universidad
del Valle**

DIRECTOR
CRISTIAN D. CHAMORRO, MsC., PhD.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA
ABRIL, 2020.

Dedicatoria

A todos aquellos que me apoyaron a materializar este proyecto.

A la lista interminable de casualidades que me ayudaron.

Agradecimientos

A mi familia por apoyarme en todas mis decisiones.

A mi director de tesis, Cristian D. Chamorro, por guiarme de la mejor manera.

*A la Universidad del Valle y al SENA, sin estas dos instituciones mis sueños no se hubiesen cumplido de esta manera.
¡Qué viva lo público!*

A todos los del equipo del Tecnoparque por formar parte importante en la materialización del proyecto, a mi coordinador Omar Bolívar.

A las increíbles personas con las cuales compartí mi carrera y mi vida, con ellas crecí.

A Vladimir Rebellón P. por asesorarme y ayudarme en todo momento.

Y a todas las personas que aparecieron en mi camino y me ayudaron a materializar este proyecto.

Gracias por todo.

INTRODUCCIÓN

El proyecto nace como respuesta a una serie de barreras en el acceso a los servicios de salud especializados (rehabilitación física), estas barreras son presentadas por una población en situación de vulnerabilidad geográfica, quienes no pueden superarlas y se encuentran excluidas, producto de un sistema de salud centralizado. Esta situación se agrava cuando la población no puede acceder al servicio de forma regular y constante, como conclusión se obtiene una lesión sin tratamiento, pérdida de autonomía para realizar las Actividades de la Vida Diaria y una reducción significativa en su Calidad de Vida.

El proyecto busca satisfacer este tipo de necesidades por medio de modalidades como la tele-rehabilitación para mitigar las barreras y hacer accesibles este tipo de servicios necesarios para las comunidades y que puede generar impactos positivos en la Calidad de Vida de los individuos de estas poblaciones.

Palabras claves:

Tele-Rehabilitación, Rehabilitación Física, Accesibilidad, Calidad de vida, autocuidado, Actividades de la Vida diaria.

RESUMEN

El proyecto va dirigido a usuarios cuyo acceso a los servicios de salud presentan una serie de dificultades generadas a partir del desplazamiento a los puntos de atención médicos, debido a la distancia, la disponibilidad financiera o los procedimientos burocráticos; estas circunstancias se hacen más críticas cuando los usuarios padecen una lesión osteomuscular, llevándolos a encontrarse en una situación de discapacidad transitoria y, por ende, deben acceder a un servicio de salud especializado y de asistencia regular como la rehabilitación física, servicios alejados de su entorno inmediato.

Esta nueva condición genera efectos negativos en el desarrollo de las Actividades de la Vida Diaria, generando malestares y restricciones en la participación plena de las actividades, especialmente las actividades ligadas al autocuidado cuando la lesión involucra deficiencias en el complejo articular del hombro. Sin embargo, estos no son los únicos aspectos que afectan su vida cotidiana, se encuentran también aspectos psicológicos, el ámbito laboral, y su autonomía lo cual convierte este proceso de rehabilitación en una vinculación del individuo de nuevo a la sociedad.

El objetivo del proyecto se basa en disminuir el impacto de estas barreras por medio de facilitar el acceso a usuarios en situación de vulnerabilidad geográfica a los servicios de salud especializados, específicamente los que engloban la rehabilitación física, para que las posibles situaciones de discapacidad transitoria no afecten de manera permanente y negativa su Calidad de Vida.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	2
Tabla de ilustraciones	6
CAPÍTULO I	8
1.Marco Referencial	9
1.2. Marco Teórico	11
1.2.1. Calidad de vida (CV o CVRS).	12
1.2.2. Actividades de la vida diaria (AVD).	12
1.2.2.1. El Autocuidado.	13
1.2.3.Accesibilidad: la Calidad y la Optimización en los servicios de salud.	13
1.2.3.1.La Accesibilidad en los servicios de salud.	13
1.2.3.1.La Calidad en los servicios de salud.	14
1.2.3.1.La Optimización en los servicios de salud.	14
1.2.4. Tecnologías en Salud (TS).	14
2.Marco Conceptual	16
2.1. Autonomía	17
2.2. Rehabilitación física.	17
2.2.1. Ejercicio terapéutico.	17
2.3. Vulnerabilidad geográfica.	18
2.4. Discapacidad transitoria.	18
2.5. Tele-operación.	18
3. Bibliografía	20
4. Estado del Arte	21
4.1. Matriz de la legislación en salud.	22
4.2. Matriz de legislación de la tele-medicina.	24
4.3. Matriz de barreras en el acceso.	26
4.4. Matriz de Tecnologías en Salud (tele-medicina).	30
5. Bibliografía.	33
6. Planteamiento del Problema	35
7. Pregunta Problema	36
8. Justificación	37
9. Bibliografía.	39
10. Objetivos	40
11. Metodología	41

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO II	44
12. Trabajo de Campo	45
12.1. Especialistas.	47
12.2. Pacientes con lesiones osteomusculares.	50
12.3. Pacientes con lesiones osteomusculares en miembro superior.	52
12.4. Experto en tele-medicina.	54
12.5. Conclusiones generales.	56
13. Estado de la Técnica	58
13.1. Conclusiones de la matriz de análisis de proyectos académicos.	62
13.2. Conclusiones de la matriz de análisis de productos comerciales.	66
14. Bibliografía.	67
15. El Complejo Articular del Hombro en función de las AVD	68
16. Bibliografía.	70
17. Análisis de la Información Recolectada.	71
17.1. Matriz de análisis Funcional-Técnico.	72
17.2. Matriz de análisis en Tele-medicina.	74
17.3. Matriz de análisis del Componente Social.	75
17.4. PSD / Requerimientos de Diseño.	76

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO III	79
18. Conceptos funcionales aplicados	80
19. Posición para el tratamiento del paciente	81
20. Sujeción de la extremidad	81
21. Metodología de Norton para el diseño	82
21.1. Investigación de Mecanismos	83
21.2. Propuesta conceptual.	85
21.3. Evaluación de las propuestas conceptuales y selección	91
21.4. Análisis de movimiento.	93
21.5. Diseño a Detalle	97
21.5.1. Percentiles para el desarrollo del sistema	98
21.5.2. Propuesta	99
21.5.2.1. Soporte a Pared	100
21.5.2.2. Soporte de Espalda	101
21.5.2.3. Mecanismo de cuatro barras	104
21.5.2.3.1. Pruebas del mecanismo de cuatro barras	105
21.5.4. Partes del dispositivo en función del ejercicio terapéutico.	112
21.5.5. Materiales y procesos	113
22. Bibliografía	121
23. Pruebas del sistema completo	122
24. Pasos para el uso	129
25. Logística del dispositivo	131
26. Conclusiones Finales	135
Anexo: Proceso de Diseño.	137
1.1. Soporte a Pared	138
1.2. Soporte de Espalda	140
1.3. Mecanismo de Cuatro Barras	142
1.4. Mecanismo de acople dispositivo a motor.	147
1.5. Dispositivo Geo-Access	151
Bibliografía	153
1.6. Planos	154

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de conceptos y relaciones. Fuente: Autor.	10
Ilustración 2. Relación entre las Actividades de la Vida Diaria (AVD), Accesibilidad y Auto- nomía, frente la Calidad de Vida (CV). Fuente: Autor.	12
Ilustración 3. Relación entre la autonomía, salud y Calidad de Vida. Fuente: MSPS 2015.	17
Ilustración 4. Relación de Conceptos. Fuente: Autor.	19
Ilustración 5. . Barreras en la accesibilidad al servicio de salud. Fuente: Autor.	29
Ilustración 6. Deficiencias y expectativas en el servicio de salud. Fuente: Autor.	32
Ilustración 7. Gráficos explicativos de la metodología. Fuente: Autor.	41
Ilustración 8. Municipio de Restrepo. Fuente: Google Maps.	46
Ilustración 9. Ilustración de los componentes del hombro, los planos y los movimientos.	69
Ilustración 10. Diagramas de los rangos de movimiento en función de las AVD según los movimientos anatómicos del complejo articular del hombro. Fuente: Autor.	69
Ilustración 11. Alternativas para la sujeción del paciente. Fuente: Autor.	81
Ilustración 12. Esquema de la Metodología Norton. Fuente: Autor.	82
Ilustración 13. Diagramas de cajas de las propuestas conceptuales. Fuente: Autor.	86
Ilustración 14. Rangos aproximados de alcance según el movimiento de flexo-extensión y abducción para realización de las inversiones. Fuente: Autor.	92
Ilustración 15. Inversiones del Mecanismo. Fuente: Autor.	94
Ilustración 16. Diagramas de Referencia de las medidas. Autor: R. Avila, L. Prado, E.L. Gon- zález. [4, pp. 196–215]	98
Ilustración 17. Partes principales del sistema. Fuente: Autor.	99
Ilustración 18. Movimiento para el ajuste de medida de altura acromial. Fuente: Autor.	100
Ilustración 19. Movimiento para ajuste de medidas de anchura bideltaidea. Fuente: Autor.	101
Ilustración 20. Movimiento para el cambio de sentido. Fuente: Autor.	102
Ilustración 21. Bloqueo de cardán para los diferentes planos anatómicos. Fuente: Autor.	103
Ilustración 22. Mecanismo de ajuste de altura anterior del brazo. Fuente: Autor.	104
Ilustración 23. Fotografías de las Pruebas del mecanismo de cuatro barras en el Tecnopar- que SENA. Fuente: Autor.	110
Ilustración 24. Mecanismo de acople. Fuente: Autor.	111
Ilustración 25. Explosión del dispositivo. Fuente: Autor.	113
Ilustración 26. Mecanismo de altura acromial según el paciente. Fuente: Autor.	123

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 27. Mecanismo de cambio. Fuente: Autor.....	124
Ilustración 28. Mecanismo de cuatro barras. Fuente: Autor.....	125
Ilustración 29. Mecanismo de cuatro barras. Fuente: Autor.....	126
Ilustración 30. Mecanismo de cuatro barras. Fuente: Autor.....	127
Ilustración 31. Uso del cardán. Fuente: Autor.....	128
Ilustración 32. Pasos para el uso del dispositivo. Fuente: Autor.....	129
Ilustración 33. Disposición en el espacio. Fuente: Autor.....	130
Ilustración 34. Empotramiento. Fuente: Autor.....	131
Ilustración 35. Disposición en el espacio. Fuente: Autor.....	132
Ilustración 36. Disposición en el espacio. Fuente: Autor.....	133
Ilustración 37. Disposición en el espacio. Fuente: Autor.....	134
Ilustración 38. Proceso de diseño del soporte a pared en línea de tiempo. Fuente: Autor.	138
Ilustración 39. Proceso de diseño del soporte de espalda en línea de tiempo. Fuente: Autor.	140
Ilustración 40. Maqueta para prueba del ajuste bideltóideo y prueba de interferencia. Fuente: Autor.	141
Ilustración 41. Maqueta para prueba. Fuente: Autor.	141
Ilustración 42. Maquetas para comprobación del movimiento. Fuente: Autor.	142
Ilustración 43. Diagramas de cajas para las propuestas conceptuales del agarre para rota- ción. Fuente: Autor.	143
Ilustración 44. Proceso de diseño para el mecanismo de rotación. Fuente: Autor.	145
Ilustración 45. Proceso de prototipado del apoyo a brazo.	145
Ilustración 46. Proceso de diseño del Mecanismo de cuatro barras en línea de tiempo. Fuente: Autor.....	146
Ilustración 47. Diagrama de cajas para la propuesta conceptual de la transmisión de movi- miento. Fuente: Autor.	147
Ilustración 48. Proceso de diseño del acople en línea de tiempo. Fuente: Autor.	150
Ilustración 49. Proceso de diseño del dispositivo en línea de tiempo. Fuente: Autor.....	151
Ilustración 50. Paleta de colores. Fuente: Autor.	152

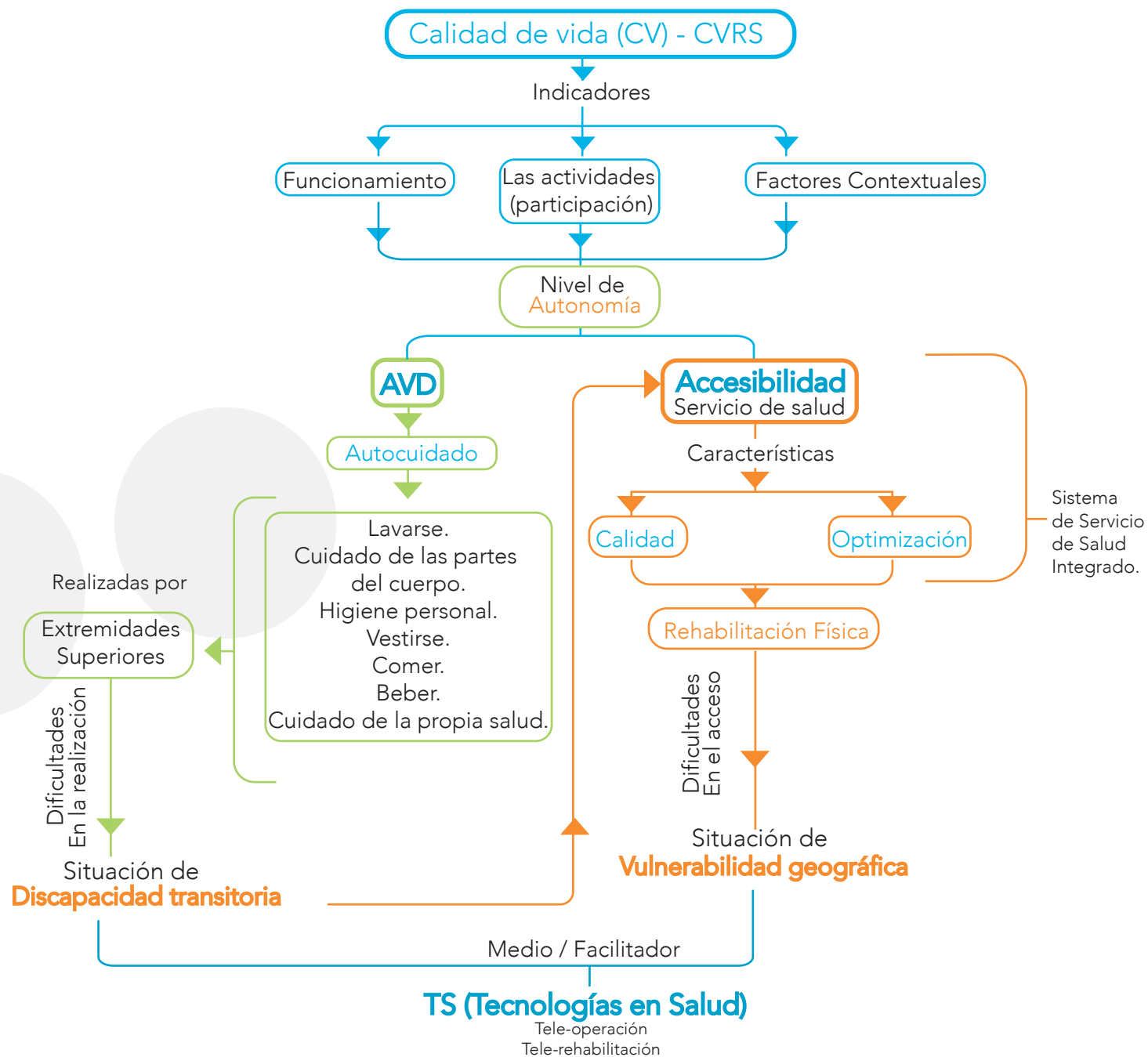
CAPÍTULO I



El capítulo contiene el conocimiento teórico base para la realización del proyecto.

MARCO REFERENCIAL

En el siguiente cuadro conceptual titulado *mapa de conceptos y relaciones* (Ilustración 1, pág. 10) se expondrán los diferentes términos y conceptos que ayudaron a formar, limitar y materializar el proyecto Geoaccess.



Marco Teórico

Calidad de vida (CV o CVRS).

La Calidad de vida (también denominado CV o relacionado a la salud como CVRS) es entendida como un constructo utilizado para desarrollar una valoración del bienestar personal. La CV toma como referencia la construcción de individuo como un ente biológico y social (bio-social), cuyo conjunto de condiciones contribuyen a un bienestar desde aspectos físicos, emocionales y sociales [1] para realizar un análisis certero de las condiciones del individuo. Sus principales fundamentos para el análisis son, según la CIF* :

- El funcionamiento.
- Las actividades (la participación del individuo de forma autónoma).
- Los factores contextuales (la relación entre el factor personal y ambiental)**.

La CV tiene unos indicadores cuyo objetivo es analizar diferentes aspectos del individuo estudiado [2]:

- La salud física (energía, fatiga, dolor, incomodidades, dormir y descanso).
- Psicología (sentimientos negativos, sentimientos positivos, autoestima, pensamiento, aprendizaje y memoria),
- Nivel de autonomía (movilidad, actividad de la vida diaria, dependencia de medicamentos, capacidad de trabajo)
- Relaciones sociales (relaciones personales, apoyo social y actividad sexual).
- Entorno (recursos financieros, libertad, seguridad, salud y cuidado social, transporte)
- Espiritualidad.

La Calidad de Vida es un estándar de análisis y evaluación del bienestar y la satisfacción [3, p. 65] desde diferentes niveles y consigue abarcar gran parte de los aspectos de la vida diaria de un individuo, especialmente se centra en el desarrollo de sus actividades y su cumplimiento por medio de los indicadores antes expuestos. Una variación negativa, tal como una nueva condición en términos funcionales como la alteración/no realización de sus actividades de la vida diaria o cambios contextuales son aspectos fáciles de identificar por medio de este constructo expuesto por la CIF, y es posible generar impactos positivos

por medio de esa identificación. Para ocasionar estos impactos positivos, se encuentran conceptos como la autonomía, las actividades de la vida diaria, la accesibilidad, y la rehabilitación para hacer posible esta reinserción exitosa del individuo a la sociedad desde múltiples aspectos.

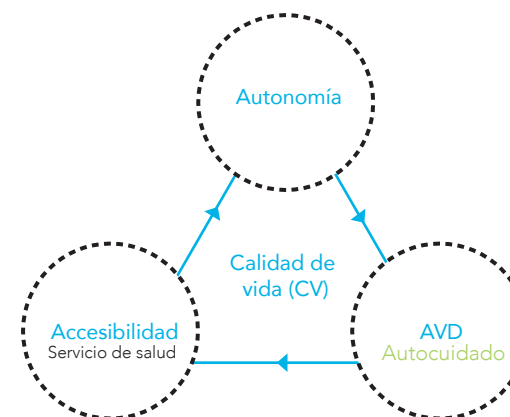


Ilustración 2. Relación entre las Actividades de la Vida Diaria (AVD), Accesibilidad y Autonomía, frente la Calidad de Vida (CV). Fuente: Autor.

Actividades de la vida diaria (AVD).

Para el seguimiento de la Calidad de vida se hace mención de las Actividades de la vida diaria (también conocidas como AVD), definidas como el grupo de actividades ejecutadas por una persona para realizar el cuidado de sí mismo de manera autónoma; se entiende las AVD como una triada que se compone de usuario, contexto y entorno [1] cuyo objetivo es la identidad personal lograda a partir de las satisfacciones y obligaciones del individuo. Según la CIF (2001), las actividades básicas e instrumentales de la vida diaria se pueden agrupar en:

- Comunicación (interacción con otras personas y aprendizaje)
- Ligadas a la movilidad como el desarrollo de la vida doméstica, áreas principales de la vida (trabajo / empleo, educación, vida económica), elaboración de tareas y demandas generales [1]
- Cuidado personal. (o autocuidado).

* Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la discapacidad y de la salud.

** Organización Mundial de la Salud (OMS). Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud – CIF, 2001.

Las AVD son un factor determinante en el diagnóstico de la Calidad de Vida, especialmente para las personas en situación de discapacidad transitoria al hacer una evaluación de los individuos desde diferentes puntos de vista, como con su vida cotidiana/familiar, sus necesidades, la autonomía, y el uso del tiempo (según la CIF); el objetivo es identificar las afectaciones en la CV y generar impactos positivos a través de la rehabilitación física, garantizando la accesibilidad a este tipo de servicio especializado para la realización de las AVD y los servicios de salud, logrando minimizar o revertir problemas funcionales.

Las Actividades de la Vida Diaria de interés para el desarrollo de este proyecto son las ligadas con el autocuidado debido a su particularidad de intimidad y frecuencia de realización:

El Autocuidado se toma como un grupo de nociones entre las cuales se encuentra la capacidad, la decisión y acción (autonomía) que el individuo toma para proteger su salud y la de sus pares. Es una condición dinámica la cual se integra en diferentes momentos de su vida e involucra tanto al ámbito familiar, social y ambiental como al sistema salud, con el objetivo de propiciar (acceso) las ganancias en salud de los diferentes individuos * [4].

Entre el compilado de actividades relacionadas al cuidado personal definidas por la CIF se encuentran:

- Lavarse.
- Cuidado de las partes del cuerpo.
- Lavado y secado de las partes del cuerpo.
- Higiene personal relacionado con los procesos de secreción.
- Vestirse.
- Comer y beber.
- Estimulación sexual.
- Cuidado de la propia salud** . Entendida como la capacidad de tomar decisiones oportunas para gestionar su salud y buscar ayuda médica en caso de necesidad [4, p. 39].

Accesibilidad: la Calidad y la Optimización en los servicios de salud.

El cuidado de la propia salud debe tener un ambiente que promocióne el acceso al servicio, el cual debe disponer de una serie de características importantes tales como la accesibilidad, seguido de la calidad y la optimización en la prestación de servicios de salud especializados y de asistencia regular como la rehabilitación física.

La Accesibilidad en los servicios de salud es un conjunto de características que debe disponer un servicio para ser utilizado bajo las condiciones de independencia, autonomía, igualdad y seguridad para todas las personas en las actividades de la vida diaria (AVD), brindando un espacio idóneo para el funcionamiento y la participación de estas [5]. La accesibilidad busca la inclusión y la integración activa de la población, teniendo en cuenta la comunidad vulnerable y en situación de discapacidad, para eliminar barreras y restricciones en la relación persona-entorno. El objetivo es promover y ofrecer al individuo un bienestar físico, emocional y social [1].

En conclusión, la accesibilidad es entendida como la relación o la *adecuada estructura* [6] que existe entre la población que necesita un servicio de salud especializado y el sistema de prestación de servicios [7]. Esta relación busca de otros componentes como la calidad y optimización [8] para garantizar una inclusión total de la población en el servicio de salud especializado.

La Calidad en los servicios de salud es una característica que obtiene un servicio cuando se dota de las rasgos de seguridad, disponibilidad, mantenibilidad, confiabilidad, facilidad de uso y economía (precio) [9]. Brinda satisfacción desde todos estos puntos de vista y se produce bajo la interacción del usuario (individuo) y el personal de atención al paciente***.

*Aborda el mantener la salud, prevenir y manejar la enfermedad [4, pp. 38–40].

**Organización Mundial de la Salud (OMS). Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud – CIF, 2001. Cap. 5.

*** Personal de atención al paciente incluye profesionales, técnicos, administradores, auxiliares, residentes, facultativos, etc.

Los servicios de salud son entendidos como una construcción social con una trama compleja de diferentes actores sociales, es por ello que al abordar el concepto se debe hacerlo desde dos perspectivas: usuarios y el personal de salud [6]. La construcción de calidad va seguida de tres ejes:

- Accesibilidad: entendida como la adecuada estructura para acceder al servicio.
- Resolutiva: entendida como el nivel técnico o atención médica.
- Relaciones empáticas: comprende el trato humano en el servicio.

Estos tres ejes deben disponer de las directrices de calidad tales como seguridad, coordinación y transparencia [10, p. 9]. Así mismo, para medir de manera precisa la calidad en los procesos, se establecen una serie de pasos en la atención al paciente, entre ellos la Post-atención definida como el seguimiento del tratamiento, la coordinación de horarios, las terapias tales como la rehabilitación física, entre otras.[11]

La calidad en los servicios de salud tiene como fin la participación, la humanización y la equidad [11, p. 52] para establecer un sistema integrado, un sistema de mejora continua y cuyo impacto sea multinivel, el cual acoge a personas, familias, comunidades y al talento humano [10, p. 17] para funcionar óptimamente. En síntesis, un sistema el cual presente un balance entre beneficios, riesgos y costos [12, p. 2].

La Optimización en los servicios de salud en este contexto es entendida como la mejor organización, eficacia*, efectividad** y eficiencia*** en la calidad asistencial; en ella se prima la relación: usuario-personal de salud para certificar el desarrollo de un sistema impecable y cuya meta es el funcionamiento ideal. El objetivo de la optimización es encontrar una calidad global en el sistema, resaltando los siguientes puntos:

- Continuidad asistencial.
- Tiempos de atención.
- Seguimiento del tratamiento.

- Promoción en la salud.
- Adecuación: estructural y funcional [13]

Con la finalidad de obtener un buen procedimiento en el servicio de salud, la optimización toma el proceso, los agentes implicados y la información como componentes fundamentales en la prestación del servicio y de su correcto desarrollo [8]. La optimización es un producto de un servicio accesible y de calidad para la población en busca de una cobertura para todas las personas –incluyendo las que se encuentran en situación de vulnerabilidad geográfica–, un sistema integral que trate la salud desde la medicina general hasta consulta con especialista y la posibilidad de facilitar el seguimiento de los tratamientos como la rehabilitación física.

Tecnologías en Salud (TS).

Son definidas por el Ministerio de Salud según la Evaluación de Tecnologías de la Salud (INAHTA) como: "Cualquier intervención que se puede utilizar para promover la salud, para prevenir, diagnosticar o tratar enfermedades o para rehabilitación o de cuidado a largo plazo. Esto incluye los procedimientos médicos y quirúrgicos usados en la atención médica, los productos farmacéuticos, dispositivos y sistemas organizacionales en los cuidados de la salud". Según esta definición, las TS son consideradas una práctica clínica la cual cubre desde maquinaria relacionada a la salud hasta los medicamentos, tratamientos o intervenciones preventivas[14]; se clasifican de la siguiente manera, según la NICE [15, p. 24]:

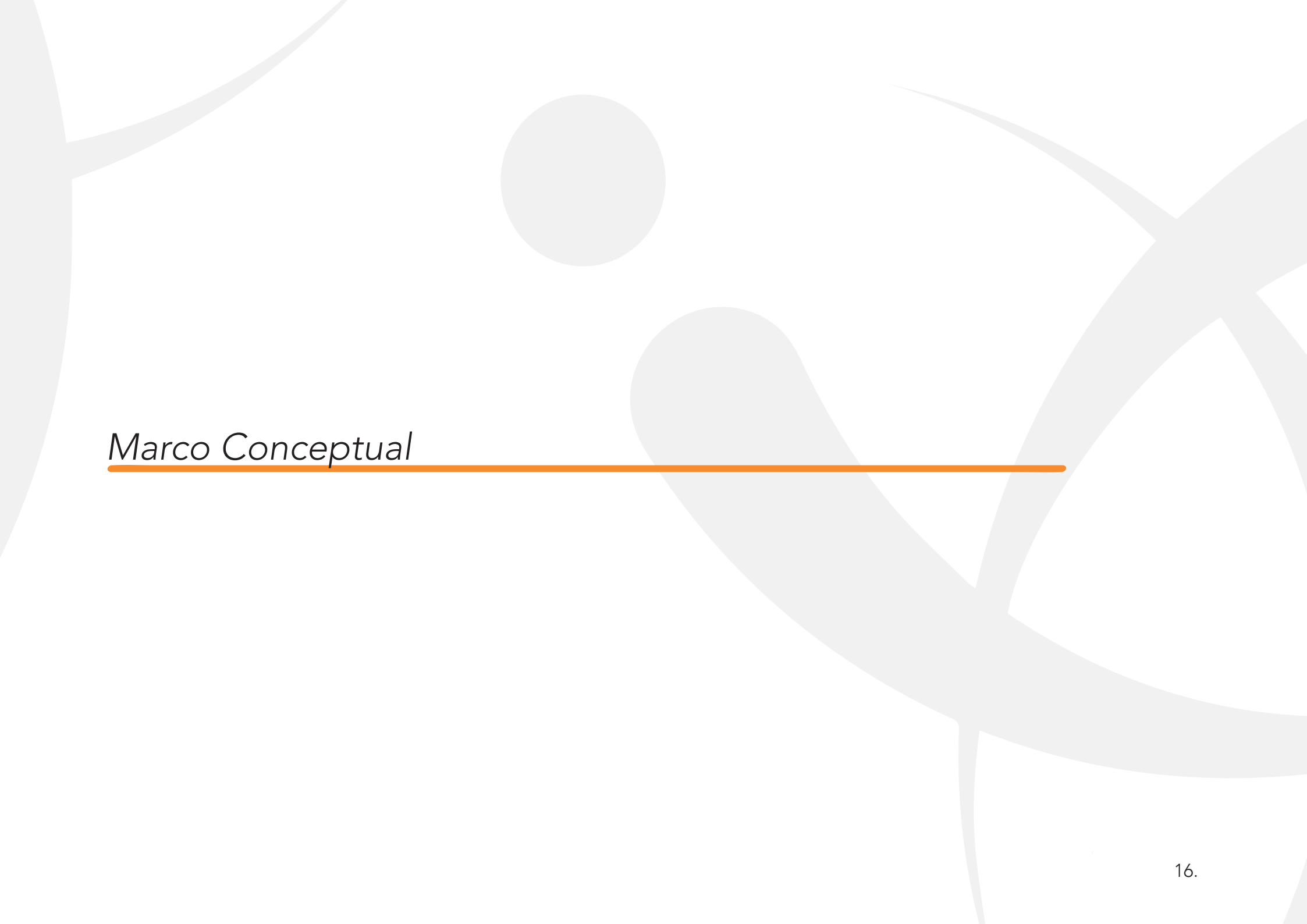
- Fármacos.
- Productos farmacéuticos.
- Equipamiento médico.
- Técnicas de diagnóstico.
- Procedimientos quirúrgicos.
- Tecnologías terapéuticas.
- Actividades de promoción en salud.

*Entendida como el rendimiento y los costes.[8, p. 2]

**Entendida como la cobertura e impacto adecuados. [8, p. 2]

***Entendida como el rendimiento y costos acordes. Ibíd. [8, p. 2]

Las TS son consideradas como practicas multidisciplinarias, estas tecnologías deben seguir los siguientes criterios: efectividad, seguridad, eficiencia, pertenencia local y diferentes filtros éticos según las ETS (Evaluación de las Tecnologías en Salud)[14]. Entre este tipo de avances médicos se puede considerar la Tele-rehabilitación como una tecnología terapéutica, que facilite el acceso a los servicios de salud especializado como la rehabilitación física cuya meta sea mejorar los tiempos, establecer beneficios, disminuir costos y finalmente ejercer como elemento integrador en los diferentes sectores y contextos de un país.



Marco Conceptual

Autonomía

Es una característica fundamental para establecer un índice de CVRS, la Autonomía, cuyo principal objetivo es la realización de alguna actividad, es decir, es un conjunto de habilidades, conocimientos y creencias que capacitan a una persona para ejercer una conducta y aptitud de decisión con el objetivo de tener pleno control de su vida. Se basa teniendo en cuenta los siguientes elementos: comprensión de fuerzas, límite corporal, creencia en ser capaz y efectivo [16, pp. 16–17].

En el siguiente gráfico se realiza una comparación de la autonomía ligada a el desarrollo de la salud en función del tiempo, las etapas de la vida del individuo y los diferentes entornos.

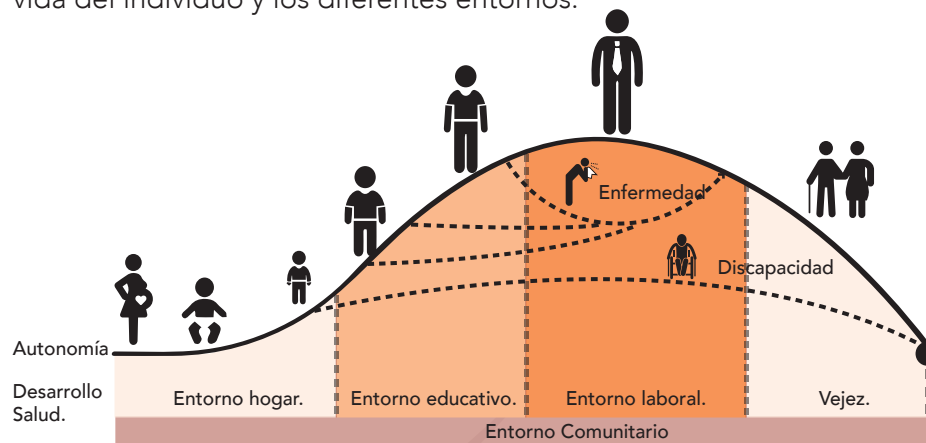


Ilustración 3. Relación entre la autonomía, salud y Calidad de Vida. Fuente: MSPS 2015.

Siguiendo el gráfico presentado, el proyecto estaría enfocado en la curva relacionada con enfermedad, esta entendida como la discapacidad transitoria. La curva en negrita es la curva identificada como la ideal para una persona en circunstancias ideales, cuya cúspide de autonomía y salud estaría en su etapa adulta donde su principal entorno es el ámbito laboral y ser autosustentable. La finalidad de esta gráfica es hacer una comparación entre las diferentes circunstancias del individuo tomando la relación con sus entornos y el desarrollo de la

salud como ejes principales para establecer una perspectiva de su nivel de autonomía siguiendo las diferentes etapas de vida.

Como conclusión, se puede observar que una enfermedad, en el caso de estudio una discapacidad transitoria afecta de manera drástica a una persona en su adultez reflejado especialmente en su entorno laboral, donde en circunstancias ideales sería la cúspide de su autonomía.

Rehabilitación física

Es un conjunto de acciones que toman como referencia el ámbito clínico, responden a la disminución de la opresión y la marginalización del individuo con limitaciones en su movilidad o en situación de discapacidad. Es un concepto multidisciplinario, en cual se mezclan aspectos tales como educación, prevención, reentrenamiento físico y reinserción a nivel social y vocacional.

La rehabilitación física puede entenderse como un medio para prevenir, minimizar o revertir las consecuencias de las pérdidas funcionales e incidir sobre los factores que impiden o dificultan la participación. Se puede entender como una conjugación: entre la CV, el contexto social y factores individuales en busca del bienestar y autonomía. Plantea una reinserción del individuo a la sociedad desde diferentes perspectivas [17].

Ejercicio terapéutico Es el compilado de movimientos realizados durante la terapia física con el fin de restablecer, prevenir o minimizar los problemas funcionales anatómicos causados por una lesión osteomuscular. Para la planeación del ejercicio terapéutico se debe evaluar el paciente, desarrollar un plan, ejecutar el plan y evaluarlo. El plan tiene como fin realizar una comparación con los datos iniciales, el cumplimiento de los objetivos y el establecimiento de nuevas metas relacionadas con el estilo de vida el paciente y su evolución. [18, pp. 19–27]

La población que no pueda asistir a este tipo de servicio de salud especializado por barreras de acceso, se le considera en situación de vulnerabilidad geográfica.

Vulnerabilidad geográfica

Es la población que se encuentra restringida, excluida o con dificultades para acceder a un servicio de salud especializado (rehabilitación física) y de calidad, al presentar problemas de movilidad a otros puntos geográficos los cuales ofrecen estos servicios [19][20].

La vulnerabilidad geográfica es una circunstancia que se llega por factores externos al individuo y esta se agrava cuando la población presenta lesiones en su estructura corporal, llevándola a una situación de discapacidad transitoria y, por lo tanto, debe acceder al servicio de salud especializado y constante como la rehabilitación física lejos de su entorno inmediato.

Discapacidad transitoria

Es una situación definida como la pérdida o limitación de una función física, la cual dificulta la realización de diferentes actividades de la vida diaria (AVD) de manera temporal.

Puede ser entendida como un individuo que ha sufrido una deficiencia* en el funcionamiento de las estructuras corporales** en especial una lesión osteomuscular, la cual restringe*** o le dificulta temporalmente la realización y la participación**** en las AVD en su contexto. Sin embargo, esta deficiencia en el funcionamiento se puede recuperar, minimizar o revertir [17] por medio de la rehabilitación física y establecer efectos positivos sobre la calidad de vida (CV) del individuo y el

correcto desarrollo de las actividades de la vida diaria (AVD) en su entorno, pero en situaciones como la vulnerabilidad geográfica los servicios de salud se encuentran restringidos por las barreras de acceso*****.

Tele-operación.

La tele-medicina contiene un conjunto de aplicaciones entre las cuales se encuentran: consulta, diagnóstico, capacitación, gestión de la información y la tele-operación (tele-rehabilitación). Este compendio de aplicaciones busca como objetivo un acceso y una optimización en los servicios de salud, especialmente la tele-operación en la cual además de los ítems anteriormente vistos se encuentra como prioridad la seguridad del paciente (sistemas síncronos) a partir de estrategias, técnicas y tecnologías [20].

La tele-operación se resume como un conjunto de tecnologías que comprenden la operación a distancia de un dispositivo gobernado o dirigido por un ser humano. Entre los elementos que componen la tele-operación, se encuentran:

- Operador o tele-operador.
- Dispositivo tele-operado.
- Interfaz.
- Control y canales de comunicación.
- Sensores. [21]

La tele-operación se puede concluir como un tramado de los conceptos de la tele-medicina, los cuales los integra e interrelaciona, una sincronía de los eventos, un monitoreo del paciente, y una gestión segura de la información. [20]. Este tipo de modalidad en la prestación de servicios es ideal para englobar los términos antes vistos, debido a

*Deficiencias: son problemas en las funciones o estructuras corporales, tales como una desviación significativa o una pérdida. Organización Mundial de la Salud (OMS). Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud – CIF, 2001. Pág. 14

**Estructuras corporales: son las partes anatómicas del cuerpo, tales como los órganos, las extremidades y sus componentes. Organización Mundial de la Salud (OMS). Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud – CIF, 2001. Pág. 14

***Restricciones en la Participación: son problemas que un individuo puede experimentar al involucrarse en situaciones vitales. Organización Mundial de la Salud (OMS). Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud – CIF, 2001. Pág. 14.

****Participación: es el acto de involucrarse en una situación vital. Organización Mundial de la Salud (OMS). Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud – CIF, 2001. Pág. 14

*****Entre los referentes identificados en la investigación se encuentra E.S.E de Ladera un programa de salud para la prestación de servicios especializados (nutrición, cardiología, medicina familiar, etc.) en zonas rurales catalogadas como población en situación de vulnerabilidad geográfica.

que es una modalidad que busca la accesibilidad, la calidad y la optimización en la rehabilitación física, cuyo fin es llevar este servicio a las comunidades en situación de vulnerabilidad geográfica, para que puedan retomar la normalidad en la realización de las AVD (especialmente las de autocuidado) y mejoren la CVRS. Sin embargo, no se debe dejar de lado la seguridad, complementando con los otros aspectos de la tele-medicina como la gestión de la información, capacitación, consulta, y diagnóstico.

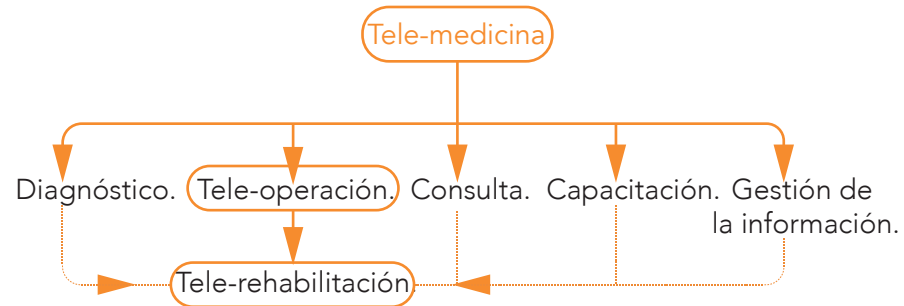


Ilustración 4. Relación de Conceptos. Fuente: Autor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Fernandez-Lopez and M. Fernandez-Fidalgo, "Quality of life, health and well-being conceptualizations from the perspective of the International Classification of Functioning, disability and health (ICF)," *Rev. Esp. Salud Publica*, vol. 84, no. 2, pp. 169–184, 2010.
- [2] Division of Mental Health and Prevention of Substance Abuse World Health Organization, "WHOQOL: measuring quality of life," *Psychol Med*, vol. 28, no. 3, pp. 551–558, 1998.
- [3] A. Urzúa and A. Caqueo-urizar, "Calidad de vida: Una revisión teórica del concepto Quality of life: A theoretical review," *Ter. psicológica*, vol. 30, no. N° 1, pp. 61–71, 2012.
- [4] Ministerio de Salud y Protección Social., *Política de atención integral en salud, un sistema de salud al servicio de la gente*. Colombia, 2016, p. 97.
- [5] A. Boudegue, P. Squella, and P. Pretti, "Manual de Accesibilidad Universal. Ciudades y espacios para todos.," *Cooperación ciudad accesible*, pp. 1–63, 2010.
- [6] M. Delgado-Gallego, M. Vázquez-Navarrete, and L. Moraes-Vnaderlei, "Calidad en los servicios de salud desde los marcos de sentido de diferentes actores sociales en Colombia y Brasil," *Rev. salud pública.*, vol. 12, no. 4, pp. 533–545, 2010.
- [7] Ministerio de la Protección Social, *Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud*, Primera ed. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de la Protección Social, 2005.
- [8] M. F. Barrios, "Calidad en los servicios de salud: un reto ineludible Quality in health services: an unavoidable challenge," vol. 30, no. 2, pp. 179–183, 2014.
- [9] E. Peque, P. Crosby, J. Juran, and R. Schonberger, "Calidad en los servicios de salud ¿Es posible?," vol. 12, no. 1, pp. 75–77.
- [10] Ministerio de Salud y Protección Social, *Plan Nacional de Mejoramiento de la Calidad en Salud (PNMCS)*, Primera Ed. Bogotá, D.C., Colombia: Imprenta Nacional de Colombia, 2016.
- [11] S. M. Cano, A. Giraldo, and C. Forero, "Concepto de calidad en salud: resultado de las experiencias de la atención , Medellín , Colombia," 2016.
- [12] "Ley 1419 de 2010," *Congr. la República Colomb.*, vol. 2010, no. 47, 2010.
- [13] S. Lantar, "Investigación Optimización de recursos y calidad de servicio en las consultas de urgencias de un centro de atención primaria Optimization of resources and service quality in emergency consultations in a primary attention," pp. 105–124, 2014.
- [14] L. Cubillos, "Evaluación de tecnologías en salud: aplicaciones y recomendaciones en el sistema de seguridad social en salud colombiano," *Minist. Protección Soc.*, pp. 1–157, 2006.
- [15] Ministerio de Protección Social, *GUÍA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE SALUD (ETS) EN INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SERVICIOS DE SALUD (IPS)*, Primera Ed. Bogotá, D.C., Colombia, 2010.
- [16] Down España, *Formación para la autonomía y la vida independiente*. Madrid, España, 2013.
- [17] D. C. Angarita Rodríguez, "Rehabilitación integral: Un análisis de contenido del marco normativo de apoyo a la discapacidad," p. 135, 2014.
- [18] L. A. Kisner, C. y Colby, *Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas.*, Primera Ed. Barcelona, España: Sagrafic, 2010.
- [19] T. G. Russell y D. G. Theodoros, "Rehabilitation," en *Understanding Telehealth*, K. S. Rheuban y E. A. Krupinski, Eds. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2018.
- [20] C. Chamorro, G. Caicedo, and J. García, "Revisión del estado del arte para sistemas de rehabilitación tele-operados vía internet bajo el marco de la tele-medicina .," 2015.
- [21] E. N. Ortega and L. B. Villaluenga, *Teleoperación: técnicas, aplicaciones, entorno sensorial y teleoperación inteligente*. Barcelona, España: Universitat politecnica de Catalunya., 2004.

ESTADO DEL ARTE

El estado del arte se centra en la revisión de la bibliografía a partir de la accesibilidad a los servicios de salud con el objetivo de hacer una caracterización de las principales barreras en el acceso al servicio especializado (rehabilitación física) para la población en situación de vulnerabilidad geográfica. Estas dificultades en el sistema afectan directamente la calidad de vida (CV) de las personas y la realización de las actividades de la vida diaria (AVD) desde múltiples aspectos (como sociales y laborales), en especial cuando los individuos sufren una lesión osteomuscular en miembros superiores, llevándolas a una situación de discapacidad transitoria; es en esta serie de sucesos cuando la población no puede acceder a un servicio regular y especializado como la rehabilitación. El no atender este tipo de lesiones puede llevar a una dolencia de características crónicas afectando en múltiples dimensiones la Calidad de Vida (CV) del individuo.

El propósito es revisar y analizar cómo estas barreras han sido abordadas en los documentos científicos consultados. Para ello, se utilizaron una serie de criterios (palabras claves), tales como: accesibilidad al servicio de salud, discapacidad, Actividades de la Vida Diaria (AVD), y rehabilitación.

En la revisión bibliográfica se forman conceptos y relaciones entre los criterios antes mencionados, se exponen las legislaciones en la prestación de servicio de salud en Colombia, se identifican barreras en el acceso al servicio (con las respectivas fallas del servicio que hacen que estas aparezcan) y se reseñan estudios de caso respecto a soluciones para la eliminar las barreras identificadas; con el fin de construir un panorama universal y justificar la importancia de abordar el tema.

Matriz de la legislación en salud.

En esta matriz de análisis se hace una revisión de la proyección del estado en materia de salud y las diferentes estrategias para llevar a cabo el plan de mejoramiento en salud. También se realiza una exploración de la planeación actual del sistema colombiano.

Estado del arte.	Tema: Legislación en salud.			
Título	Resumen	Introducción	Resultados	Conclusiones
Ministerio de Salud y Protección Social, Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud. 2005.[1]	La Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud que se entrega al país en este documento hace parte del esfuerzo que viene haciendo el Ministerio de la Protección Social por definir un derrotero de mediano y largo plazo para el sector.	Se basa en 11 estrategias para definir el acceso de calidad y la optimización en el servicio de salud. Se definen estrategias, líneas de acción y proyectos o programas a ejecutar en los próximos años.	Este documento se centra en: el acceso, calidad y optimización de la salud en la población colombiana. En la estrategia número siete, definida como: "Fortalecimiento de los procesos de evaluación e incorporación de tecnología biomédica".	Los pilares y las características que debe tener el sistema de salud se define: un sistema integrado el cual sea accesible, de calidad y óptimo. Entre las estrategias que propone se destacan las relacionadas con las Tecnologías en Salud.
L. Cubillos, "Evaluación de tecnologías en salud: aplicaciones y recomendaciones en el sistema de seguridad social en salud colombiano," Minist. Protección Soc., pp. 1-157, 2006.[2]	Aclaración del concepto de Tecnología en Salud y sus respectivas evaluaciones. Cuenta experiencias internacionales, además de cómo abordado otros países este nuevo concepto.	Los sistemas de salud son cada vez más dependientes de las tecnologías. Es más, las tecnologías en salud han ganado importantes espacios en las agendas políticas y técnicas de los hacedores de políticas debido a la preocupación sobre el desconocimiento de su efectividad, costo y seguridad real en condiciones medias de aplicación.	En donde se define las TS como un conjunto de instrumentos los cuales pueden prevenir, diagnosticar, tratar y rehabilitar siempre de la mano de un equipo humano y especializado el cual soporte y atienda el uso de estas tecnologías, directamente relacionado con la tele-medicina.	Las TS pueden ser catalogadas como maquinaria terapéutica hasta fármacos o modelos de promoción de salud. Las tecnologías deben estar acompañadas y dirigidas por un equipo especializado, el cual soporte el uso de estas.
Ortiz, J. I., Monsalve, L. C., Cuéllar, C. M., Arias, J. F., Osorio, E. j., Ramírez, F., ... Guaje, O. Política de atención integral en salud, un sistema de salud al servicio de la gente., Política de atención en salud. Ministerio de Salud y Protección Social. § (2016). [3]	Se expone el Plan nacional de salud y las diferentes estrategias para el cumplimiento oportuno, de calidad y accesible para la población colombiana.		Define al sistema de salud como un servicio centralizado, donde las ciudades principales tienen los servicios especializados y casi siempre la atención se centra en las cabeceras como Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Pasto, Cali y Barranquilla. Y los agrupadores finales de de estos servicios se encuentran: Bogotá y Medellín (Definición del modelo de atención actual, pág. 16) Define a las zonas más críticas como el sur de Colombia (Casanare, Caquetá y Amazonas) y la zona pacífico (costa de Nariño, Valle del Cauca y Choco).	

La legislación para la prestación de salud toma como meta un sistema integral, cuyos pilares sean la accesibilidad, bajo las características de calidad y optimización en la prestación del servicio. Para que esta meta sea completada, se utilizan una serie de estrategias entre las cuales se destaca el uso de las Tecnologías en Salud.

Las TS (Tecnologías en Salud), se definen como un conjunto de instrumentos los cuales pueden prevenir, diagnosticar, tratar y rehabilitar, siempre de la mano de un equipo humano y especializado, el cual soporte y atienda el uso de estas tecnologías, directamente relacionado con la tele-medicina (entendiéndola como un apoyo al sistema de salud actual).

Las zonas más críticas y donde no se presta el servicio de salud especializado se encuentran la zona sur del país y la zona pacífica (zonas rurales), caracterizadas por ser zonas de difícil acceso (transporte), no se encuentran conectadas o no poseen una conexión estable de telecomunicaciones, y las condiciones socio-económicas de estas zonas no son favorables.

Matriz de legislación de la tele-medicina.

En la siguiente matriz se expondrán las diferentes legislaciones colombianas realizadas para mediar la implementación, financiación, desarrollo del personal y uso de la modalidad de tele-medicina (o tele-salud) en el país.

Estado del arte.	Tema: Legislación de tele-medicina.			
Título	Resumen	Introducción	Resultados	Conclusiones
Ley 1419 de 2010. (2010). Congreso de La República de Colombia., 2010, 3. [4]	Por la cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de la Tele-salud en Colombia.	Plantea los lineamientos para el desarrollo de la Tele-Salud en Colombia bajo los principios de: eficiencia, universalidad, integralidad, solidaridad, unidad, calidad y los principios básicos. (art 1) Define la tele-salud y la telemedicina. (art 2) Define los principios de la tele-salud como: la eficiencia, la universalidad, la solidaridad, integralidad, unidad y participación. Siguiendo los parámetros de la Calidad. (art 3) Evidencia la creación de un comité de asesor de tele-salud. Define la financiación y la gestión de conocimiento de la tele-salud.		
Ministerio de Protección social. (2006). Resolución Número 1448, 2006, 7.[5]	Por la cual se definen las Condiciones de Habilitación para las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de Telemedicina.	Establecimiento de regulaciones, definición de conceptos y de agentes que hacen parte de la Tele-medicina. Define que este servicio sólo se puede dar en situaciones como limitaciones de oferta o de acceso al servicio regular. Define a las entidades prestadoras de este servicio como instituciones remisorias y centros de referencia. Hace énfasis en la calidad y seguimiento de la historia clínica, los estándares de calidad expuestos en el art 3 del decreto 1011 de 2006 para las entidades prestadoras del servicio. Y, por último, expone las regulaciones en materia administrativa, financiera y tecnológica.		
Ministerio de Protección social. (2006). Resolución Número 1448, 2006, 7.[6]	Por la cual se hacen algunas modificaciones en el Sistema General de Seguridad Social en Salud y se dictan otras disposiciones	La Nación y las entidades territoriales promoverán los servicios de Telemedicina para contribuir a la prevención de enfermedades crónicas, capacitación y a la disminución de costos y mejoramiento de la calidad y oportunidad de prestación de servicios como es el caso de las imágenes diagnósticas. Especial interés tendrán los Departamentos de Amazonas, Casanare, Caquetá, Guaviare, Guainía, Vichada y Vaupés. (ART 6. Párrafo 2)		
Congreso de la República de Colombia. Ley número 1122 de 2007 [7]	Por la cual se definen principios y conceptos sobre la sociedad de la información y la organización de las tecnologías de la información y las comunicaciones - TIC-, se crea la agencia nacional de espectro y se dictan otras disposiciones.	Artículo 40.- Tele Salud: El Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, apoyará el desarrollo de la Tele-salud en Colombia, con recursos del Fondo de las TIC y llevando la conectividad a los sitios estratégicos para la prestación de servicios por esta modalidad, a los territorios apartados de Colombia.		
Congreso de Colombia. Ley 1438 (2011).[8]	Por medio de la cual se reforma el sistema general de seguridad social en salud y se dictan otras disposiciones	Entre la articulación de redes integradas, destaca la tele-medicina. (Art.64)		

Ministerio de salud y protección social. Resolución Número 1441, 2013 § (2013) [9]	Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones.	Acercamiento a la definición de tele-medicina el tipo de servicio en el cual se puede aplicar (quimioterapia, hemodiálisis, atención domiciliaria, entre otras) Las características que debe tener el prestador remitir (talento humano, infraestructura, tecnología, medicamentos, etc.), las características de la modalidad y la ética en la modalidad.
Comisión de Regulación en Salud. Acuerdo Número 029, 1 § (2011). [10]	Por el cual se sustituye el Acuerdo 028 de 2011 que define, aclara y actualiza integralmente el Plan Obligatorio de Salud.	ARTÍCULO 15. ACCESO A SERVICIOS ESPECIALIZADOS DE SALUD, se encuentra: PARÁGRAFO. De conformidad con las normas de calidad vigentes en el país, las Entidades Promotoras de Salud podrán prestar servicios bajo la modalidad de Telemedicina para facilitar el acceso oportuno a los servicios.
República de Colombia. Ley 100, 1 § (1993). República de Colombia. [11]	Por la cual se crea el sistema de seguridad social integral y se dictan otras disposiciones.	ARTÍCULO 2o. PRINCIPIOS. El servicio público esencial de seguridad social se prestará con sujeción a los principios de eficiencia, universalidad, solidaridad, integralidad, unidad y participación (se definen cada uno de los principios)

Se observa a la tele-medicina, si bien en un principio se plantea como una alternativa para ciertas circunstancias, con las nuevas acuerdos, resoluciones y leyes se plantea como un facilitador para sobrellevar las barreras en el acceso al servicio de salud, en especial los que necesiten uno especializado. Se concibe a la tele-medicina como un medio para facilitar el acceso oportuno a los servicios, también se describe los lugares principales para el desarrollo de esta modalidad: Amazonas, Casanare, Caquetá, Guaviare, Guainía, Vichada y Vaupés, territorio colombiano caracterizado por su falta de prestación al servicio especializado, poca comunicación con el resto del país y donde la población en situación de vulnerabilidad geográfica es mayoritaria.

Matriz de barreras en el acceso.

En la siguiente matriz de análisis se definirán las barreras en el acceso al servicio de salud, los diferentes problemas en la prestación al servicio y se hará una caracterización de cada uno de ellos. Para ello se realizará una revisión bibliográfica desde diferentes perspectivas y estudios de caso nacionales e internacionales.

Estado del arte. Título	Tema: Barrera en el acceso al servicio de salud.		Resultados	Conclusiones
	Resumen	Introducción		
Y. Comés et al., "El concepto de la accesibilidad: La perspectiva relacional entre población y servicios," Aun. Investiga. Fac. Psicol. - UBA, vol. 14, pp. 201-209, 2006. [12]	La accesibilidad al sistema de salud como un vínculo que se construye entre los sujetos y los servicios implica analizar tanto las condiciones y discursos de los servicios como las condiciones y representaciones de los sujetos en tanto estos manifiestan la modalidad particular que adquiere la utilización de los servicios.	Se trata de un estudio interdisciplinario de un problema complejo con una estrategia de investigación social participativa. Se enmarca en el campo de la Investigación en Sistemas y Servicios de Salud. El problema a abordar es la accesibilidad y dignidad en la atención en los servicios de salud dependientes del gobierno de la Ciudad de Buenos Aires.	La metodología de este estudio se centra en diferentes poblaciones como son: las mujeres pobres, los drogodependientes y la dignidad en el servicio percibida por una población general. La conclusión de este estudio es pensar en un sistema de salud accesible para la población involucra un vínculo entre los sujetos y el servicio, implica analizar tanto las condiciones y las representaciones del servicio de salud, dejando a un lado la simplicidad de pensar sólo en aumentar la oferta.	Habla acerca de la accesibilidad a los servicios de salud en Buenos Aires (Brasil) el cual identifica las barreras en el acceso, las cuales se clasificaron en geográficas, económicas, administrativas (citas y horarios) y culturales.
T. G. Russell y D. G. Theodoros, "Rehabilitation," en Understanding Telehealth, K. S. Rheuban y E. A. Krupinski, Eds. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2018. [13]	Hace énfasis en ver el cuidado de la salud como una conjugación entre el status socioeconómico y la raza/etnicidad. Resalta y expone las nuevas maneras de pensar el sistema de salud desde diferentes aspectos, usos y usuarios.		Entiende la tele-medicina como una entrega de los servicios de rehabilitación por medio de la tecnología de la información y la comunicación, ve a esta tecnología como un puente para facilitar el acceso y la intervención oportuna a la población sin discriminar su ubicación geográfica, además promueve un continuo cuidado del paciente	Hace énfasis en los problemas de acceso de la población estadounidense a los servicios de salud identificando las barreras: disponibilidad financiera, disposición al cuidado personal (autocuidado), cercanía de la población a la prestación de servicios (accesibilidad a transporte), adaptable culturalmente y capacidad de proporcionar la atención adecuada en el momento oportuno.
E. Villarreal Ríos, J. González Rocha, A. M. Salinas Martínez, M. E. Garza Elizondo, G. Núñez Rocha, and M. G. Uribe Martínez, "Evaluación de la accesibilidad en los	Evaluar la accesibilidad de los servicios de salud integrando la disponibilidad de recursos, el punto de vista de la institución médica y del paciente.	Evaluar integralmente la accesibilidad de los servicios de salud, considerando la disponibilidad de recursos, así como la percepción de barreras evaluadas objetiva y subjetivamente.	Ve al coste del transporte como un problema ajeno al servicio de salud.	Detalla las barreras: de lenguaje, tiempo de espera, financiamiento y transporte, y recursos disponibles para el servicio (recursos estatales).

servicios de salud," Aten. Primaria, vol. 25, no. 7, pp. 475–478, 2000. [14]				
M. Arrivillaga, J. C. Aristizabal, M. Pérez, and V. E. Estrada, "Encuesta de acceso a servicios de salud para hogares colombianos," Gac. Sanit., vol. 30, no. 6, pp. 415–420, 2016. [15]	Diseñar y validar una encuesta de acceso a servicios de salud dirigida a hogares en Colombia para aportar una herramienta metodológica de país que permita ir acumulando evidencia sobre las condiciones de acceso real que tiene la población colombiana.	Este estudio tuvo como objetivo diseñar y validar una Encuesta de Acceso a Servicios de Salud (EASS) dirigida a hogares colombianos. Como medida directa del acceso, sin la intermediación de las EPS ni de las instituciones prestadoras de los servicios, la investigación es un punto de partida que aporta una herramienta metodológica de alcance poblacional en el país, para ir acumulando evidencia sobre las condiciones de acceso real que tiene la población colombiana.	El estudio aporta una encuesta validada de medición del acceso a servicios de salud directamente en la fuente de hogares de Colombia. Esto permitirá monitorear el acceso mediante información primaria y facilitará la toma de decisiones en salud pública en cuanto a infraestructura sanitaria, organización y disposición de redes de servicios en todos los niveles de atención.	Describe un panorama de la situación del servicio de salud en Colombia, la metodología parte de encuestas y el análisis de la capacidad de respuesta del sistema de salud (ya sea en urgencias, hospitalización, consultas y medicamentos) concluyendo la dificultad en la medición del acceso es restringida y cuenta con problemas para conocer los registros institucionales, especialmente los relacionados con salud.
A. Reyna Sevilla, E. González Castañeda, and I. M. Ramos Herrera, "Accesibilidad geográfica y social en un servicio de salud de especialidad. Acapulco, Guerrero, México, año 2011," Terra, vol. 29, no. 46, 2013 [16]	Describir la accesibilidad geográfica y social en un servicio de salud de especialidad en el estado mexicano de Guerrero.	Explicación de la elección del estado de Guerrero para orientar el estudio a las barreras de accesibilidad geográfica y social en el servicio de salud.	Identificar a grupos poblacionales que presentan problemas relacionados con la accesibilidad, de hecho, los resultados obtenidos podrían dar la pauta para dirigir hacia ellos específicas acciones y programas que logren potenciar el uso de los servicios de salud	Estipuló como principal aspecto para estudiar y evaluar la accesibilidad en el servicio de salud: la accesibilidad geográfica (la cual tiene en cuenta el relieve, la distancia y la localización), lo cual se convierte en un elementos importante para considerar para los pacientes y la implementación de políticas sanitarias.
N. J. Molina-Achury, A. S. Mogollón-Pérez, P. Balanta-Cobo, M. Moreno-Angarita, B. J. Hernández-Jaramillo, and C. P. Rojas-Castillo, "Lógicas dominantes en la formulación de políticas y organización de servicios que inciden en el acceso a la rehabilitación integral," Rev. Gerenc. y Polit. Salud, vol. 15, no. 30,	Identificar la percepción de actores sociales acerca del proceso de la intersectorialidad en su sector y sus implicaciones en la salud y el bienestar de la población.	Definición del concepto intersectorialidad en el contexto cubano y su importancia en la implementación del sistema de salud.	Se describe el panorama actual de la legislación colombiana y su atención con respecto a la prestación de los servicios de salud conectando las conclusiones de los textos científicos antes consultados, hace hincapié en las falencias del sistema colombiano y resalta cuatro puntos claves a considerar: ausencia de integridad en el servicio, fallas de georreferenciación, pobre trabajo intersectorial y enfoque de mercantilización. Deja claro que el sistema ha promovido el servicio de salud enfocados en la medicina básico, dejando de lado los procesos de salud especializada como la rehabilitación a otras zonas específicas del país. Sin embargo, la poca estructura existente	El artículo concluye que la rehabilitación es un proceso que va más allá de lo funcional, debe considerarse el paciente y la familia hacen parte del proceso y por lo tanto se debe pensar en todos los agentes implicados. Se aclaran los siguientes puntos: el sistema de salud debe pensar en comprender las necesidades de las personas, no responder con propuestas focalizadas, realizar un reconocimiento de la diferencia y la diversidad. Como posible solución plantea el concepto de

pp. 94–106, 2016. [17]			para atender este tipo de situaciones está totalmente desarticulada, haciendo que los usuarios se trasladen a diferentes instituciones, ignorando las posibilidades de una mirada integral.	intersectorialidad con el fin de garantizar el goce efectivo del acceso a los servicios de rehabilitación. Identifica las falencias que generan las barreras de acceso.
C. F. Serrate and E. de los Á. G. Abreu, "Intersectorialidad en el contexto socioeconómico Cubano y sus implicaciones en la salud de la población," Rev. Cuba. Salud Publica, vol. 38, no. SUPPL. 5, pp. 823–833, 2012. [18]	La intersectorialidad se explica a modo de una tecnología, esta se basa en la aplicación de conocimientos para generar mejores condiciones de vida, especialmente lo relacionado con la mayor eficiencia en la producción de salud y forma parte de políticas y estrategia para el desarrollo sostenible de la Salud a nivel nacional o internacional.	la intersectorialidad se basa en la aplicación del conocimiento científico a la solución de problemas prácticos a través de una cultura que provee métodos y medios para interactuar con el entorno social y físico, para así mejorar las condiciones de vida. Su concepción tecnológica en salud está dada por la generación de conocimientos, capacidades, destrezas técnicas, instrumentos y herramientas que se han generado a partir de los diferentes estudios e investigaciones, que posibilitan una mayor eficacia en la producción de salud	El objetivo de esta estrategia es proporcionar una plataforma para el desarrollo de la acción integral por la salud y el bienestar en cualquier país o escenario. La mirada del concepto frente a los servicios de salud complementa el concepto de rehabilitación, entendido como un proceso de integración social.	Se explica a modo de una tecnología, esta se basa en la aplicación de conocimientos para generar mejores condiciones de vida, especialmente lo relacionado con la mayor eficiencia en la producción de salud y forma parte de políticas y estrategia para el desarrollo sostenible de la Salud a nivel nacional o internacional. Identifica las falencias que generan las barreras de acceso.
Restrepo-zea, J. H., Silva-maya, C., Andrade-rivas, F., & Vh-dover, R. (2014). Acceso a servicios de salud: análisis de barreras y estrategias en el caso de Medellín , Colombia.[19]	Construir un concepto de acceso e identificar barreras y estrategias (facilidades), desde la perspectiva de actores en Medellín. Se realiza este estudio a partir de los elementos de equidad, calidad, legislación y jurisprudencia para resaltar el derecho a la salud como universal.		Definen el acceso como: "posibilidad de obtener, de una manera integral, los servicios de salud para satisfacer las necesidades de prevención y tratamiento de la enfermedad, y de conservación y mejoramiento de la salud; sin barreras, con oportunidad, equidad y calidad; garantizando el derecho fundamental a la salud y a una vida digna, y contando con la persona como corresponsable en el autocuidado y en el uso adecuado del sistema". pág. 254.	Resalta las barreras socio - económicas: el costo de los medicamentos, consulta y exámenes; temor o vergüenza de ser atendidos; desconfianza; estigma social. Y concluye que los facilitadores a estas barreras como: apoyo social, valor asignado de la consulta; adaptación de los servicios del paciente y programas de manejo de las enfermedades.
Rever, S. F., & Sociales, C. (2017). El acceso a los servicios de salud: consideraciones teóricas generales y reflexiones para Cuba Access to health services: general theoretical considerations , and reflections for Cuba,	Acercamiento teórico al concepto de accesibilidad a los servicios de salud.	Entiende el acceso desde diferentes etapas como objetivo de análisis (necesidad, búsqueda de servicios, inicio de la atención, y la continuidad en el sistema de prestación de servicios para resolver la necesidad). En este análisis del concepto debe estar inmiscuido varios agentes.	Identifica las barreras de: obstáculos ecológicos (tiempo de transporte, distancia y localización de las fuente de atención en salud), obstáculos financieros, obstáculos administrativos y barreras simbólicos-cultural.	

43(2), 272-287. [20]		personal de salud, administrativos de los servicios, usuarios, entre otros.	
Tovar-cuevas, L. M., & Arrivillaga-quintero, M. (2014). Estado del arte de la investigación en acceso a los servicios de salud en Colombia, 2000-2013, 13(27), 12-26. [21]	Este estudio presenta una revisión sistemática de los trabajos de investigación en el tema del acceso a servicios de salud en Colombia en el periodo 2000-2013.	presentar una revisión de la literatura que ha abordado el asunto entre los años 2000 y 2013, así como realizar un análisis crítico del estado del arte de la investigación en este campo y de la noción de equidad en el acceso utilizada en algunos de los estudios.	Describe que la generación de barreras es creada a partir de las siguientes características del sistema de salud: se mantiene una inadecuada e insuficiente distribución de los servicios tanto de las zonas rurales como en las urbanas; los hechos de corrupción en la desviación de los recursos públicos; los itinerarios burocráticos como dilatadores de atención. En conclusión se presentaron las siguientes barreras de acceso: económicas, geográficas, administrativas, culturales, normativas, relacionadas con la falta de confianza en el médico y la discriminación.

La revisión bibliográfica concluyó en la identificación de las barreras de acceso al servicio de salud se pueden agrupar en: disponibilidad financiera, dificultades geográficas, culturales-lenguaje y administrativas (citas y horarios). A modo de conclusión, los textos revisados entienden la importancia en el acceso a la salud en los diferentes países, si bien identifican cada una de las barreras, toman la dificultad geográfica como un aspecto importante en el desarrollo de la planeación de los servicios de salud y un concepto que relaciona a las demás problemáticas, sin embargo, no lo desarrollan debido a la complejidad de su solución. En las investigaciones nacionales (colombianas) se expuso la falta de fuentes de información apropiadas para llevar a cabo este tipo de investigaciones ligadas con el acceso al servicio de salud, además de la falta de estudios sobre el proceso completo de atención al paciente.

A continuación, un esquema presentando a modo de síntesis presentando las barreras de acceso identificadas:

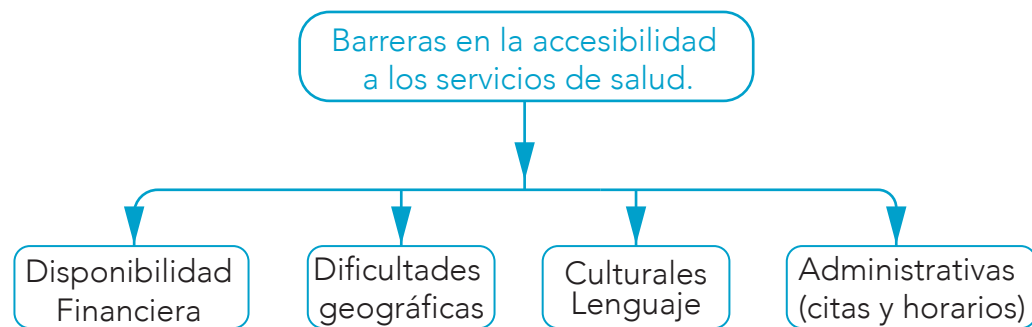


Ilustración 5. . Barreras en la accesibilidad al servicio de salud. Fuente: Autor.

Matriz de Tecnologías en Salud (Tele-medicina)

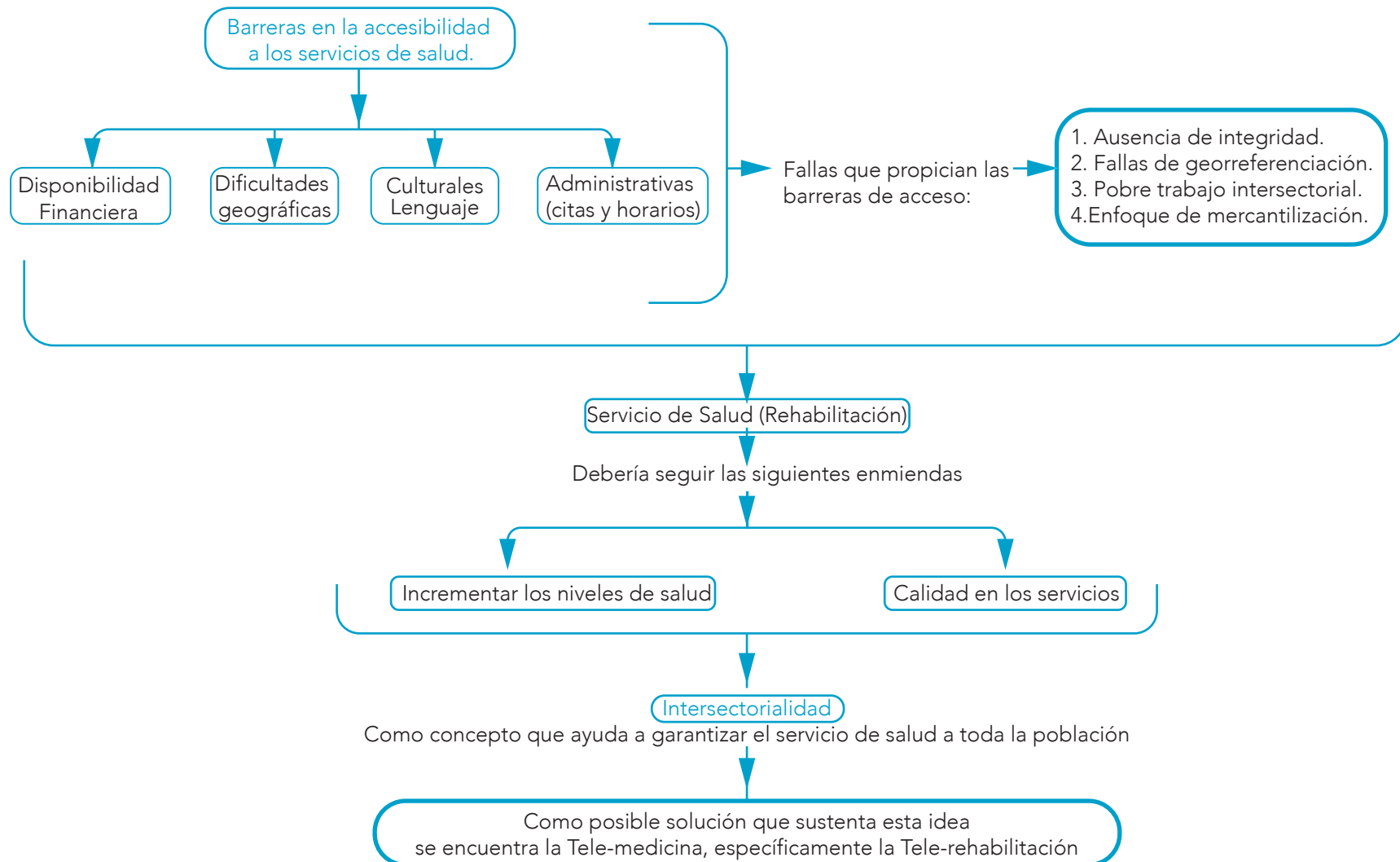
Para la siguiente matriz de análisis enfocada en tele-medicina, se revisaron varios estudios de caso (tanto nacionales como internacionales) para presentar un panorama general de las ventajas de la tele-medicina y como esta se está tomando como un complemento para la terapia y la rehabilitación física.

Estado del arte. Título	Tema: Telemedicina (casos) Resumen	Introducción	Resultados	Conclusiones
L. Eriksson, L. Ekenberg, G. Gard, B. Lindström, y J. Lysholm, "Effects and patients' experiences of telerehabilitation at home after shoulder joint replacement Patients and physiotherapists satisfaction of in-home telerehabilitation for postknee." [22]	Evaluar los efectos y las experiencias de pacientes quienes han tenido o sufrido remplazo de hombro y participado en fisioterapia en casa vía vídeo en tiempo real.	Toman la técnica de vídeo interactivo y realizan un compilado de diferentes rehabilitaciones asistidas de manera remota, estas tratan lesiones o fracturas osteomusculares, especialmente en rodilla y hombro.	La investigación toma las siguientes conclusiones: el acceso a constantes fisioterapias en casa es un prerrequisito para recuperar las habilidades, tanto los pacientes como los profesionales de salud notaron que este tipo de seguimiento era más eficiente frente a las terapias convencionales debido a tener profesionales especializados en cada área de conocimiento.	
C. Chamorro, G. Caicedo, and J. García, "Revisión del estado del arte para sistemas de rehabilitación tele-operados vía internet bajo el marco de la tele-medicina ." [23]	Se realizará un análisis detallado de los diferentes campos de la tele-medicina que han sido trabajados y desarrollados por los autores, este análisis permitió ver con claridad los campos que han sido cubiertos y los que se han dejado de trabajar hasta el momento, esto con el fin de identificar en donde se puede realizar generación de nuevo conocimiento. Se realizará un análisis detallado de los diferentes campos de la tele-medicina que han sido trabajados y desarrollados por los autores, este análisis permitió ver con claridad los campos que han sido cubiertos y los que se han dejado de trabajar hasta el momento, esto con el fin de identificar en donde se puede realizar generación de nuevo conocimiento.	En este artículo se presenta la revisión y análisis de documentos científicos que están relacionados con desarrollos tecnológicos en aplicaciones médicas, bajo la modalidad de tele-medicina, esto con el fin de identificar lo que se ha realizado en el campo de la rehabilitación tele-operada. Los campos de acción contemplados por la tele-medicina están relacionados con: consulta, diagnostico, capacitación, gestión de la información y tele-operación.	La tele-medicina la entiende como un concepto multidisciplinario, el cual ayuda a la reducción de costos en los hospitales, mejora: el tiempo, la intensidad, la cobertura, la usabilidad, conserva la calidad y la duración de los servicios de salud especializados, en este caso de estudio: la rehabilitación. Define el concepto.	
J. Didier, E. Bigand, A. Vinter, y J. Boucheix, Rethinking Physical and Rehabilitation Medicine. 2010. [24]	se realizan primeras experimentaciones con realidad virtual donde se especifica el método y los resultados de terapias asistidas por VR.		Siendo las prácticas más exitosas las terapias físicas enfocadas en el hombro (tomando en cuenta restricciones de movimiento y dolor), hace énfasis en el análisis cuantitativo para hacer una valoración de los avances de los pacientes.	

T. G. Russell y D. G. Theodoros, "Rehabilitation," en Understanding Telehealth, K. S. Rheuban y E. A. Krupinski, Eds. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2018. [13]	Hace énfasis en ver el cuidado de la salud como una conjugación entre el status socioeconómico y la raza/etnicidad. Resalta y expone las nuevas maneras de pensar el sistema de salud desde diferentes aspectos, usos y usuarios.	Hace énfasis en los problemas de acceso de la población estadounidense a los servicios de salud identificando las barreras: disponibilidad financiera, disposición al cuidado personal (autocuidado), cercanía de la población a la prestación de servicios (accesibilidad a transporte), adaptable culturalmente y capacidad de proporcionar la atención adecuada en el momento oportuno.	Entiende la tele-medicina como una entrega de los servicios de rehabilitación por medio de la tecnología de la información y la comunicación, ve a esta tecnología como un puente para facilitar el acceso y la intervención oportuna a la población sin discriminar su ubicación geográfica, además promueve un continuo cuidado del paciente
Venkateswarlu, D. S., Verma, K. S., & Murthy, K. S. R. A. (2007). e - Health networking to cater to Rural Health Care and Health Care for the Aged, 273–276. [25]	El artículo detalla los problemas en el cuidado de la salud en India, también profundiza sobre la posible solución desde las tecnologías de comunicación e información (ICT). Siguiendo los requerimientos de la población rural y la edad de los pacientes.	Toma la población rural como un referente, debido a la falta de especialistas y súper-especialistas en el servicio médico. Demostrando al grupo de la tercera edad como el componente más crítico.	Se concluye que por medio de la tecnología (ICT) se puede llegar a un diagnóstico temprano y un tratamiento corto, lo cual se concluye en mejores resultados, menos medicamentos (menos efectos secundarios) y una recuperación rápida. La Calidad de Vida (CV) se ve mejorada en cuestión de salud, riqueza y ocio. Sin embargo, deja en claro que las cualidades de proponer un sistema de estos requerimientos debe tener un planteamiento en cuestiones de implementación, privacidad y seguridad (datos) y proyecto de costos.
Copaci, D., Martín, F., & Moreno, L. (2019). SMA Based Elbow Exoskeleton for Rehabilitation Therapy and Patient Evaluation, 31473–31484. [26]	Parte del uso de las terapias físicas asistidas por robots son un complemento para el trabajo del terapeuta.	La rehabilitación con asistencia robótica es una ayuda para los terapeutas, ofreciendo una rehabilitación más efectiva y estable en el proceso comparada con las rehabilitaciones tradicionales efectuadas por terapeutas.	El fin de desarrollar un exoesqueleto que asista las terapias es dejar en claro que es posible desarrollar una re-educación intensiva del musculo y hacer un seguimiento más cercano de la naturaleza y frecuencia de los patrones de movimientos (cuantitativo) y de la actuación del paciente. En este formato de terapia no existen las restricciones de tiempo y la disponibilidad del personal.
Tovar-cuevas, J. R., David, J., Mutis, D., Elizabeth, G., Mora, Q., & Pabón, A. (2018). Development of an information system for teleoperated physical rehab care service via Internet . Pilot case : patients with mild knee injury who live in geographically vulnerable zones, 284–293. [27]	Desarrollo de una propuesta para proporcionar servicios de rehabilitación física enfocada en lesiones leves de rodilla desde centros de salud para pacientes que se encuentran residiendo en zonas rurales (Cali).	Empieza con un recorrido del concepto de tele-medicina y sus ventajas frente las terapias normales; como el monitoreo, la prevención, el diagnóstico y el tratamiento para la rehabilitación (tratamiento). El desarrollo de la maquina está enfocada en los tópicos de: económicos, mecánicos, clínicos y sociales.	La máquina toma como referencia la terapia pasiva y activa (siguiendo las variables de fuerza, velocidad y posición). Tomando esta serie de información, como una ayuda al monitoreo de pacientes y a la evaluación de estos.

Como conclusión al análisis, se reconoció que este tipo de procesos incrementaba la accesibilidad a los servicios de salud, eliminaba barreras geográficas y hacía posible la extensión del proceso de la rehabilitación física. Esta herramienta se concluye como provechosa tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud, el soporte de estas ayudas intersectoriales como la tele-rehabilitación, brinda una mirada integral a la prestación de los servicios y resuelve, en gran medida, las dificultades (barreras en el acceso) antes vistas.

En el siguiente grafico titulado *Deficiencias y expectativas en el servicio de salud (ilustración 6)*, se realiza un resumen concretando las diferentes matrices y conceptos trabajados a lo largo del estado del arte.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ministerio de la Protección Social, Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud, Primera ed. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de la Protección Social, 2005.
- [2] L. Cubillos, "Evaluación de tecnologías en salud: aplicaciones y recomendaciones en el sistema de seguridad social en salud colombiano," *Minist. Protección Soc.*, pp. 1–157, 2006.
- [3] Ministerio de Salud y Protección Social., Política de atención integral en salud, un sistema de salud al servicio de la gente. Colombia, 2016, p. 97.
- [4] Departamento Administrativo de la Función Pública, Ley 1419, no. 12. República de Colombia., 2010, pp. 1–3.
- [5] Ministerio de protección social, Resolución 3763, vol. 1, no. Octubre 18. República de Colombia., 2007, pp. 1–2.
- [6] Ministerio de Protección social, Resolución Número 1448, vol. 2006. República de Colombia., 2006, p. 7.
- [7] Congreso de la República de Colombia., Ley número 1122 de 2007, vol. 1, no. Enero 9. República de Colombia., 2007, p. 18.
- [8] Congreso de Colombia, Ley 1438, no. 4. República de Colombia., 2011, p. 51.
- [9] Ministerio de salud y protección social, Resolución Número 1441, vol. 2013. República de Colombia., 2013, p. 209.
- [10] Comisión de Regulación en Salud, Acuerdo Número 029, vol. 1. República de Colombia, 2011, p. 174.
- [11] República de Colombia, Ley 100, vol. 1, no. 41.148. República de Colombia, 1993, p. 500.
- [12] Y. Comes et al., "El concepto de la accesibilidad: La perspectiva relacional entre población y servicios," *Anu. Investig. Fac. Psicol. - UBA*, vol. 14, pp. 201–209, 2006.
- [13] T. G. Russell y D. G. Theodoros, "Rehabilitation," en *Understanding Telehealth*, K. S. Rheuban and E. A. Krupinski, Eds. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2018.
- [14] E. Villarreal Ríos, J. González Rocha, A. M. Salinas Martínez, M. E. Garza Elizondo, G. Núñez Rocha, and M. G. Uribe Martínez, "Evaluación de la accesibilidad en los servicios de salud," *Aten. Primaria*, vol. 25, no. 7, pp. 475–478, 2000.
- [15] M. Arrivillaga, J. C. Aristizabal, M. Pérez, and V. E. Estrada, "Encuesta de acceso a servicios de salud para hogares colombianos," *Gac. Sanit.*, vol. 30, no. 6, pp. 415–420, 2016.
- [16] A. Reyna Sevilla, E. González Castañeda, y I. M. Ramos Herrera, "Accesibilidad geográfica y social en un servicio de salud de especialidad. Acapulco, Guerrero, México, año 2011," *Terra*, vol. 29, no. 46, 2013.
- [17] N. J. Molina-Achury, A. S. Mogollón-Pérez, P. Balanta-Cobo, M. Moreno-Angarita, B. J. Hernández-Jaramillo, and C. P. Rojas-Castillo, "Lógicas dominantes en la formulación de políticas y organización de servicios que inciden en el acceso a la rehabilitación integral," *Rev. Gerenc. y Polit. Salud*, vol. 15, no. 30, pp. 94–106, 2016.
- [18] P. C. F. Serrate and E. de los Á. G. Abreu, "Intersectorialidad en el contexto socioeconómico Cubano y sus implicaciones en la salud de la población," *Rev. Cuba. Salud Publica*, vol. 38, no. SUPPL. 5, pp. 823–833, 2012.
- [19] J. H. Restrepo-zea, C. Silva-maya, F. Andrade-rivas, and R. Vh-dover, "Acceso a servicios de salud: análisis de barreras y estrategias en el caso de Medellín , Colombia * Access to Health Services: Analysis of Barriers and Strategies in Medellín , Colombia Acesso aos serviços de saúde: análise de barreiras e estratégias no caso de Medellín , Colombia," vol. 13, no. 27, pp. 242–265, 2014.

- [20] S. F. Rever and C. Sociales, "El acceso a los servicios de salud: consideraciones teóricas generales y reflexiones para Cuba Access to health services: general theoretical considerations , and reflections for Cuba," vol. 43, no. 2, pp. 272–287, 2017.[21] L . M. Tovar-cuevas and M. Arrivillaga-quintero, "Estado del arte de la investigación en acceso a los servicios de salud en Colombia , 2000-2013: State of the Art in Access to Health Services Research in Colombia , 2000-2013: a Systematic Review Estado da arte da pesquisa em acesso aos serviços de saúde na Colômbia , 2000-2013 revisão sistemática crítica," vol. 13, no. 27, pp. 12–26, 2014.
- [22] L. Eriksson, L. Ekenberg, G. Gard, B. Lindström, y J. Lysholm, "Effects and patients ' experiences of telerehabilitation at home after shoulder joint replacement Patients and physiotherapists satisfaction of in-home telerehabilitation for postknee."
- [23] C. Chamorro, G. Caicedo, and J. García, "Revisión del estado del arte para sistemas de rehabilitación tele-operados vía internet bajo el marco de la tele-medicina". 2015.
- [24] J. Didier, E. Bigand, A. Vinter, and J. Boucheix, Rethinking Physical and Rehabilitation Medicine. 2010.
- [25] D. S. Venkateswarlu, K. S. Verma, y K. S. R. A. Murthy, "e - Health networking to cater to Rural Health Care and Health Care for the Aged," pp. 273–276, 2007.
- [26] D. Copaci, F. Martín, and L. Moreno, "SMA Based Elbow Exoskeleton for Rehabilitation Therapy and Patient Evaluation," 2019.
- [27] J. R. Tovar-cuevas, J. David, D. Mutis, G. Elizabeth, Q. Mora, y A. Pabón, "Development of an information system for teleoperated physical rehab care service via Internet . Pilot case: patients with mild knee injury who live in geographically vulnerable zones • Desarrollo de un sistema de información para el servicio de atención tele- operado de rehabilitación física , vía Internet . Caso piloto: pacientes con lesiones leves de rodilla que viven en zonas de vulnerabilidad geográfica," vol. 85, no. 205, pp. 284–293, 2018.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El acceso a los servicios de salud presentan una serie de dificultades generadas a partir de los desplazamientos a los centros médicos, debido a la distancia, la disponibilidad financiera o los trámites burocráticos* ; estas circunstancias se hacen más críticas cuando los usuarios padecen una lesión osteomuscular, llevándolos a encontrarse en una situación de discapacidad transitoria y, por ende, deben acceder a un servicio de salud constante y especializado como la rehabilitación física, servicios alejados de su entorno inmediato. Esta nueva condición genera efectos negativos en el desarrollo de las Actividades de la Vida Diaria (AVD), generando malestares y restricciones en la participación plena de las actividades, especialmente las actividades ligadas al autocuidado** cuando la lesión involucra deficiencias osteomusculares relacionadas con los miembros superiores [1]. Sin embargo, estos no son los únicos aspectos que afectan su vida cotidiana, se encuentran también aspectos psicológicos, el ámbito laboral, y su autonomía lo cual convierte este proceso de rehabilitación en una vinculación del individuo a su vida cotidiana y a la sociedad***.

En síntesis, los usuarios con riesgo de estar en situación de vulnerabilidad geográfica se encuentran con barreras en el acceso al servicio de salud especializado tales como dificultades geográficas, culturales, administrativas (horarios y citas) y de disponibilidad financiera; por ende, presentan dificultades para ser constantes con su rehabilitación y esto suele concluir en agudizar las lesiones de por vida, hasta convertir esta dolencia en una de características crónicas y así deteriorar la Calidad de Vida (CV) del

individuo desde los indicadores identificados como funcionamiento, actividades, y factores contextuales de manera permanente sino se lleva un proceso adecuado de la terapia física.

El objetivo del proyecto es minimizar el impacto de estas barreras que afectan la posibilidad de acceder a los servicios de salud para los usuarios en situación de vulnerabilidad geográfica, especialmente los servicios que engloban la rehabilitación física, para que las posibles situaciones de discapacidad transitoria no afecten de manera permanente y negativa su CVRS. La inserción de Tecnologías en Salud (TS)**** ya evaluadas en documentos anteriormente consultados, resaltan el propósito de lograr un sistema cuyas características sean la calidad, la accesibilidad y la optimización para la población colombiana. Dichas tecnologías buscan establecer diálogos con múltiples disciplinas, mejorar el servicio de salud en términos de costos, tiempo, intensidad, cobertura, usabilidad, conservación de la calidad y la duración de los servicios especializados (rehabilitación). Este tipo de desarrollos afectan y mitigan las barreras de acceso y hacen posible pensar en un sistema de salud el cual contenga elementos integrales y priorice la intersectorialidad, concluyendo en la mejora en el acceso al servicio, la mejora/normalización del desarrollo de las AVD, y finalmente busca el favorecimiento de la Calidad de Vida (CV) de la población colombiana en situación de discapacidad transitoria.

*Vulnerabilidad Geográfica, entendida como la población ubicada en zonas rurales alejadas de los servicios de salud o personas que viven en zona urbana, pero presentan dificultades de movilidad a los centros médicos, estas situaciones representan una barrera de acceso o una exclusión a los servicios de salud y por lo tanto esta población es entendida bajo la situación de vulnerabilidad geográfica.

**Tales como lavarse, cuidado de las partes, higiene personal, vestirse, comer, beber y cuidado de la propia salud.

***La accesibilidad busca la inclusión y la integración activa del individuo, cuyo fin es eliminar la exclusión presente entre la relación de las personas y su entorno.

****Las TS ya han sido reglamentadas y evaluadas para su inserción por el gobierno colombiano.

PREGUNTA PROBLEMA

¿Cómo se puede facilitar el acceso, la calidad y la optimización en los servicios de salud especializados (rehabilitación física) para la población en situación de vulnerabilidad geográfica?

JUSTIFICACIÓN

Colombia se encuentra entre los diez primeros países latinoamericanos con mayor índice de discapacidad en su población, por debajo de naciones como Brasil, Chile o Argentina [2, p. 14]. Sin embargo, la población en situación de discapacidad representa el 3% de los colombianos [3, p. 3], estos colombianos son un grupo de personas que deben tener acceso a servicios de salud especializados como la rehabilitación física para prevenir, minimizar o revertir las consecuencias de las pérdidas funcionales ocasionadas por la situación de discapacidad, las cuales le impiden participar o desarrollar correctamente las AVD (Actividades de la Vida Diaria). A pesar que el sistema de salud colombiano es consciente de esta población y dispone de personal para su atención, el acceso al servicio especializado se centraliza en las cabeceras como Bogotá, Medellín y Santiago de Cali, denotando un sistema que posee una ausencia de integralidad, un pobre trabajo intersectorial y un enfoque de mercantilización en la prestación de los servicios de salud [4].

Según los datos otorgados por el Banco Mundial, el porcentaje de personas viviendo en urbes a nivel global es del 54% [5] y en zonas rurales es del 45% [6], para el caso colombiano la población urbana es del 80% [5] y la rural es del 20% [6]. Por lo tanto, la cabecera que atiende tanto a las zonas rurales y urbanas del sur occidente colombiano es Santiago de Cali, considerando que el Valle del Cauca se encuentra en el tercer lugar en número de personas en situación de discapacidad [3, p. 10], es una zona colombiana ideal para observar un panorama general de la discapacidad y las circunstancias que esta conlleva.

En las cifras publicadas por la alcaldía de Santiago de Cali [7] resaltan los tipos de localización de personas en situación de discapacidad en el municipio: de cabecera (91%) y rural (7%). Se detallan las dificultades en el servicio de salud, las cuales fueron las siguientes: atención médica inoportuna (36%), equivocaciones en el diagnóstico (18%), formulación o aplicación equivocada de medicamentos (33%), deficiencias en la calidad de atención (65%) como la más recurrente y otras (14%) [7, p. 20]. En cuestión de servicios especializados en salud, la más común es la medicina física y rehabilitación con 6574 casos* [7, p. 29] por encima de la fisioterapia y la psiquiatría. Sin embargo, las encuestas revelaron que el 71% dijo no estar recibiendo rehabilitación [7, p. 30] y la causa más común es la falta de dinero con 7728 casos, le sigue no sabe 1148 casos y la terminación de la rehabilitación con 854 casos [7, p. 33].

Siguiendo esta línea, como consecuencia de la planeación actual de los servicios, se encuentra una población en situación de vulnerabilidad geográfica la cual no tiene acceso directo a los servicios especializados (como la rehabilitación) en su entorno cercano y por lo tanto deben desplazarse a las cabeceras para ser atendidos. Esta población vulnerable presenta una serie de barreras en el acceso al servicio de salud tales como: disponibilidad financiera (costos), dificultades geo-referenciales (lejanía de su lugar de residencia) y barreras administrativas (como asignación de citas y horarios). Como producto de estas circunstancias se encuentra que el 50% de la población en situación de discapacidad decide no asistir a cualquier tipo de rehabilitación** [3, p. 25], debido a la falta de dinero (45%), la no autorización de citas (9%) y la falta de acompañante (2%) [3, p. 25].

*Respecto a la demanda nacional de servicios terapéuticos y afines, representan el 11.9% con un total de 4566 casos atendidos [8, p. 56].
Lo más probable es que la situación empeore sino recibe atención médica.

JUSTIFICACIÓN

Este escenario genera una serie de impactos negativos en la CV (Calidad de Vida) de la población en situación de vulnerabilidad geográfica y discapacidad transitoria, debido a las barreras en el acceso al servicio de salud especializado para su rehabilitación física y presentando dificultades en la realización de las AVD (Actividades de la Vida Diaria) especialmente las ligadas al autocuidado, además de no realizar el debido seguimiento de la terapia, convirtiendo la dolencia en una de características crónicas. Esta serie de sucesos afectan en múltiples aspectos la Calidad de Vida, tales como: su vida social, económica, formación académica y laboral (condiciones de trabajo dignas). Además, se encuentra que aparte de la población de 65 años o más*, el rango de edad entre los 20-24 años también se encuentra deteriorado por las circunstancias anteriormente mencionadas con un total de 77.266 personas [3, p. 6], influyendo negativamente en su etapa de vida más productiva en cuestiones laborales y sociales.

Otros factores importantes a resaltar es la ubicación de la lesión osteomuscular que ocasiona la discapacidad, las actividades de autocuidado y su desarrollo están fuertemente vinculadas con las funciones biomecánicas de las extremidades superiores, estas son las más afectadas con 34% a nivel nacional** [3, p. 19]; según las cifras las AVD (Actividades de la Vida Diaria) relacionadas con el autocuidado más difíciles de realizar teniendo algún tipo de discapacidad, se encuentran: mover objetos (26%) alimentarse, asearse y vestirse (10%), y mantener piel, uñas y cabello sano (4%).

Se puede concluir que la dificultad en el acceso al servicio de salud no se debe mayoritariamente a la carencia de afiliación a las instituciones o empresas promotoras de salud *** (cobertura), más bien se encuentra en las barreras establecidas debido al sistema centralizado, esto obliga a los individuos a desplazarse a otras localidades, convirtiendo el transporte en un costo económico constante hasta que la terapia termine. Este costo es significativo si se tiene en cuenta que la población con mayores índices de discapacidad se encuentra entre los estratos uno (48%), dos (32%) y tres (14%) representando el 94% del 3% de las personas en situación de discapacidad [3, p. 14].

También es necesario resaltar que en el proceso se hacen palpables ciertas irregularidades en los procedimientos burocráticos, deteriorando la calidad en el servicio: entorpeciendo tiempos y el seguimiento del tratamiento. En síntesis, el acceso al servicio de salud presenta barreras, las cuales generan fallos en la prestación de servicios y por consiguiente no cumplen los estándares de calidad, optimización y accesibilidad para la población colombiana, en especial la que se encuentra en situación de vulnerabilidad geográfica.

*Lo más probable es que la situación empeore sino recibe atención médica.

**Es la población más común de tener algún tipo de discapacidad.

***A nivel de Santiago de Cali se encuentra el 21% [7, p. 9].

****94.6% de la población se encuentra afiliada [9].

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. A. Kisner, C. y Colby, Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas., Primera Ed. Barcelona, España: Sagrafic, 2010.
- [2] M. F. Stang Alva, "Las personas con discapacidad en América Latina: del reconocimiento jurídico a la desigualdad real," CEPAL- Ser. población y Desarrollo., vol. 103, 2011.
- [3] M. de S. y P. S. Oficina de promoción social, "Sala situacional de las Personas con Discapacidad (PCD) Ministerio de Salud y Protección Social Oficina de Promoción Social," 2017.
- [4] N. J. Molina-Achury, A. S. Mogollón-Pérez, P. Balanta-Cobo, M. Moreno-Angarita, B. J. Hernández-Jaramillo, y C. P. Rojas-Castillo, "Lógicas dominantes en la formulación de políticas y organización de servicios que inciden en el acceso a la rehabilitación integral," Rev. Gerenc. y Polit. Salud, vol. 15, no. 30, pp. 94–106, 2016.
- [5] G. Banco Mundial, "Población urbana (% del total)," 2017, 2017. [Online]. Disponible: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.URB.TOTL.IN.ZS>. [Accessed: 22-Feb-2019].
- [6] G. Banco Mundial, "Población rural (% de la población total)," 2017, 2017. [Online]. Disponible: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.RUR.TOTL.ZS>. [Accessed: 22-Feb-2019].
- [7] R. de C. Alcaldía de Santiago de Cali, "Implementación de la política municipal de atención a la discapacidad.," 2005.
- [8] Ministerio de la Protección Social, Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud, Primera ed. Bogotá, D.C., Colombia: Ministerio de la Protección Social, 2005.
- [9] DANE, "Encuesta nacional de calidad de vida ECV. Principales resultados 2017.," pp. 1–21, 2018.

OBJETIVOS

Objetivo General

Facilitar el acceso al servicio de salud especializado (rehabilitación física) por medio del uso de las T.S. (tecnologías en salud) a la población en situación de vulnerabilidad geográfica con discapacidad transitoria ocasionada por una lesión osteomuscular en miembros superiores.

Objetivos Específicos

- Identificar las deficiencias en la realización de las AVD (Actividades de la Vida Diaria) ligadas al autocuidado en las personas en situación de discapacidad transitoria en miembros superiores.
- Caracterizar los movimientos biomecánicos del complejo articular del hombro en función de las AVD (Actividades de la Vida Diaria) relacionadas al autocuidado.
- Establecer las conexiones existentes entre los conceptos y teorías biomecánicas para integrar las condiciones funcionales que permitan identificar las características del complejo articular del hombro.
- Desarrollar un sistema que permita el acceso al servicio de salud especializado (rehabilitación física) de manera óptima y de calidad para la población en situación de vulnerabilidad geográfica basado en las T.S. (Tecnologías en Salud).

METODOLOGÍA

La metodología para el proyecto se divide en tres etapas: investigativa, analítica y creativa. En la etapa investigativa se realizarán las diferentes recolecciones de datos, el establecimiento de variables y su respectiva definición, para concluir en las relaciones entre los conceptos. La siguiente etapa análisis corresponde a la generación de especificaciones de rendimiento (establecer los requerimientos de diseño) y, la última etapa conocida como la creativa se centra en el desarrollo de las propuestas, la evaluación de las alternativas y la realización del diseño a detalle

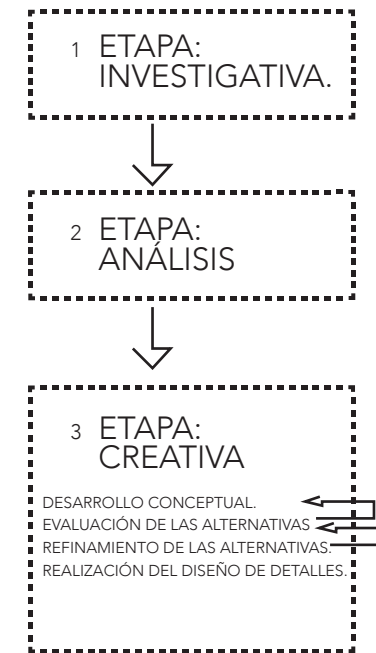
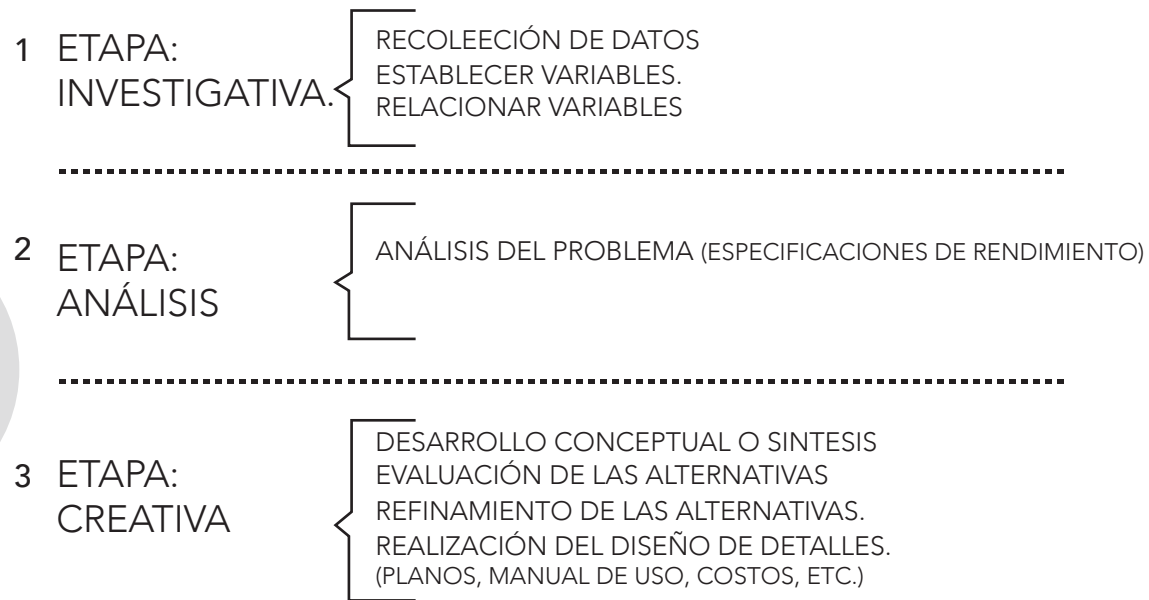


Ilustración 7. Gráficos explicativos de la metodología. Fuente: Autor.

Etapla investigativa: en esta etapa se definirán a detalles las variables establecidas, se desarrollarán las bases para el proyecto y el estado del arte.

- 1.1. Consultar las AVD relacionadas al autocuidado.
- 1.2. Relacionar las deficiencias en la realización de las AVD ligadas al autocuidado para personas en situación de discapacidad transitoria en miembros superiores.
- 1.3. Caracterizar el contexto de las personas en situación de vulnerabilidad geográfica en el acceso a los servicios de salud.
- 1.3.1. Identificar las barreras presentadas en el acceso a servicios de salud especializado (rehabilitación).
- 1.4. Caracterizar la biomecánica de las articulaciones en miembros superiores (hombro).
- 1.5. Identificar los grados de libertad y los rangos de movimiento del complejo articular del hombro.

METODOLOGÍA

- 1.6. Cuantificar los rangos de movimiento de la articulación del hombro en función de las AVD relacionadas con el autocuidado.
- 1.7. Cuantificar los grados de libertad de la articulación del hombro en función de las AVD relacionadas con el autocuidado.
- 1.8. Caracterizar la rehabilitación física utilizada en miembros superiores (hombro) para las personas en situación de discapacidad transitoria debido a lesiones osteomusculares.
- 1.9. Identificar el movimiento y los rangos articulares realizados en la terapia pasiva para hombro.
- 1.10. Identificar el fortalecimiento articular en terapia activa para hombro.

Etapla analítica: en esta etapa se traduce como el análisis de la información recopilada para la generación de los requerimientos de diseño.

- 2.1. Realizar matriz de análisis para la revisión bibliográfica.
 - 2.1.1. Establecer los principios: criterio de búsqueda, nombre del artículo consultado, conclusiones del artículo y conclusiones generales de los documentos consultados para la creación de la matriz de análisis.
- 2.2. Establecer los lugares para el trabajo de campo relacionados con el acceso al servicio especializado (rehabilitación) para las personas en situación de vulnerabilidad geográfica.
- 2.3. Seleccionar conceptos a detallar para las entrevistas semiestructuradas.
- 2.4. Proponer entrevista semiestructurada para el trabajo de campo.
- 2.5. Realizar el trabajo de campo.
- 2.6. Realizar matriz de análisis para las entrevistas semiestructuradas realizadas.
- 2.7. Realizar matriz de análisis para el trabajo de campo.
- 2.8. Integrar las matrices de análisis antes mencionadas (revisión bibliográfica, trabajo de campo y entrevistas).
 - 2.8.1. Realizar lista de especificaciones.

Etapla creativa: en esta etapa se concentra el proceso de generación de ideas y alternativas siguiendo los requerimientos establecidos en la etapa anterior. Se integran diferentes metodologías como el diseño centrado en el usuario y el uso de recursos como la biónica como propuestas para la implementación de la creación, entre otros puntos a detallar:

- 3.1. Desarrollar propuestas conceptuales.
 - 3.1.1. Establecer los principios y conceptos para la solución.
 - 3.1.2. Revisar conceptos funcionales.
 - 3.1.2.1.1. Revisar principios biónicos relacionados con los conceptos funcionales.
 - 3.1.2.1.2. Revisar conceptos funcionales análogos por medio de patentes.
 - 3.1.3. Analizar los referentes por medio de la información recolectada.

METODOLOGÍA

- 3.1.4. Seleccionar los referentes consultados que mejor se ajusten a las especificaciones.
- 3.1.5. Establecer posibles combinaciones respecto a las diferentes alternativas consultadas.
- 3.1.6. Desarrollar las diferentes propuestas conceptuales.
- 3.2. Seleccionar la propuesta conceptual.
 - 3.2.1. Evaluar las diferentes propuestas por medio de diagrama de araña:
 - 3.2.1.1. Definir conceptos cualitativos a evaluar.
 - 3.2.1.2. Definir conceptos cuantitativos a evaluar.
 - 3.2.1.3. Determinar la ponderación de los conceptos evaluados (cualitativos como los cuantitativos).
- 3.3. Analizar la selección de las propuestas conceptuales.
- 3.4. Modificar / Refinar las propuestas conceptuales.
- 3.5. Desarrollar la propuesta formal.
- 3.6. Seleccionar la propuesta formal.
 - 3.6.1. Evaluar por medio de diagramas de arañas asistidos por usuarios caracterizados como población en situación de discapacidad transitoria y vulnerabilidad geográfica:
 - 3.6.1.1. Definir conceptos cualitativos a evaluar.
 - 3.6.1.2. Definir conceptos cuantitativos a evaluar.
 - 3.6.1.3. Determinar la ponderación de los conceptos evaluados (cualitativos como los cuantitativos).
- 3.7. Analizar los resultados de la valoración.
- 3.8. Modificar / Refinar la propuesta formal.
- 3.9. Desarrollar el diseño a detalle:
 - 3.9.1. Establecer las dimensiones.
 - 3.9.2. Realizar las primeras aproximaciones cinemáticas.
 - 3.9.3. Seleccionar los materiales.
 - 3.9.4. Seleccionar la paleta de colores.
 - 3.9.5. Estudiar el proceso de manufactura.
- 3.10. Desarrollar del modelado 3D.
 - 3.10.1. Realizar comprobaciones dimensionales.
 - 3.10.2. Realizar comprobaciones funcionales.
 - 3.10.2.1. Realizar análisis cinemático.
 - 3.10.2.2. Realizar análisis cinético.
- 3.11. Desarrollar del prototipo funcional.
 - 3.11.1. Realizar pruebas funcionales.
 - 3.11.1.1. Realizar pruebas del prototipo funcional con el usuario.

METODOLOGÍA

- 3.11.2. Realizar matriz de análisis relacionada con las pruebas funcionales.
- 3.12. Realizar planos.
 - 3.12.1. Especificar los procesos de producción de acuerdo a los materiales definidos.
- 3.13. Desarrollar el manual de uso.
- 3.14. Realizar presupuesto / costos del proyecto.
- 3.15. Analizar resultados.
 - 3.15.1. Realizar conclusiones finales del proyecto.

CAPÍTULO II



El capítulo contiene el conocimiento práctico base para la realización del proyecto.

TRABAJO DE CAMPO

Para el trabajo de campo se realizaron entrevistas semi-estructuradas a distintos actores involucrados directamente en el proceso de rehabilitación física, estos fueron los especialistas, los pacientes con lesiones osteomusculares y los expertos en tele-medicina. Con el fin de efectuar comprobaciones a cerca de las barreras en el acceso de salud, percepciones del desarrollo de la terapia, y las dificultades en las AVD relacionadas con el autocuidado.

El objetivo de esta actividad es observar y analizar por medio de los criterios sociales, funcionales, técnicos y administrativos, un panorama real de las circunstancias actuales en la prestación del servicio de salud especializado para identificar las falencias, problemas de acceso, y las complicaciones en materia de salud en la población en situación de vulnerabilidad geográfica y discapacidad transitoria.

1. Especialistas: es un actor que se caracteriza por realizar las evaluaciones y el diagnostico, comprobar el progreso del paciente, y dirigir la rehabilitación física. Debido a este tipo de actividades fundamentales para la recuperación del paciente, es importante indagar a cerca de su perspectiva englobando las prácticas médicas utilizadas, los datos registrados en las historias clínicas, las barreras percibidas en el acceso al servicio de salud, y el conocimiento de nuevas modalidades relacionadas con la tele-medicina. El fin es indagar a cerca de los métodos actuales, el desarrollo de la terapia, e identificar las falencias.

2. Pacientes: los pacientes con lesiones osteomusculares son el usuario del proyecto, se convierten en un actor clave para analizar las barreras en el acceso al servicio de salud, las dificultades en el desarrollo de las AVD relacionadas con el autocuidado; y el

seguimiento (asistencia), el progreso y los resultados de las terapias.

3. Personas encargadas de las entidades prestadoras de telemedicina: este nuevo tipo de modalidades son importantes para el proyecto debido a que mitigan las barreras en el acceso al servicio, brindan la rehabilitación física y expanden el portafolio de servicios en zonas de vulnerabilidad geográfica. Este tipo de actor está relacionado con la facilidad en el acceso al servicio de salud, conoce muy bien el funcionamiento y las necesidades para la prestación de este tipo de modalidad que opera como respuesta a las falencias presentadas en el sistema de salud centralizado.

En la siguiente tabla denominada *criterios sociales funcionales, técnicos y administrativos según los actores (tabla 1)* se puede observar un resumen en relación con los actores entrevistados y los diferentes criterios (sociales, funcionales, técnicos y administrativos) para generar un panorama de las circunstancias actuales del sistema de salud:

CRITERIO	ACTOR		
	ESPECIALISTA	PACIENTE	ADMINISTRADOR
SOCIAL	Tipo de paciente.	Cómo ha afectado la lesión otros aspectos de su vida.	Tipo de usuario.
FUNCIONAL	Seguimiento del ejercicio terapéutico, cantidad de citas, tipo de terapia utilizada.	AVD que se le dificulta, progreso de la terapia. (seguimiento de la terapia)	
TÉCNICO	Acercamiento con la telemedicina (percepciones)	Percepción, asistencia y progreso en terapias.	Equipos y servicios utilizados para prestar el servicio.
ADMINISTRATIVO	Número de terapias, relacionado si es pasiva o activa.	Tipo de afiliación a salud, citas y prestación del tipo de terapia (pasiva o activa).	Flujo de personas, usuarios, situación actual de las entidades prestadoras.

Tabla 1. Criterios sociales, funcionales, técnicos y administrativos según los actores. Fuente: Autor.



Ilustración 8. Municipio de Restrepo. Fuente: Google Maps.

El trabajo de campo en zona de ladera se realizó en el municipio de Restrepo, Valle, caracterizado por ser una zona rural rodeada de corregimientos como Santa Rosa, La Palma, Madroñal, Río Bravo, Aguamona, entre otros. Este territorio es ideal para el trabajo de campo por estar alejado de las cabeceras (a dos horas de Santiago de Cali), acceso restringido al sistema de salud, la baja e inestable conexión a internet en el sector de los corregimientos, contar con zonas rurales y de difícil acceso debido a sus vías y a los factores climáticos.

Desde principios del 2018, el hospital San José E.S.E. de Restrepo (Nivel I) cuenta con el programa de fisioterapia, en esta nueva sección se atienden los pacientes que necesitan rehabilitación física, brindando los servicios de terapia pasiva y activa. La mayoría de sus pacientes son trabajadores independientes de ladera, con residencia en los corregimientos aledaños a la zona y con dificultades financieras. En esta zona del Valle Del Cauca encontramos población que han podido acceder al servicio y otra que nunca pudo pasar las barreras

Especialistas

La siguiente matriz de análisis se realizó bajo una revisión con los especialistas, evaluando las temáticas del ejercicio terapéutico, el promedio, el seguimiento, las falencias en la rehabilitación física y la perspectiva de algunos fisioterapeutas y ortopedistas con el concepto de tele-medicina.

N ESPECIALISTAS EN REHABILITACIÓN						
	ESP.	EJERCICIO TERAPÉUTICO	PROM. TERAPIA	SEGUIMIENTO EN TERAPIA	TIPOS DE TERAPIA	FALENCIAS
1	Ortopedista	Depende del tipo de lesión, la rehabilitación se define como multidisciplinario y multi-variable.	Depende del paciente.	Historia clínica debe tener elementos cualitativos y cuantitativos, depende de la región afectada.	Si no es posible para el paciente tener unas primeras terapias, se le envía una terapia en casa (plan casero), el plan es formulado por el ortopedista, el terapeuta le explica al paciente (2 o 3 veces) la realización de la terapia.	La ausencia a las terapias se da por las siguientes barreras: económicas, falta de acceso de las EPS (administrativa o burocrática) y la lejanía (entre el centro de terapias y su lugar de residencia). Cuando se realizan terapias de hombro, generalmente estas son efectivas, se recupera rápidamente el arco de movilidad, sino se da es debido a una mala rehabilitación de parte del fisioterapeuta o del paciente, otra causa es el miedo al dolor o a agravar la lesión.
2	Fisioterapeuta	Paciente debe estar remitido por un especialista. Debe tener una remisión para el área de terapia. Se le asigna el horario y se le hace una evaluación (necesidades) enfocada en las AVD (básicas: higiene, vestido y alimentación). La terapia es muy subjetiva y es según el médico. El único protocolo estandarizado es la de cardiología o neurológico.	Depende del paciente y el especialista. Al igual de la EPS (regulan los paquetes).	Es manual en el área terapéutica (lista de chequeo). En la primera terapia se le informa los derechos y deberes, riesgos de la lesión, educación en el proceso (plan casero o se le educa sobre su condición).	No se realizan terapias activas, dicen no hacer parte del proceso, se le recomienda hacer ejercicio. La recuperación se enfoca en los grados relacionados con la edad y el ciclo de vida (funcionamiento). Se busca el rango de movimiento para hombro entre los 70° - 90°.	Si bien es un buen porcentaje los que asisten y son regulares, también existen pacientes que no van, las causas: socioeconómicas. Falencias en el seguimiento, por el volumen de pacientes en comparación con el recurso humano, se hace a través de consulta médica.

3	Fisioterapeuta	El miembro superior, tanto el hombro y el codo está diseñado para mover la mano y esto fuertemente relacionado con las AVD, especialmente con las actividades de higiene y cuidado personal (peinado, vestido). Es por ello que es sumamente importante realizar la rehabilitación.		Es muy importante para verificar el progreso del paciente.		
4	Fisioterapeuta	El procedimiento usado para la atención en el servicio de fisioterapia en el pueblo de Restrepo es a partir de: médico general (por un dolor, enfermedades laborales) o especialistas. Atienden en general pacientes que están vinculados por EPS, ARL y SOAT. Los pacientes que no tienen vinculación pueden ser atendidos teniendo una historia clínica.	Las terapias se realizan en paquetes de mínimo 5. Manejan los criterios de inflamación dolor, inestabilidad (primeras 4 sesiones son de terapia pasiva). Las siguientes sesiones son terapias activas (ejercicios terapéuticos) como activos libres (el paciente los realiza y la fisioterapeuta los dirige) y los activos resistidos (pesas, bicicleta, escaladora). Describe las lesiones no tratadas con fisioterapia como lesiones residuales, estas tienen un manejo de memoria dolorosa (estas se tratan con el ultrasonido o con la electricidad). El dolor	La historia clínica se realiza de manera diaria. El primer día se realizan evaluaciones del movimiento, la causa y el desarrollo de la lesión. Las actividades realizadas se escriben en la historia clínica: qué hizo, cuánto lo hizo, cómo fue la evolución del paciente. Terapia satisfactoria depende de la edad del paciente: personas menores de 40 años completan su movilidad. Sin embargo el objetivo es que el paciente sea totalmente independiente en las AVD.	Lesiones osteomusculares dependen de la época del año, en época de vacaciones las lesiones son entre persona de menos de 25 años las cuales presentan traumas como fracturas de mano o de miembros inferiores. En época de mayo se priorizan las lesiones de espalda y en festividades locales (diciembre) lesiones de rodilla. Se realizan terapias activas y pasivas. El detonante de las terapias es el dolor.	Los pacientes de ladera, el 70% - 85% termina su terapia. Este tipo de paciente va a terapia entre 1-3 veces a la semana, la principal causa: el transporte (lunes o sábado como los días de mayor facilidad en el transporte y los otros días es casi imposible acceder a la movilidad). Para solventar esta falencia se realiza un plan casero (se entrega por escrito las recomendaciones y las indicaciones) al finalizar la terapia. Barreras identificadas: geografías, económicas, educativas (percepción de la terapia como un proceso poco funcional) y de compromiso del paciente (entran en pánico cuando la dolencia se convierte una de característica crónica). Describe a una lesión como un problema familiar, social y de salud; especialmente cuando afectan las AVD y el trauma genera una situación de discapacidad y afecta otros niveles (la entrada de dinero de familia si es cabeza de familia; el rol de madre en términos de tiempo). Barreras burocráticas: el llenado de las historias clínicas para la fisioterapeuta es tedioso e impide una atención más personalizada.

Como conclusión de las tablas, el número de terapias está ligada a dos factores importantes: el especialista o el rango de terapias permitidas por el tipo de afiliación del paciente (EPS, ARL o SOAT). Es una medida muy subjetiva (debido a que no se encuentra estandarizada), en la que interactúan variables como el compromiso, la evaluación del especialista, el direccionamiento del fisioterapeuta, el tiempo y las barreras de accesibilidad.

Si bien la terapia busca el funcionamiento del paciente, el objetivo de la rehabilitación física tiene como meta el restablecimiento normal del desarrollo de las AVD básicas relacionando la edad y el ciclo de vida del paciente. Los especialistas enfatizaron en la lesión de hombro como una de los traumas que más afectan el desarrollo, al estar fuertemente ligado con las actividades de higiene y cuidado personal convierten a este tipo de lesión osteomuscular en una de las más urgentes para su rehabilitación.

Los especialistas identificaron las barreras en el acceso a los servicios de salud especializado, las más comunes son la económica, la geográfica (lejanía del lugar de residencia y dificultades para conseguir transporte) y la administrativa (o burocrática). Otras nuevas barreras identificadas en la prestación del servicio son las barreras educativas (percepción de los pacientes hacia la terapia como un proceso poco funcional) y relacionadas con el poco compromiso del paciente en el seguimiento de la terapia en casa.

El paciente a lo largo de la rehabilitación física realiza terapias pasivas y activas. Las terapias pasivas se concentran en la evaluación de los rangos de movimiento, el manejo del dolor, la inflamación y la inestabilidad, se realizan las primeras sesiones. La terapia activa, se basa en el fortalecimiento por medio del uso del peso, busca aumentar el tono muscular perdido durante la lesión y su rehabilitación; se hacen las últimas sesiones y generalmente estas no las cubre los programas como las EPS. Si la persona no puede acceder regularmente a las terapias, debido principalmente a las barreras geográficas, se procede a la realización de un plan casero, en el cual se le explica las recomendaciones y las indica-

ciones a seguir en casa, con el fin de no entorpecer o retardar el tiempo de la rehabilitación.

Si un paciente no accede a rehabilitación, pero recupera los rangos de movimiento, igual no está teniendo una recuperación ideal porque tienen una ausencia del manejo de la memoria dolorosa (estas se tratan con el ultra-sonido o con la electricidad). El dolor genera restricciones de movimiento, dificultades en la carga de peso, entre otras actividades. Es por ello que es de vital importancia acceder y finalizar las terapias físicas para la recuperación de la lesión tanto en términos de rangos de movimiento, función, carga de peso y dolor.

Una falencia en la prestación de servicios es la cantidad de pacientes remitidos en comparación con la cantidad de recurso humano para atenderlo, esto refleja la falta de personalización en las terapias físicas, un mal seguimiento en la corrección de movimientos en los pacientes mientras realiza los ejercicios y horarios burocráticos poco flexibles. Al igual que el llenado de las historias clínicas representa un seguimiento de la terapia y el progreso, demanda mucho tiempo para el desarrollo en sitios donde sólo hay un fisioterapeuta. En consecuencia, los movimientos terapéuticos de los pacientes no son los ideales, retardando el proceso de curación.

La ausencia de equipamiento especializado para la terapia activa, entre los lugares entrevistados se presentaba que no contaban con maquinaria especializada o simplemente no prestaban ese tipo de terapia. Esta situación representa una falencia para la recuperación ideal del paciente con lesiones osteomusculares, relacionado con el manejo de carga en la lesión y la recuperación del tono muscular. La percepción con la tele-medicina fue para todos como una modalidad muy interesante con cambios positivos, donde se puede tomar una decisión más acertada con diferentes peritos de medicina, una modalidad que brinda facilidades en el acceso en la relación fisioterapeuta – paciente y sería más sencillo realizar un seguimiento óptimo del desarrollo de la terapia.

Pacientes con lesiones osteomusculares

En la siguiente matriz de análisis se toman los pacientes con lesiones osteomusculares, algunos ya se encuentran rehabilitados y otros en proceso de rehabilitación. En las entrevistas se tomaron en cuenta el tipo de lesión, la edad, la afiliación, lugar de residencia, progreso en terapia, tipos de terapia que realizó o realiza, si presentaba algún tipo de trastorno en el desarrollo de las AVD y otro tipo de secuelas:

N	PACIENTES CON LESIONES OSTEO-MUSCULARES						
	TIPO DE LESIÓN	EDAD / AFILIACIÓN / RESIDENCIA	TIPO DE BARRERA PRESENTADA	PROGRESO EN TERAPIA	TIPOS DE TERAPIA	EFFECTOS (AVD)	OTRAS SECUELAS
1	Luxación de rotula derecha y daño de ligamento.	Edad: 30 años. Edad (lesión): 29 años. Afiliación: ARL. Residencia: Cali (Caldas). Tiempo de lesión: 10 meses.	Dificultades económicas, problemas en el transporte público (miedo a lastimar la región afectada), administrativas (clínicas con dos sedes, donde no especificaban cuál era el centro de atención). Otros compañeros del paciente exigían terapias de por vida, personas con más de dos años en la terapia (física y acuática). Existían facilidades de transporte para algunos pacientes. Faltaba por cuestiones de trabajo o climáticas.	Terapia pasiva muy poca, más bien manejo de dolor. Llegó un momento donde no avanzaba, (pensaba en el transporte y tiempo). Sin embargo, el paciente habló con el fisioterapeuta y re-planearon las sesiones a unas de fortalecimiento más fuerte.	Terapia pasiva (Frio y calor, manejo del dolor, estiramientos, movilizaciones Total: 80) y terapia activa (fortalecimiento total: 20 acuáticas y terapias ocupacionales total: 10.)	Dificultades para la movilidad, no se debía apoyar la pierna. Define la situación de discapacidad transitoria como frustrante.	Aún no puede correr, si bien se encuentra mejor y ha podido recuperar la mayor parte de su movilidad y el funcionamiento de la articulación, no se ha revertido la lesión por completo.
2	Fractura en el quinto metacarpiano, mano izquierda.	Edad: 22 años. Edad lesión: 18 años. Afiliación: Univalle. Residencia: Cali (Nápoles). Tiempo de lesión: 4 años.	No presentaba barreras.	Las sesiones eran la misma, sin embargo, cuando se terminó la terapia notó cambios significativos en la recuperación de la lesión.	Terapia se centraba en realizar esfuerzo con la mano, recuperar movilidad y fortalecimiento. Y acondicionamiento físico (corría y no sabía el motivo). Estuvo en sesiones con electricidad focalizada en la mano. Total: 6 sesiones. / 1 hora. Misma rutina. 2 durante de la semana.	Dolor en la mano, las actividades (como comer o bañarse) las hacía, pero ocupaba más tiempo y el uso de la otra mano. Problemas para movilizarse en el transporte público.	No presenta, su recuperación fue óptima

3	Hernia Discal en la L4-5	Edad: 57 años. Edad de la lesión: 39 años Afiliación: EPS. Residencia: Cali (Aguacatal)	Hacía todas las terapias debido a las características de una lesión crónica. No presentaba barreras para asistir regularmente.	No notó cambios, alivio cuando se hacía estiramiento con pesas.	Terapia pasiva y terapia activa, pero después de la operación fueron recomendaciones para la casa, ejercicios para fortalecer la parte abdominal y dorsal (abdominales con piernas recogidas). Todos los días por una hora.	El paciente ya no podía realizar cualquier actividad, era difícil la movilidad, sentarse, caminar o estar parado se presentaba mucho dolor.	Prevención del dolor por medio de fortalecimiento de músculos.
4	Fractura de tibia, rodilla y pie. Miembro inferior izquierdo	Afiliación: SOAT. (no tiene seguro ni ARL) Edad: 27 años. Residencia: Cali. Residencia de las terapias: Convivir (Vereda). Tiempo de lesión: dos meses.	Si bien vive en Cali, las terapias y la movilidad en la ciudad generaban una barrera administrativa y económica que no le permitían tener acceso al servicio de salud. A pesar de las facilidades que tienen en Restrepo, no tiene trabajo debido a la lesión y debe transportarse de formas más económicas y poco seguras para poder llegar al servicio de salud.	Se encuentra muy satisfecho con la terapia y su progreso.	Realizó terapias pasivas y en este momento realiza terapias activas: caminador y bicicleta.	Se le dificulta hacer las AVD básicas, sin embargo está tratando de eliminar estas dificultades y cada vez son menos críticas gracias a la terapia.	Se encuentra en tratamiento.

Los entrevistados enfatizaron que, si bien todos terminaron la terapia, algunos si presentaron barreras en el acceso al servicio de salud, las más comunes son las económicas, geográficas (problemas para movilizarse hasta el punto de rehabilitación) y administrativas.

La mayoría de los pacientes entrevistados notó en algún momento del proceso un estancamiento y pensaron abandonar la terapia, debido que al hacer una balanza entre los gastos (tiempo y dinero) realizados para asistir a la rehabilitación física no compensaban con lo realizado en las terapias.

Los remitidos a terapias por EPS eran conscientes que las autorizadas por este tipo de afiliación no eran suficientes para su recuperación óptima, algunos optaron por un complemento en casa, especialmente en terapia activa (mandando a hacer sus propias herramientas para realizarla en casa).

Durante la lesión algunos pacientes se dieron cuenta que las actividades más básicas les era muy complicadas, especialmente cuando la lesión les impedía realizar las AVD básicas (bañarse o comer). Entre los factores importantes a detallar eran: la necesidad de disponer más tiempo a una actividad que antes de la lesión era sencilla, el cambio de extremidad para realizar alguna actividad y el manejo del dolor.

Pacientes con lesiones osteomusculares en miembro superior.

En la siguiente matriz de análisis se toman los pacientes con lesiones osteomusculares en miembros superiores haciendo énfasis en el complejo articular del hombro. Algunos ya se encuentran rehabilitados y otros en proceso de rehabilitación. En las entrevistas se tomaron en cuenta el tipo de lesión, la edad, la afiliación, lugar de residencia, progreso en terapia, tipos de terapia que realizó o realiza, si presentaba algún tipo de trastorno en el desarrollo de las AVD y otro tipo de secuelas:

N PACIENTES CON LESIONES OSTEO-MUSCULARES							
	TIPO DE LESIÓN	EDAD / AFILIACIÓN / RESIDENCIA	TIPO DE BARRERA PRESENTADA	PROGRESO EN TERAPIA	TIPOS DE TERAPIA	EFECTOS (AVD)	OTRAS SECUELAS
1	Luxación hombro derecho y fractura de húmero.	Edad: 39 años. Edad de lesión: 38 años. Lesión: hace ocho meses. Afiliación: Seguro médico. Residencia: Mérida, Venezuela.	Barreras burocráticas al estar en otro país y no siguió con el proceso.	En las terapias caseras notó que iba recuperando la movilidad.	No realiza las terapias asistidas con el terapeuta, pero realiza terapias en casa (movimientos de péndulo y sostenido en la pared). Realizaba las terapias 2-3 veces al día por 15 minutos.	Cuando realiza las actividades el brazo no tolera pesos por mucho tiempo y se fatiga más rápido.	Molestias leves al hacer extensión del brazo o dejar por mucho tiempo el brazo en una posición. No ve cambios en la rutina de sus actividades.
2	Fractura de cubito y radio de los dos brazos.	Edad: 24 años Edad de lesión: 17 y 19 años. Afiliación: EPS Residencia: Cali (aguacatal).	Barreras administrativas para diligenciar las terapias.	No realizó terapias.	Nunca realizó rehabilitación física. Pero realizó ejercicios con una pelota para fortalecer el agarre.	No pude realizar rotación externa e interna del brazo izquierdo.	No puede realizar rotación interna en la mano izquierda. Complicaciones para manejar moto en el agarre. Siente tensión o dolor leve.
3	Luxación y fractura de clavícula izquierda	Afiliación: SOAT. (no tiene seguro ni ARL) Edad: 32 años. Residencia: vereda Aguamona.	Barreras económicas y geografías. El transporte es intermitente (50 minutos de espera) y los tiempos para llegar al pueblo son muy largos (1-2 horas de viaje).	Realizó 20 terapias y le enviaron otras 20, de las cuales está en la octava. Nunca ha faltado a terapia.	Terapias centradas en la recuperación del movimiento y la fuerza. El paciente efectivamente ve el progreso en sus rangos de movilidad.	Dificultades para lavarse el cabello, hacer la cama, la posición en hora de sueño y problemas en el trabajo (conductor y cargador de madera).	Se encuentra en tratamiento.
4	Fractura (astallamientos) de rotula en brazo izquierdo	Afiliación: EPS. Edad: 60 años. Residencia: Vereda Santa Rosa. Edad de la lesión: 52 años.	Barreras geografías y económicas, el paciente debía viajar hasta Buga para realizar las terapias. Además,	12 terapias en total, aclara que sentía mucho dolor. Las terapias eran manejo de dolor, recuperación del	Terapias pasivas y activas asistidas por fisioterapeutas. Realizó complemento de las terapias activas en casa (hizo una escalera casera para rehabilitación e hizo un lazo para asistir las terapias, con elementos caseros realizaba	La mano izquierda no es la dominante, sin embargo, notaba que las actividades exigían más tiempo.	Recuperó la movilidad por completo. A veces siente dolor muy leve en el hombro.

			no podía viajar por cuestiones de tiempo (no podía dejar a sus hijos solos). El médico de la EPS no realizó un buen seguimiento de la lesión, el paciente tuvo que visitar a un especialista particular para tratar el hombro.	rango de movilidad. Realizó sólo cuatro terapias debido al dolor. Después de la operación hizo 7 terapias asistidas y las demás fueron en casa. Sentía que con las terapias iba recuperando progresivamente el rango de movimiento.	movimientos terapéuticos) y aprendió la rutina. Tiempo en casa haciendo terapias todos los días: 1 año.	incapacitada debido al dolor del hombro. Necesitaba ayuda de alguien más para realizar las AVD, como vestirse.	regularmente en casa. Tiempo de recuperación total: 5 años para recuperar el rango de movimiento.
5	Fractura de humero con fractura de segundo, tercero y cuarto metacarpiano. Brazo	Afiliación: SOAT. Edad: 40 años. Residencia: Vereda Santa Rosa. Edad de la lesión: 38 años.	Barreras geográficas, administrativa (dificultad para que el SOAT cubriera los gastos del accidente) y económico.	Terapias enviadas: 32. No asistió a las terapias de forma completa. No sentía que la terapia progresara ni que ayudara al dolor. Es consiente que cuando realiza ejercicio el dolor disminuye, pero después de realizar la actividad física	Las terapias realizadas en Restrepo (15) por el paciente se centraban en terapias pasivas (calor/frío) solamente. Las terapias realizadas en Buga tenían maquinaria especializada y el paciente percibía un cambio progresivo, lastimosamente no podía desplazarse por cuestiones económicas.	Siente dificultad para realizar las AVD (las actividades de bañarse y vestirse). El paciente enfatiza diciendo que: "la lesión te cambia completamente la vida". El dolor afectó otro tipo de áreas del cuerpo como el cuello y el pecho.	No ha recuperado el rango de movimiento por completo, no puede levantar peso ni tiene la fuerza que tenía antes del accidente. Problemas de agarre completo en mano. El dolor es agudo (punzadas).

Los entrevistados enfatizaron que, si bien todos terminaron la terapia, algunos si presentaron barreras en el acceso al servicio de salud, las más comunes son las económicas, geográficas (problemas para movilizarse hasta el punto de rehabilitación) y administrativas.

La mayoría de los pacientes entrevistados notó en algún momento del proceso un estancamiento y pensaron abandonar la terapia, debido que al hacer una balanza entre los gastos (tiempo y dinero) realizados para asistir a la rehabilitación física no compensaban con lo realizado en las terapias.

Los remitidos a terapias por EPS eran conscientes que las autorizadas por este tipo de afiliación no eran suficientes para su recuperación óptima, algunos optaron por un complemento en casa,

especialmente en terapia activa (mandando a hacer sus propias herramientas para realizarla en casa).

Durante la lesión algunos pacientes se dieron cuenta que las actividades más básicas les era muy complicadas, especialmente cuando la lesión les impedía realizar las AVD básicas (bañarse o comer). Entre los factores importantes a detallar eran: la necesidad de disponer más tiempo a una actividad que antes de la lesión era sencilla, el cambio de extremidad para realizar alguna actividad y el manejo del dolor.

Experto en tele-medicina.

La matriz de análisis para los expertos en tele-medicina se basó en la situación actual de las entidades y los equipos utilizados para las diferentes modalidades, especialmente de la organización pionera en tele-medicina del sur occidente colombiano: ESE de Ladera.

N°	ADMINISTRATIVOS ESE de Ladera		
	TIPO DE USUARIO	SITUACIÓN DE LAS ENTIDADES	EQUIPOS UTILIZADOS
1	Ingeniero de sistemas, especializado en Salud (tele-salud).	18 IPS en la zona rural para atender usuarios en zona de ladera y caracterizados por ser población dispersa. Atienden régimen subsidiados y particular. Tienen 6 unidades básicas: medicina interna, nutrición, pediatría, medicina familiar, psicología y ginecología. No realizan procesos de tele-rehabilitación debido al modelo (fisioterapeuta puede atender a 5 pacientes por terapia regular, en tele-rehabilitación sólo puede atender a uno), dio buenos resultados en la zona rural, pero en cuestiones logísticas no fue satisfactorio. El médico general presenta al paciente en la zona rural, el paciente siempre se encuentra al lado del médico; en Cali el especialista realiza las preguntas al médico y al paciente para poder generar un buen diagnóstico y un buen seguimiento al paciente. Se está ampliando en zonas del pacifico y zona de ladera. Fortaleza: sincrónico y el impacto social (genera otro tipo de relación paciente-medico, ahorro de espacio y tiempo, más asertivos, efectivos en el diagnostico). Buscan ser el referente en tele-salud en el sur occidente colombiano. Falencias: no existe regulación para las tarifas en tele-medicina por el Estado. Consultas son más costosas por los equipos, el componente logístico. ESE de Ladera es nivel I, hace prevención y promoción en salud. La tele-salud es bien recibida por la zona de ladera, se sienten en confianza y realizan el proceso de manera muy orgánica, ven en la realización del diagnóstico un proceso seguro. La responsabilidad nunca deja de ser del médico general tratante. Prom: 250 – 280 pacientes en promedio del mes.	-Ancho de banda (alta) tanto para el emisor como para el receptor. -Creación de plataforma (tele-educación, tele-medicina, imágenes diagnostico). Caracterizada por vídeo, voz y datos (historia clínica). -Instruir a los profesionales tanto al médico general como el médico especialista. -Equipos especializados para cada tipo de servicio. (electro digital, pulsímetro digital, entre otros). -Pantallas (50" pulgadas). -La tele-salud es en tiempo real y en línea (síncrono). -Manejo de agendas con los médicos generales y especialistas. -Diferentes tipos de formato para la toma de historia clínica y seguimiento al paciente. -Historia Clínica es fundamental porque demuestra el progreso, una comparación de datos (evolución del paciente), modelo encriptado. Más que en cifras, en proceso.

La tele-rehabilitación pensada desde el método de conferencias o llamadas vía internet resulta poco provechosa, donde en una terapia regular se atendían a cinco pacientes al mismo tiempo con una sola fisioterapeuta, en este tipo de terapia si bien era una sola fisioterapeuta brindando fisioterapia a un paciente en zona de ladera vía web, no se considera un proceso satisfactorio debido a su poca sostenibilidad financiera.

Una de las falencias más complejas en la legislación de salud es que para brindar este tipo de servicio no hay reglamentaciones en el cobro, además que para habilitar el servicio se necesita maquinaria especializada, ancho de banda y soporte técnico, como conclusión una alta inversión en términos económicos y tecnológicos.

Como fortalezas en el servicio de tele-medicina se encuentran un proceso síncrono (en tiempo real), una buena adaptabilidad del paciente con el sistema, atención oportuna y un impacto social muy positivo.

La Historia Clínica es fundamental en el proceso de rehabilitación física, porque demuestra el progreso (evolución del paciente) por medio de una comparación de datos y el historial de las actividades realizadas en la terapia.

Conclusiones Generales

El número de terapias es susceptible a varios factores, entre ellos: la evaluación del especialista, el compromiso del paciente, el direccionamiento del fisioterapeuta, el cronograma de las terapias y las barreras en el acceso al servicio de salud.

La historia clínica es caracterizada como un eje fundamental en las terapias físicas, debido a que demuestra la evolución y el progreso del paciente por medio de una comparación de los datos (cuantitativos) y el historial de los ejercicios realizados en la rehabilitación. Sin embargo, el acceso a la historia clínica se realiza exclusivamente (en el caso de las terapias regulares) como reporte para la entidad prestadora de servicios, y no para el paciente.

En la realización de las terapias regulares se observa que no se presenta un seguimiento personalizado, en consecuencia el paciente realiza de manera errónea el movimiento terapéutico.

Esto se vuelve más crítico con el plan casero, en el cual se realizan una serie de ejercicios de repeticiones con peso que compensan la terapia activa, sin embargo, este tipo de planeación tiene falencias, como la carencia de un referente de movimiento o postura, derivando en un ejercicio terapéutico erróneo y retrasando su proceso de curación.

En los espacios asignados para la prestación del servicio de rehabilitación física se observa la ausencia de equipamiento especializado para la terapia activa, es por ello que en la mayoría de los espacios no realizan este tipo de modalidad. Esto trae como consecuencia falencias en la recuperación total del paciente con lesiones osteomusculares de parte de las entidades prestadoras del servicio de salud especializado (rehabilitación física).

En los lugares de rehabilitación física donde se realizan la terapia activa no cuentan con dispositivos especializados, son equipos muy básicos que no generan ningún tipo de control en los movimientos y posturas del paciente, además estos equipos no llevan una trazabilidad en el proceso del paciente en el ejercicio terapéutico.

Todos los actores entrevistados coincidieron en la existencia de las barreras en el acceso al servicio de salud, entre las más comunes se encuentran las barreras geográficas, económicas y administrativas (burocráticas). Sin embargo, entre las más críticas se encuentran las relacionadas con los aspectos geo-referenciales, puesto que esta barrera trae consigo sobrecostos como el transporte hasta el lugar de la terapia, problemas de movilización agravado por la lesión osteomuscular y dificultades para diligenciar las autorizaciones con las entidades en las cuales están afiliados (SOAT, EPS o SISBEN)

Las lesiones osteomusculares que comprometen el complejo articular del hombro son los traumas que más afectan el desarrollo, al estar fuertemente ligadas con las actividades de higiene y cuidado personal (AVD ligadas al autocuidado) convierten a este tipo de lesión en una de carácter urgente para su rehabilitación, con el fin de restablecer la autonomía del individuo.

En el trabajo de campo, a la mayoría de los pacientes entrevistados con lesiones osteomusculares en las extremidades superiores decidieron no asistir a terapia o no la terminaron dejando como resultados restricciones en el movimiento, dolores frecuentes, problemas en el agarre y dificultades para cargar peso. Esto trae consigo limitaciones funcionales y una ausencia del manejo de la memoria dolorosa. En conclusión, crea una dificultad latente para el desarrollo de las Actividades de la Vida Diaria.

Los pacientes entrevistados manifestaron que las AVD relacionadas con el autocuidado más críticas se encontraban bañarse, vestirse y comer. Entre los factores importantes a detallar eran: la necesidad de disponer más tiempo a una actividad que antes de la lesión era sencilla, el cambio de extremidad para realizar alguna actividad, la necesidad de recibir ayuda de otra persona para vestirse o comer (pérdida de autonomía), y el constante dolor en la articulación afectada.

La tele-rehabilitación pensada desde el método de conferencias o llamadas vía internet resulta poco provechosa, donde en una terapia regular se atendían a cinco pacientes al mismo tiempo con una sola fisioterapeuta, en la modalidad de tele-medicina era un especialista brindando fisioterapia a un paciente en zona de ladera vía web, no se considera un proceso satisfactorio debido a su poca sostenibilidad financiera y la cantidad de pacientes tratados. Es por ello que es de vital importancia pensar en la modalidad de tele-medicina desde una perspectiva logística, para acaparar más pacientes con poco personal, sin disminuir la calidad y la personalización en la terapia.

ESTADO DE LA TÉCNICA

El estado de la técnica se centra en la búsqueda de elementos que apoyen la rehabilitación física, estos pueden ser productos comerciales o proyectos realizados a nivel académico, las palabras claves utilizadas para investigación fueron: rehabilitación, tele-rehabilitación, y dispositivos de rehabilitación.

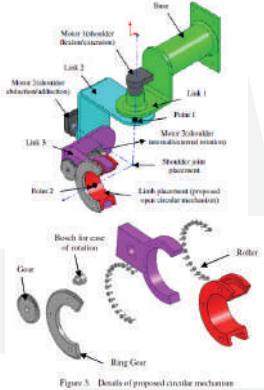
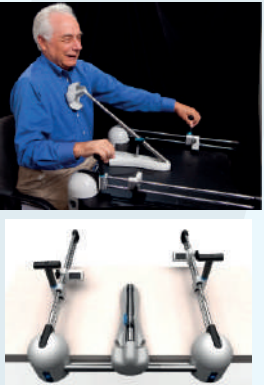
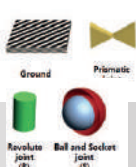
Los criterios usados para el análisis de la búsqueda se encuentran los GDL (Grados De Libertad), los movimientos anatómicos, la técnica usada (tipo de mecanismo usado, tipo de movimiento, etc.), el tipo de terapia que atiende (pasiva o activa), el funcionamiento de estos dispositivos de rehabilitación, los elementos que lo componen, los aspectos formales y el concepto funcional.

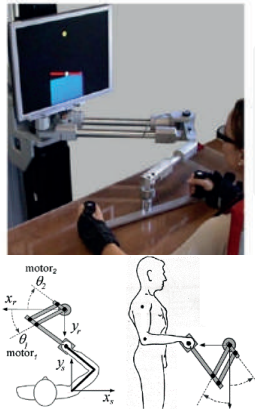
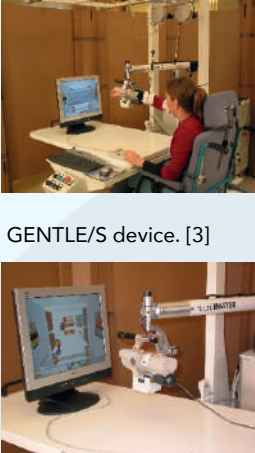
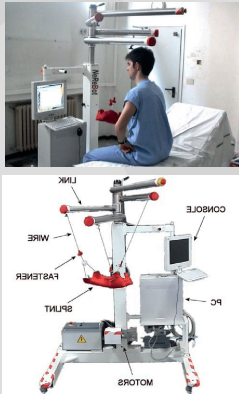
El objetivo de la búsqueda es tomar referentes de otros objetos que aborden una problemática similar a la del proyecto, analizar los componentes utilizados en el funcionamiento de los dispositivos de rehabilitación, y conocer el contexto actual de los elementos relacionados con la tele-medicina. Este proceso se realiza para establecer un balance de las características y funcionamiento que debe tener el producto del proyecto.

Las matrices de análisis del estado de la técnica se dividen en:

- Proyectos académicos.
- Productos comerciales.

Tipo Producto	Nombre del Proyecto / Imagen	Tipo de Terapia	Elementos	Funcionamiento	Aspectos Formales	Técnica Usada.	Concepto
Proyecto Académico / año: 2015. [1]	 Development of Passive Upper Limb Weight-Bearing Orthosis to Enhance Voluntary Shoulder Rotation for Activities of Daily Living. By Minki Sin, SangHun Kim, and Kyu-Jin Cho. [1]	Pasiva y activa, con 3 grados de libertad. Movimientos: flexión – extensión, aducción- abducción, rotación interna – externa.	Se utiliza un peso de WBO (weight-bearing orthosis), con tres ejes de rotación en el hombro y un eje de rotación en el codo para imitar el movimiento natural de un brazo humano.	Terapia pasiva: compensa el peso del usuario usando un contrapeso o un elemento elástico (combinado con una estructura de enlace) Terapia activa: se usa la forma del elemento para hacer torque gravitacional, asistido por un activo actuador como un motor eléctrico o actuador de neumático.	Funcional.	Manivela deslizante como elemento transmisor entre el peso y la ortesis. Mecanismo de 4 barras.	Imitación del movimiento de la extremidad superior
Proyecto Académico / año: 2016. [2]	 MAGNI: A Real-Time Robot-Aided Game-Based Tele-Rehabilitation System. [2]	Se enfoca en el desarrollo de los rangos de movimiento (Terapia Pasiva). Movimientos: flexión – extensión, aducción- abducción, rotación interna – externa. Circunducción.	Se utiliza un brazo con una terminación de esfera (agarre a mano llena) para realizar la terapia por medio de videojuego.	Integra un juego de ejercicios en 3D con un brazo robótico, operado por un terapeuta para asignar en tiempo real los ejercicios pregrabados a los pacientes.	Funcional.	Biela, manivela, corredera.	Intuitivo.
Proyecto Académico / Año: 2015. [3]	 Design and Concept of a Haptic Robotic Telerehabilitation System for Upper Limb Movement Training after Stroke [3] Reha-Slide.	Terapia pasiva. Puede ser utilizado bajo dos modalidades: modo autónomo y modo tele-supervisado por un terapeuta. Permite un entrenamiento unilateral o bilateral.	El dispositivo consta de dos manijas que se pueden mover hacia adelante o hacia atrás y de lado para el entrenamiento de hombro y codo, y girándolas para flexión – extensión.	El sistema incluye unas agarraderas de retro-alimentación como dispositivo de asistencia de movimiento (cuantitativo), utiliza juegos y pruebas para las sesiones de terapia acompañadas por terapeuta.	Funcional.	Tablero con diferentes inclinaciones y resistencias (5-80 Newton), y de un sistema de sube y baja.	Intuitivo

Proyecto Académico / Año: 2013. [4]	 Mechanical Design, Simulation and Nonlinear [4]	Tres grados de libertad, rehabilitación pasiva. Con los movimientos de flexión/extensión, abducción / aducción, rotación interna y externa	Longitud variable. Funciona con tres motores para realizar los tres GDL. Por separado.	Se basa un exoesqueleto usado para la rehabilitación de hombro. Este sistema acompañado de una interfaz estilo video-juego	Mecánico	Motores (3), su característica principal es el sistema circular de agarre al humano	Agarre o sujeción usuario-maquina. / separación de los movimientos terapéuticos (flexión / extensión, aducción / abducción, rotación externa / interna).
Proyecto de investigación. / Año: 2010. [3]	 Batrac. [3]	Terapia pasiva. 2 GDL/ 2 plano. Flexión extensión, aducción –abducción.	Longitud variable, corrector de postura y barras para guiar el movimiento de modo horizontal e inclinado.	Ejercicios de empujar y tirar en modo bilateral	Mecánico simple	Barras con diferentes inclinaciones y resistencias, de un sistema de sube y baja	Guía de postura
Proyecto Académico / Año: 2011. [3]	 Shoulder mechanism design of an exoskeleton robot for stroke patient Rehabilitation [3]	Terapia pasiva y activa. Movimientos: flexión – extensión, aducción- abducción, rotación interna – externa.	Este mecanismo utiliza desalineación entre robot y eje de elevación del hombro del paciente para permitir que el movimiento haga un recorrido circular similar al movimiento real.	El mecanismo de hombro considera solo el movimiento de la elevación y depresión de la cintura escapular.	Funcional.	 Elementos mecanismos usados para la simulación de la cintura escapular.	Similitud de movimientos

Proyecto academia / Año: 2006. [3]	 Braccio di Ferro Arm device [3]	Terapia Pasiva. 2 GDL. Discriminación del movimiento. Movimientos: flexión – extensión, aducción- abducción.	Se utiliza un brazo con una terminación en barra de agarre a mano llena para las dos manos para realizar la terapia por medio de un videojuego.	Control adaptativo de la asistencia del robot.	Mecánico simple /	Mecanismo de cuatro barras.	Discriminación del movimiento. Agarre a dos manos.
Proyecto Academia / Año: 2003. [3]	 GENTLE/S device. [3]	Pasivo, activo asistido o activo. 3 GDL. Movimientos: flexión – extensión, aducción- abducción, rotación interna – externa.	Se utiliza un brazo mecánico ayudado por un sistema de poleas. Finaliza con una férula para agarre del usuario a la máquina.	Interfaz háptica de realidad virtual.	Mecánico	Mecanismo de poleas	Generación del movimiento.
Proyecto de investigación / año: 2001. [3]	 NeReBot [3]	Pasivo asistido. 3 GDL. 3 planos. Movimientos: flexión – extensión, aducción- abducción, rotación interna – externa.	Tres alambres de nylon convierten el movimiento giratorio de tres motores en una trayectoria 3D del brazo del paciente.	Es un dispositivo con cable suspendido para la rehabilitación de miembros superiores de pacientes con accidente cerebrovascular.	Mecánico	Método: suspensión de tres barras por medio de una tenso-estructura para generar el movimiento terapéutico.	Generación del movimiento

Conclusiones de la matriz de análisis de proyectos académicos.

Agarre:

- Se caracterizan por tener agarre a mano llena en todos los dispositivos de rehabilitación.
- La sujeción al usuario se realiza por medio de una férula graduable o una pinza.
- El uso de agarre a dos manos es una alternativa provechosa para el paciente, además que brinda facilidades en la optimización del espacio del dispositivo.

Asistencia:

- En su mayoría se encuentran asistidos por una interfaz interactiva en la cual el paciente puede jugar a la vez que realiza movimientos terapéuticos, con el fin de ofrecer terapia en casa o no necesitar de un fisioterapeuta que dirija de forma sincrónica la rehabilitación.
- La mayoría de los productos están ideados para complementar la terapia en casa, sin embargo, todos los dispositivos están dotados de un sistema de trazabilidad, el cual arroja datos importantes a cerca de la terapia como los rangos de movimiento del paciente según la fecha y los movimientos terapéuticos realizados.
- Algunos de los sistemas consultados no realizan guías posturales para el posicionamiento del paciente durante la terapia, dejando la posibilidad que el usuario no realice de manera óptima el ejercicio.

Funcionamiento (Generación de movimiento y movimientos terapéuticos):

- En la mayoría de elementos consultados en el estado de la técnica, los tres grados de libertad eran los más comunes, a su

vez los movimientos anatómicos más usados en los dispositivos eran: extensión-flexión, aducción-abducción, y rotación interna-externa.

- Los movimientos siempre se encuentran discriminados, para cada uno de los movimientos hay una articulación encargada de realizarlo en el dispositivo.
- En la mayoría de dispositivos se toman como referentes principales mecanismos simples como biela-manivela-corredora o mecanismos de cuatro barras para generar movimientos similares a los del complejo articular del hombro.
- La mayoría de los dispositivos desarrollan los dos tipos de terapia (pasiva y activa) en su funcionamiento. Generalmente usan las resistencias para la generación de la terapia activa.
- Todos los dispositivos de rehabilitación o tele-rehabilitación plantean que el usuario se encuentre sentado para desarrollar la terapia.
- La mayoría de los productos académicos consultados no tienen un diseño integral, debido a que sus componentes formales son netamente funcionales o mecánicos.

Las referencias a los productos académicos se encuentran al final del estado de la técnica, en la sección bibliografía.

Tipo Producto	Nombre del Proyecto / Imagen	Tipo de Terapia	Elementos	Funcionamiento	Aspectos Formales	Técnica Usada.	Concepto
Comercial / Año: 2012. [5]	  ArmAssist By Tecnia [5]	Pasiva y activa, también cuenta con la modalidad asistida. Tiene los 4 GDL. Movimientos: flexión – extensión, aducción-abducción, rotación interna – externa.	Entrenamiento gradual, movimiento a favor y en contra de la gravedad, seguimiento de terapias (cuantitativa vs el tiempo)	Se apoya en un videojuego para guiar el usuario durante la terapia. El dispositivo puede desplazarse sobre superficies lisas para empezar la terapia.	Formas ovaladas, compacto portátil.	Un dispositivo de base móvil conectado al usuario mediante una prótesis que registra los movimientos del brazo	Versatilidad. Graduable. Desarmable.
Producto Comercial [6]	 KPT cicla Baby By PRIM Physio [6]	Función para extremidades superiores e inferiores. Terapia pasiva (5 velocidades) y activa (5 niveles). GDL:1 Movimiento: rotación, flexión extensión.	Parte del principio de pedal para realizar las terapias.	El KPT Cicla Baby es un ejercitador para extremidades superiores e inferiores y ejercicio con movimiento pasivo. Tiene un panel de control de uso fácil y adecuado para uso doméstico y con mayores.	Mecánico.	Movimiento pedal.	Versátil. Bi manual.
Producto Comercial [6]	 KINETEC Centura B&W Máquina CPM Hombro. By Prim Physio [6]	Movimiento de flexión y extensión, además de aducción abducción. GDL:2 Terapia: pasiva.	Movimiento enfocado en flexión y extensión, aducción y abducción después del post-operatorio.	Para uso en cama o sentado. Estructura ajustable en altura	Terminaciones orgánicas. Recubrimientos en polímeros.	Movimiento lineal.	Versátil (uso)

Producto comercial / Año: 2014. [7]  MadiTouch Rehabilitador de Brazo By Vitia [7]	Agarre. Asistente de terapia	Dispositivo para rastrear el progreso de la terapia y hacer Feedback del proceso de rehabilitación.	El dispositivo de brazo ha sido desarrollado para permitir la rehabilitación funcional en el codo y en el hombro. El sistema consta de un aparato ortopédico portátil conectado al software que guía en la terapia de rehabilitación física.	Diseño ajustable, intuitivo y compacto	No tiene movimiento.	Sistema de Ajuste.
Producto Comercial [8]  Ejercitador Portátil, Equipo para Miembros Superior, Combina Diferentes Ejercicios Estándar de Rehabilitación [8]	La terapia contiene resistencias para ayudar al tono muscular y realizar rangos de movimiento. GDL: 3 Movimientos: flexión – extensión. Aducción – abducción	Elemento para realizar los movimientos terapéuticos: -Escalerilla. -Polea giratoria. -Asideros.	El dispositivo plantea una serie de elementos para realizar una terapia en casa	Artesanal y low-cost.	Movimiento ejercido por el usuario: -Extensión / flexión. -Aducción / abducción. -Rotación interna y externa. (circunducción)	Discriminación de las funciones para los movimientos terapéuticos.
Producto Comercial [6]  KINETEC™ Centura C.E.M™ máquina CPM Codo [6]	Extensión / Flexión. Extensión / Flexión con sincronizada pronación-supinación GDL: 2 Terapia Pasiva	Movimiento enfocado en flexión y extensión, aducción y abducción después del post-operatorio.	Movimiento pasivo anatómicamente correcto de la articulación del codo con o sin pronación/supinación sincronizada del antebrazo.	Terminaciones orgánicas. Recubrimientos en polímeros	Movimiento lineal	Versatilidad (uso)

Producto comercial [9]	Módulo M.EXT/1 con rueda de hombro, escalera y escalerilla de dedos. [9] 	Terapia pasiva y también ejercicios de tono muscular (activa). GDL: 3.	Elemento para los realizar movimientos terapéuticos: -Escalerilla. -Escalera. -Rueda	El dispositivo plantea una serie de elementos para realizar una terapia al aire libre.	Simple	Movimiento ejercido por el usuario: -Extensión / flexión. -Aducción / abducción. -Rotación interna y externa. (circunducción)	Discriminación de las funciones para los movimientos terapéuticos.
------------------------	---	---	---	--	--------	--	--

Conclusiones de la matriz de análisis de proyectos comerciales.

Agarre:

- Se caracterizan por tener agarre a mano llena para generalizar a los usuarios.
- Los dispositivos avanzados plantean usos de ajuste según el usuario, lo resuelven por medio de sistema de agarre como férulas con correas graduables.

Asistencia:

- Los dispositivos se pueden usar de manera autónoma, sin necesidad que la terapia sea dirigida por el fisioterapeuta.
- Los objetos no tienen una guía postural para que el paciente realice de manera óptima el ejercicio terapéutico.

Funcionamiento (Generación de movimiento y movimientos terapéuticos):

- Se caracterizan por especializarse en un solo tipo de terapia (pasiva), la mayoría de los dispositivos consultados no manejan la combinación de la activa y la pasiva.
- Priman las terapias pasivas (recuperación de los rangos de movimiento), los 2 GDL y los movimientos de flexión – extensión y aducción – abducción.
- Se caracterizan por ser versátiles y funcionar de forma que el usuario esté sentado o acostado.
- Los dispositivos se enfocan en que su uso sea realizado en centros de rehabilitación o en hospitales, o que puedan ser compactos para ser usados en casa.
- Los productos comerciales se caracterizan los diseños integrales, intuitivos y amigables con el usuario.

Las referencias a los productos comerciales se encuentran al final del estado de la técnica, en la sección bibliografía.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Sin, S. Kim, y K. Cho, "Development of Passive Upper Limb Weight - Bearing Orthosis to Enhance Voluntary Shoulder Rotation for Activities of Daily Living," 2015 IEEE Int. Conf. Adv. Intell. Mechatronics, pp. 427–431, 2015.
- [2] S. Gattupalli, A. Lioulemes, S. N. Gieser, y P. Sassaman, "MAGNI: A Real-Time Robot-Aided Game-Based Tele- Rehabilitation System," 2011.
- [3] N. Ogourtsova, Tatiana. McDermott, Annabel. Korner-Bitensky, "Robotics - Stroke Engine," Canadian Partnership for Stroke Recovery, 2013. [Online]. Disponible: <https://www.strokeengine.ca/en/intervention/robotics-introduction/> (Consultado: 02-Dic-2019).
- [4] M. Babaiasl, A. Ghanbari, S. Mohhamad, y R. Noorani, "Mechanical Design , Simulation and Nonlinear Control of a New Exoskeleton Robot for Use in Upper-Limb Rehabilitation after Stroke," 2013 20th Iran. Conf. Biomed. Eng., no. Icbme, pp. 5–10, 2013.
- [5] C. Rodriguez-de-pablo, S. Balasubramanian, A. Savi, y T. D. Tomi, "Validating ArmAssist Assessment as outcome measure in upper-limb post-stroke telerehabilitation," pp. 4623–4626, 2015.
- [6] PRIM Physio, "Productos enfocados en el tratamiento," 2019. [Online]. Disponible: <https://www.primphysio.es/tratamiento2/>. [Consultado: 03-Dic-2019].
- [7] Vitia Healthy Esperience, "Prevención y Rehabilitación Neurológica: Familia MediTouch, rehabilitador de brazo", 2017. [Online]. Disponible: <http://www.vitia.es/producto/meditouch/rehabilitador-de-brazo/>. [Consultado: 04-Dic-2019].
- [8] Asister, "Ejercitador Portátil GRAHAM. Equipo para miembros superior. Combina diferentes ejercicios estándar de rehabilitación. Ref. ORT-F.26," 2019. [Online]. Disponible: <https://www.asister.es/es/tienda/ejercitador-portatil-graham/>. [Consultado: 12-Dic-2019].
- [9] Ortoweb Medical SL, "Módulo M.EXT/1 con rueda de hombro, escalera y escalerilla de dedos," 2018. [Online]. Disponible: <https://www.ortoweb.com/modulo-m-ext-1-con-rueda-de-hombro-escalera-y-escalerilla-de-dedos>. [Consultado: 06-Dic-2019].

EL COMPLEJO ARTICULAR DEL HOMBRO EN FUNCIÓN DE LAS AVD

El complejo articular del hombro es conocido por ser del tipo de diartrosis o articulaciones móviles [1], se caracteriza por ser una articulación incongruente (suspendida) y se considera la articulación más móvil del cuerpo [2]. Comprende cuatro articulaciones:

1. Esterno-clavicular.
2. Acromio-clavicular.
3. Escapulo-torácica.
4. Escapulo-humeral.

Para realizar el análisis del complejo articular del hombro, se tomó este complejo como un elemento biomecánico, donde se analiza sus rangos en términos de ángulos relacionados a las AVD de autocuidado como lavarse las axilas, comer, alcanzar el perineo y cepillarse el cabello. [1] [2] [3] [4] [5]. Para ilustrar mejor el análisis se realiza el cruce de información en la tabla 2:

MOV	PLANO	EJES	RANGO DE MOVIMIENTO	ACTIVIDAD	RANGO SEGÚN LA ACTIVIDAD	MOVIMIENTOS TERAPÉUTICOS
Flexión	Sagital	Frontal y transversal	0°-167°. Útil: 15° - 120°	Lavar la axila	52°-14°	Flexión de hombro De 45°-90° / auto-resistencia.
				Comer	52°-8°	
Extensión	Sagital	Frontal y transversal	0°-50°. Útil: 40°-45°	Alcanzar el perineo	38°-10°.	Movimiento Pendular.
Abducción	Frontal	Sagital y transversal	0°-180°. Útil: 60°	Lavar la axila	104°-12°	Posición de cubito supino: Abducción 0.30° - 60°. auto-resistencia.
				Comer	87°-29°	
				Alcanzar el perineo	86°-13°	
				Cepillar el cabello	54°-27° / Abducción de 112°-10°.	Movimiento pendular.
Aducción	Frontal	Sagital y transversal	Hasta 45°. Útil: 30°	Cepillar el cabello	30° - 80°	Rotación del hombro. Posición decúbito supino: Rotación interna y externa 0 - 30°.
Rotación interna / externa	Transversal	Sagital y frontal	Externa: hasta 80° Útil: 30° Interno: 0°-110°. Útil: 80°.	Comer		
				Alcanzar el Perineo		
Circundicción	Transversal	Sagital y frontal	Conjugación de los movimientos			

Tabla 2. Los movimientos anatómicos, rango de movimiento en función de las AVD de autocuidado. Fuente: Autor.

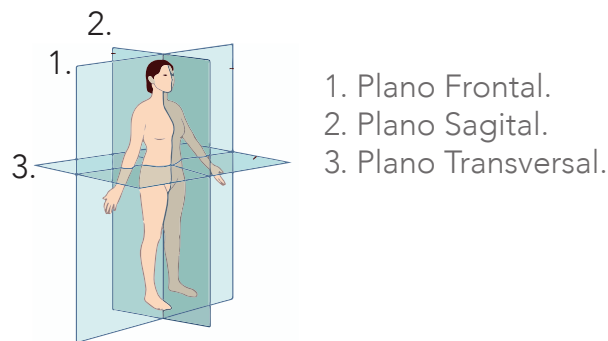
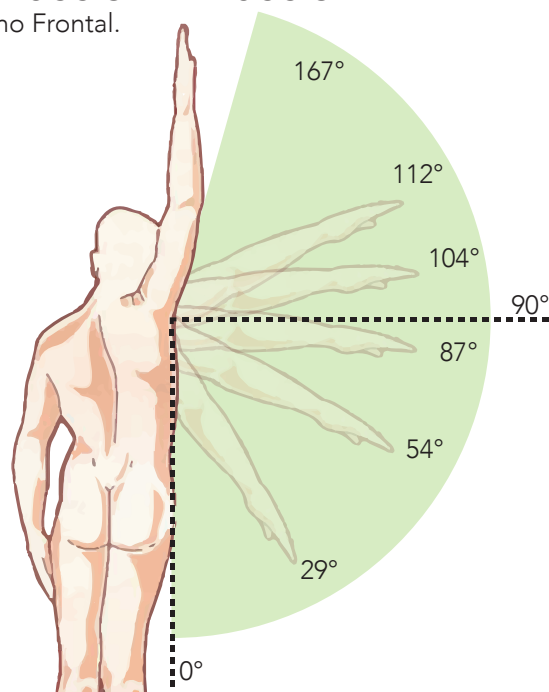


Ilustración 9. Ilustración de los planos anatómicos.
Fuente: Autor.

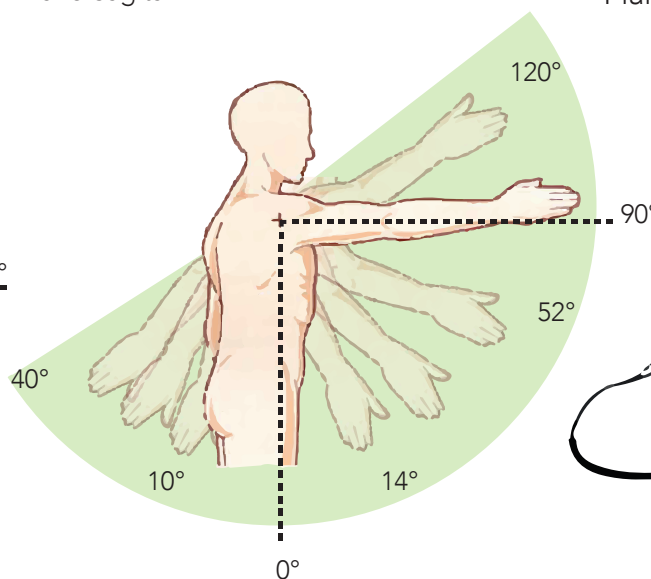
Para el análisis de la matriz anterior, se tomaron cada uno de los movimientos del complejo articular del hombro, el plano anatómico en el cual se desempeñaban los movimientos y los rangos tanto útiles (los más usados en la vida cotidiana) como los usados para las AVD relacionadas con el autocuidado (en la bibliografía consultada se referencian las actividades de lavarse la axila, alcanzar el perineo, cuidado del cabello y comer) para realizar esta serie de ilustraciones en las cuales se convergen los criterios antes vistos para sintetizar la información.

Como conclusión, las siguientes ilustraciones explican los rangos expresados en grados, y el movimiento de la articulación según el plano anatómico.

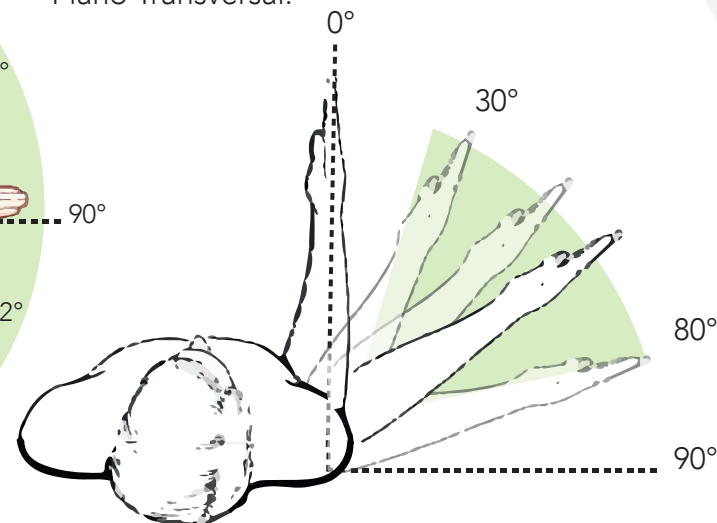
ABDUCCIÓN Y ADUCCIÓN Plano Frontal.



FLEXO - EXTENSIÓN Plano Sagital.



ROTACIÓN INTERNA - EXTERNA Plano Transversal.



Rango de Movimiento según las AVD y los rangos útiles.

Ilustración 10. Diagramas de los rangos de movimiento en función de las AVD según los movimientos anatómicos del complejo articular del hombro. Fuente: Autor.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Dufour y M. Pillu, Biomecánica Funcional. Cabeza, Tronco y Extremidades., Masson. Madrid, España, 2006.
- [2] N. Suárez-Sanabria y A. M. Osorio-Patiño, "Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman," Rev. CES Med., vol. 27, no. 2, pp. 205–218, 2013.
- [3] A. Bernal, D. Fuquen, y E. Valenzuela, "Caracterización del desempeño en actividades de la vida diaria en adultos con lesión de miembro superior," Universidad Nacional de Colombia, 2013.
- [4] C. H. Taboadela, Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales., 1a ed. Buenos Aires.: Asociart Art., 2007.
- [5] L. A. Kisner, C. y Colby, Ejercicio terapéutico: fundamentos y técnicas., Primera Ed. Barcelona, España: Sagrafic, 2010.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA

En la siguiente serie de matrices de análisis se establece un cruce de la información obtenida en el estado del arte, el trabajo de campo, el estado de la técnica y el análisis del complejo articular del hombro en función de las AVD.

Los temas a desarrollar son los puntos de convergencia entre:

- Funcional-técnico.
- La tele-medicina.
- El componente social.

El objetivo de este análisis de información recolectada es generar una serie de conclusiones las cuales justifiquen y construyan las cualidades y el desempeño del producto. Esto se realiza a partir de las conclusiones generales de las investigaciones antes vistas con respecto a conceptos en común, después se realizan las conclusiones de los conceptos para posteriormente traducir estas conclusiones a requerimientos de diseño para el sistema.

Matriz de análisis Funcional-Técnico.

La siguiente matriz de análisis se realizó bajo la revisión Funcional - Técnico, evaluando las temáticas obtenidas en las observaciones de la investigación, el concepto en cual convergen las observaciones y las conclusiones a esas convergencias. Entre los conceptos tratados se encuentra la realización del ejercicio terapéutico, el agarre, la asistencia o el seguimiento y el equipo especializado usado en la rehabilitación física.

Investigación	Observaciones	Concepto	Conclusión
Estado de la técnica.	Los tres grados de libertad (x, y ,z) eran los más comunes en los dispositivos consultados.	Realización del ejercicio terapéutico (plan de rehabilitación).	- Los tres grados de libertad (x, y, z) son los más usados en los dispositivos actuales de tele-medicina y los grados de libertad necesarios para una rehabilitación física integral. - Movimientos anatómicos de extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa son necesarios tanto para la terapia física como para el desarrollo de las AVD relacionadas con el autocuidado. - Los movimientos se discriminan por medio de un actuador o un mecanismo. - Es necesario dotar al objeto de una guía postural para que el paciente realice los ejercicios terapéuticos y la maquina pueda capturar correctamente la información.
	Los movimientos anatómicos más utilizados por los dispositivos consultados fueron: extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa.		
	Los movimientos se encuentran discriminados.		
	Funcionamiento con los dos tipos de terapia (activa y pasiva)		
Análisis del complejo articular del hombro.	La mayoría de los dispositivos consultados no tenían una guía postural para su uso.	Realización del ejercicio terapéutico (plan de rehabilitación).	- Los tres grados de libertad (x, y, z) son los más usados en los dispositivos actuales de tele-medicina y los grados de libertad necesarios para una rehabilitación física integral. - Movimientos anatómicos de extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa son necesarios tanto para la terapia física como para el desarrollo de las AVD relacionadas con el autocuidado. - Los movimientos se discriminan por medio de un actuador o un mecanismo. - Es necesario dotar al objeto de una guía postural para que el paciente realice los ejercicios terapéuticos y la maquina pueda capturar correctamente la información.
	Para la realización de las AVD relacionadas con el autocuidado, el complejo articular del hombro utiliza todos los movimientos: flexión-extensión, abducción-aducción, rotación interna-externa.		
	Para los movimientos terapéuticos se realizan los movimientos anatómicos, utilizando los grados para:		
	Flexo-extensión entre: 45°-90° Abducción-aducción: 0.30°-60° Rotación: 0-30°		
Estado de la técnica.	Los dispositivos consultados se caracterizaron por tener agarre a mano llena.	Agarre.	-Es necesario disponer un agarre a mano llena, con un perímetro 9.1 cm, de acuerdo al percentil 95 en la población laboral entre los 20-59 años (Avila-Chaurand, Prado-León, & González-Muñoz, 2007, p. 214). -Disponer de sistemas graduables para la sujeción dispositivo-usuario. -Utilizar un agarre a dos manos resulta provechoso en el proceso de rehabilitación, debido a la simetría del movimiento y el equilibrio en el ejercicio terapéutico.
	Los ajustes con el usuario para su agarre se realizan por medio de férulas con correas graduables.		
	El uso del agarre a dos manos es una alternativa provechosa para el paciente, además de brindar facilidades en la optimización del espacio en el dispositivo.		

	Dotación de un sistema de trazabilidad, el cual identifique el movimiento, la fecha y el rango de movimiento.	Asistencia / Seguimiento de la terapia.	-En modalidades como la tele-medicina es importante que los dispositivos dispongan de un sistema de trazabilidad, donde se contenga las primeras evaluaciones, el seguimiento del paciente, los rangos de movimiento, las fechas y los ejercicios realizados. Con el fin de tener una historia clínica detallada del progreso del paciente para realizar la comparación de los datos cualitativos y cuantitativos de forma certera. - La calidad de las historias clínicas deben seguir los estándares expuestos en el art 3 del decreto 1011 de 2006. -Brindar un seguimiento personalizado en la terapia es sumamente importante para realización efectiva de los ejercicios terapéuticos, la percepción del
Estado del arte.	Para la tele-medicina se exige, según la legislación colombiana la calidad y el seguimiento de la historia clínica, deben seguir los estándares de calidad expuestos en el art 3 del decreto 1011 de 2006.		
	En las investigaciones nacionales (colombianas) se expuso la falta de fuentes de información apropiadas para llevar a cabo este tipo de investigaciones ligadas con el acceso al servicio de salud, además de la falta de estudios sobre el proceso completo de atención al paciente.		
Trabajo de Campo.	La historia clínica es caracterizada como un eje fundamental en las terapias físicas, debido a que demuestra la evolución y el progreso del paciente por medio de una comparación de los datos (cuantitativos) y el historial de los ejercicios realizados en la rehabilitación.	Equipamiento especializado.	-Es esencial para la rehabilitación integral contar en los ejercicios con terapia activa y pasiva. -Los centros de rehabilitación física deben disponer de dispositivos los cuales tengan proximidad con el complejo articular del hombro, pueda generar trazabilidad a lo largo del proceso y guíe la terapia con una técnica de ejercicios terapéuticos especializada.
	En la realización de las terapias regulares se observa que no se presenta un seguimiento personalizado ¹ , en consecuencia el paciente realiza de manera errónea el movimiento terapéutico. Esto puede ser más crítico		
	En los espacios asignados para la prestación del servicio de rehabilitación física se observa la ausencia de equipamiento especializado para la terapia activa, es por ello que en la mayoría de los espacios no realizan este tipo de modalidad. Esto trae como consecuencia falencias en la recuperación total del paciente con lesiones osteomusculares de parte de las entidades prestadoras del servicio de salud especializado (rehabilitación física).		
Estado de la técnica.	En los dispositivos comerciales se caracterizan por especializarse en un solo tipo de terapia (pasiva), la mayoría de los dispositivos consultados no manejan la combinación de la activa y la pasiva.		

Matriz de análisis en Tele-medicina.

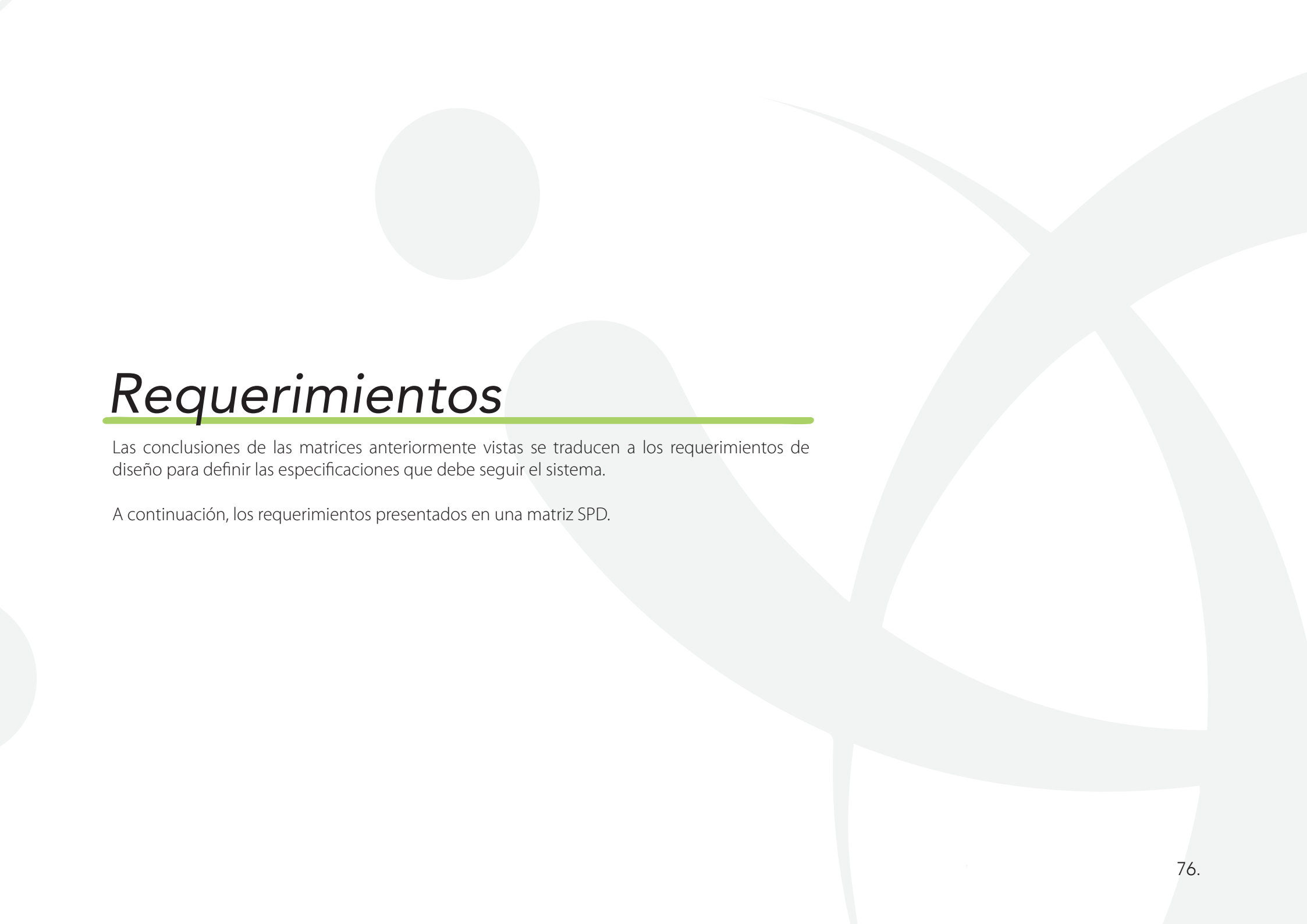
La siguiente matriz de análisis se realizó bajo la revisión de la Tele-medicina, evaluando las temáticas obtenidas en las observaciones de la investigación, el concepto en cual convergen las observaciones y las conclusiones a esas convergencias. Entre los conceptos tratados se encuentra la percepción de la Tele-medicina, y el uso de la modalidad.

Investigación	Observaciones	Concepto	Conclusión
Estado del arte.	Esta herramienta se concluye como provechosa tanto para los pacientes como para los profesionales de la salud, el soporte de estas ayudas intersectoriales como la tele-rehabilitación, brinda una mirada integral a la prestación de los servicios y resuelve, en gran medida, las dificultades (barreras en el acceso) antes vistas.	Percepción de la Tele-medicina.	-La tele-medicina se define como una herramienta que facilita las barreras en el acceso al servicio de salud, entre ellas la más crítica: barreras geo-referenciales. -La tele-medicina, en especial la tele-rehabilitación debe tener un diseño logístico que aproveche los recursos: económicos, financieros y de talento humano aumentando la calidad y la personalización en las terapias. (un solo terapeuta debería atender al menos a cinco pacientes como en la terapia regular).
Trabajo de campo.	La tele-rehabilitación pensada desde el método de conferencias o llamadas vía internet resulta poco provechosa, donde en una terapia regular se atendían a cinco pacientes al mismo tiempo con una sola fisioterapeuta, en la modalidad de tele-medicina era un especialista brindando fisioterapia a un paciente en zona de ladera vía web, no se considera un proceso satisfactorio debido a su poca sostenibilidad financiera y la cantidad de pacientes tratados. Es por ello que es de vital importancia pensar en la modalidad de tele-medicina desde una perspectiva logística, para acaparar más pacientes con poco personal, sin disminuir la calidad y la personalización en la terapia.		
Estado de la técnica.	Entre los dispositivos consultados existe una facilidad en uso y el aumento de las sesiones en las terapias.	Uso de la modalidad.	-Facilidad de uso, un diseño intuitivo y la seguridad del paciente es la tendencia en los dispositivos más recientes. -El acompañamiento de una interfaz para realizar la terapia es provechoso para la autonomía del paciente, sin embargo, este tipo de interface requiere el uso de dispositivos externos (pantallas, computadores, etc.) y un ancho de banda amplio. -Los lugares donde se debe primar el uso de la modalidad se encuentran caracterizadas como zona de difícil acceso, con baja conexión a redes, carentes de prestación del servicio de salud especializado, población con pocos recursos económicos y alejados de las cabeceras.
	La mayoría de los dispositivos utilizan una interfaz, esta contiene diferentes juegos entre los cuales guía al usuario a realizar el movimiento terapéutico.		
	Necesitan un ancho de banda amplio.		
Estado del arte.	Define que este servicio sólo se puede dar en situaciones como limitaciones de oferta o de acceso al servicio regular		
	La Nación y las entidades territoriales promoverán los servicios de Telemedicina para contribuir a la prevención de enfermedades crónicas, capacitación y a la disminución de costos y mejoramiento de la calidad y oportunidad de prestación de servicios como es el caso de las imágenes diagnósticas. Especial interés tendrán los Departamentos de Amazonas, Casanare, Caquetá, Guaviare, Guainía, Vichada y Vaupés.		
	La prestación del servicio de tele-medicina siempre debe estar guiado por personal capacitado.		

Matriz de análisis del Componente Social.

La siguiente matriz de análisis se realizó bajo la revisión del componente social, evaluando las temáticas obtenidas en las observaciones de la investigación, el concepto en cual convergen las observaciones y las conclusiones a esas convergencias. Entre los conceptos tratados se encuentra las barreras en el acceso al servicio de salud especializado, y el impacto que tienen las lesiones osteomusculares en la realización de las AVD.

Investigación	Observaciones	Concepto	Conclusión
Trabajo de campo	La barrera más recurrente entre los actores entrevistados son las barreras geográficas, estas desencadenan problemáticas económicas y administrativas. Los más afectados son los pacientes que viven en zonas rurales.	Barreras de acceso al servicio de salud.	-La barrera de acceso más crítica es la relacionada con aspectos geográficos, desencadena las demás barreras como las económicas, administrativas y culturales.
Estado de la técnica	Entre los dispositivos consultados se encontró que respondían a este tipo de problemáticas, los dispositivos se centran en brindar una terapia en casa con el objetivo de alargar el tiempo de la terapia, las sesiones y la intensidad, mitigando las barreras geografías, administrativas y económicas.		
Estado del arte	Se caracterizan las barreras: geográficas, económicas, administrativas y culturales. Se toman las barreras geo-referenciales como la más crítica y la más difícil de resolver. Debido a la organización actual del sistema de salud (centralizado), las zonas rurales del territorio colombiano se encuentran desconectadas, convirtiéndolas en situación de vulnerabilidad geográfica para la prestación del servicio de salud especializado.		
Trabajo de campo	Las lesiones osteomusculares que comprometen el complejo articular del hombro son los traumas que más afectan el desarrollo, al estar fuertemente ligadas con las actividades de higiene y cuidado personal (AVD ligadas al autocuidado) convierten a este tipo de lesión en una de carácter urgente para su rehabilitación, con el fin de restablecer la autonomía del individuo. La mayoría de los pacientes entrevistados con lesiones osteomusculares en las extremidades superiores decidieron no asistir a terapia o no la terminaron dejando como resultados restricciones en el movimiento, dolores frecuentes, problemas en el agarre y dificultades para cargar peso. Esto trae consigo limitaciones funcionales y una ausencia del manejo de la memoria dolorosa. En conclusión, crea una dificultad latente para el desarrollo de las Actividades de la Vida Diaria. Los pacientes entrevistados manifestaron que las AVD relacionadas con el autocuidado más críticas se encontraban bañarse, vestirse y comer. Entre los factores importantes a detallar eran: la necesidad de disponer más tiempo a una actividad que antes de la lesión era sencilla, el cambio de extremidad para realizar alguna actividad, la necesidad de recibir ayuda de otra persona para vestirse o comer (pérdida de autonomía), y el constante dolor en la articulación afectada.	Impacto en las AVD	-Las lesiones relacionadas con el complejo articular del hombro son los traumas que más afectan el desarrollo de las AVD relacionadas con el autocuidado. -Las lesiones osteomusculares no tratadas resultan en restricciones en el movimiento, dolores frecuentes, problemas en el agarre y dificultades en la carga de peso. -La rehabilitación se debe ser pensada desde las necesidades de los pacientes y las características de su población.
Estado del arte	La rehabilitación es un proceso que va más allá de lo funcional, debe considerarse el paciente y la familia hacen parte del proceso y por lo tanto se debe pensar en todos los agentes implicados.		



Requerimientos

Las conclusiones de las matrices anteriormente vistas se traducen a los requerimientos de diseño para definir las especificaciones que debe seguir el sistema.

A continuación, los requerimientos presentados en una matriz SPD.

SPD - REQUERIMIENTOS

TIPO	REQUERIMIENTO	NECESIDAD	MEDIDA	VALOR
Funcional - Técnico	Realización de los Ejercicios terapéuticos	Desplazamiento en los tres grados de libertad (x, y, z).	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos	Mecanismos de independencia por eje.
		Realización de los movimientos anatómicos: Extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos.	Sistemas de transmisión, teniendo en cuenta los grados de libertad y rango de movimiento.
		Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Distanciamiento del dispositivo. (mm)	Topes* graduables como elementos de seguridad y para ubicación de paciente.
	Agarre universal	Agarre a mano llena.	cm. (Percentil 95)	Perímetro 9.1 cm **
		Sistemas graduables para la sujeción dispositivo – paciente.	cm. (Percentil 5 al 95)	Perímetro de la muñeca: 15.3 - 17.9 Perímetro brazo: 23.4 - 34.1 Perímetro antebrazo: 20.9- 29.8 Largura lateral del brazo: 65.1 - 82.83 **
		Postura Neutra	Posición neutra extremidad superior.	Espalda recta y cuello alineado con la columna. (posición neutra).

SPD - REQUERIMIENTOS

TIPO	REQUERIMIENTO	NECESIDAD	MEDIDA	VALOR
Funcional - Técnico	Especialización del dispositivo para la terapia	Modalidad de terapia pasiva.	Rango de movimiento y GDL.	Realización de los movimientos anatómicos y los 3 GDL.
		Modalidad de terapia activa.	Resistencia en Newton.	0-10. Con Escala de dos en dos.
	Asistencia / Seguimiento de la terapia.	Dotación de un sistema de trazabilidad. (seguimiento personalizado).	Identificación del movimiento, la fecha y el rango de movimiento.	Base de datos: historia clínica del paciente. Para el especialista: rangos alcanzados, movimientos realizados, repeticiones, fechas de los ejercicios. Paciente: grafica del progreso donde se encuentre los rangos alcanzados versus el tiempo de rehabilitación.
	Logística de tele-medicina.	Aprovechamiento de los recursos a nivel financiero, económico y de talento humano.	Modularidad del sistema.	Min: 1. Máx.: 5.
	Desempeño del material	Seguridad del paciente.	Materiales inocuo.	Materiales inocuo. Polipropileno, Poliestireno, polietileno, PLA, PHB, Nylon 6, Tenite.
			Acabado.	Liso.
			Paleta de colores.	Blanco, azul, gris.
		Resistencia a climas extremos.	Temperatura.	Temperatura Min:4.4° Máx: 45° ***
		Consumo bajo de transferencia de datos.	Ancho de banda (megas).	1-5 Megas.

*Tope: objeto o instrumento o que sirve para impedir que con su acción o movimiento se pase de un punto determinado.

**Avila-Chaurand et al., 2007, pp. 209–215).(Avila-Chaurand et al., 2007, pp. 209–215

***IDEAM, 2015

CAPÍTULO III



El capítulo contiene el proceso de diseño, el desarrollo del dispositivo y el funcionamiento.

CONCEPTOS FUNCIONALES APLICADOS

En los productos tanto académicos como comerciales consultados se revisaron diferentes conceptos funcionales, para ellos se realizó un barrido de cuáles eran estos conceptos y cómo se ejecutaron en los productos.

- **Imitación del movimiento de la extremidad superior:** se realiza por medio de mecanismo que simulan los movimientos del complejo articular del hombro como la flexo-extensión, aducción-abducción, y la rotación interna y externa.

Los mecanismos que permiten estos movimientos son cuatro barras, biela-manivela-corredora, juntas como las revolutas, prismáticas, o cardanes.

- **Independencia de los movimientos del complejo articular:** los objetos consultados realizaban los movimientos anatómicos por medio de una discriminación, esto lo ejecutaban a través de bloqueos, juntas, motores o elementos que permitían hacer los movimientos anatómicos, pero de manera independiente (sin conjugarlos).

- **Versatilidad:** uso de elementos sencillos, familiares, diseños ajustables y desarmables.

- **Intuitivo:** denotación de los agarres y guías postulares para indicar al paciente el movimiento que debe tener durante el ejercicio terapéutico, los elementos a accionar y la postura. El uso de formas geométricas básicas con redondeos en las esquinas o elementos sin carcazas eran muy comunes para que el paciente tuviese una idea del funcionamiento del dispositivo.

- **Simetría del movimiento:** agarre a dos manos, por medio de apoyo, y una guía de movimiento por carriles para indicar al usuario la extensión de los movimientos.

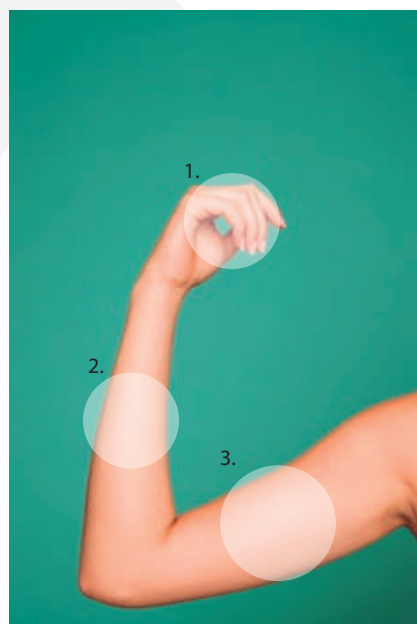
POSICIÓN PARA EL TRATAMIENTO DEL PACIENTE

La posición recomendada para los movimientos del complejo articular del hombro es el cuello y la columna en posición neutra, varios autores argumentan que una cifosis dorsal suele tener como consecuencia una serie de limitaciones en los movimientos de la cintura escapular al producir choques prematuros de la cabeza del humero con el arco coracoacromial [1] [2].

El objetivo de mantener una postura neutral en la cabeza y en la columna durante el movimiento o las actividades funcionales relacionadas con complejo articular del hombro es producir mejoras en la estática y dinámica de la cintura escapular, especialmente en las actividades o ejercicios terapéuticos [1] [2].

Es por ello que la mejor posición para la realización de los ejercicios terapéuticos se debe hacer bajo una guía postural: con el cuello y la columna en posición neutra, esto permite una facilidad natural para hacer los movimientos en caso de una lesión en el complejo articular del hombro y una posición cero para realizar el seguimiento adecuado (en cuestión de ángulos y alcances) de la terapia bajo la modalidad de tele-medicina.

SUJECCIÓN DE LA EXTREMIDAD



Para la sujeción de la extremidad superior y las posibles alternativas se tomaron los siguientes criterios para los puntos de apoyo: alejado de las articulaciones, cómodo y evitar la sudoración excesiva del paciente.

1. Agarre a mano llena.
2. Agarre de brazo.
3. Agarre de antebrazo.

Ilustración 11. Alternativas para la sujeción del paciente. Fuente: Autor.

METODOLOGÍA NORTON PARA EL DISEÑO

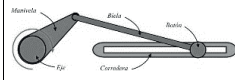
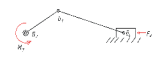
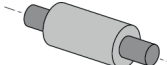
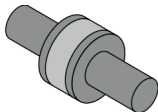
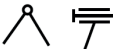
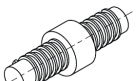
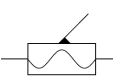


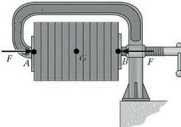
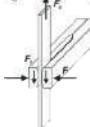
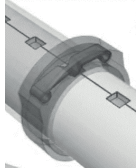
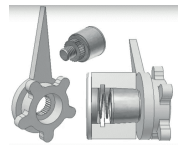
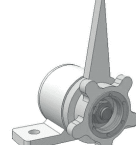
La propuesta metodológica de Norton se basa en el diseño de máquinas, en la cual prima la identificación de la necesidad, las especificaciones de desempeño y la búsqueda de un mecanismo que supla estas especificaciones (expuestas en GDL, Rangos de Movimiento, alcances, movimiento del mecanismo, entre otras) como eje central para la configuración del diseño.[3, p. 8]

Ilustración 12. Esquema de la Metodología Norton. Fuente: Autor.

Investigación de Mecanismos

En la siguiente tabla se investigan los diferentes tipos de mecanismos, especificando los movimientos, los GDL y su esquema, además de las posibles aplicaciones en el desarrollo del sistema para la rehabilitación del complejo articular del hombro. [3, pp. 27–67]

N°	TIPO DE MECANISMO	MECANISMO	MOV GENERADO	GDL	DIBUJO	ESQUEMA / DETALLE	APLICACIÓN
1	Barras articuladas.	Manivela-biela-corredera	Rotación (360°) y desplazamiento (depende de las proporciones).	2 GDL			Movimiento para el ejercicio terapéutico.
2	Barras articuladas	Cuatro barras	-Manivela-balancín: mov. Rotatorios (360° / aprox. 50°-125°) -Doble manivela: rotación completa (360° / 360°) -Doble balancín. (aprox 65°-25° / aprox. 55° - 125°) -Paralelogramo (180°-135° / 360°).	Según la clase (Grashof)			Movimiento para el ejercicio terapéutico.
3	Par cinemático	Rotula con pasador	Rotaciones (limitado Dependiendo del pasador), bloqueo y desplazamientos.	GDL 2 / condiciones del enlace 4			Mecanismo para limitación de los rangos de movimiento.
4	Par cinemático	Esférica o rotula	Rotaciones (180° / 360°), desplazamientos.	GDL 3 / condiciones del enlace 3			Mecanismo para rotaciones (ROM)
5	Par cinemático	Plana	Desplazamientos y rotaciones en superficies (360°).	GDL 3 / condiciones del enlace 3			Mecanismo para desplazamientos(ROM)
6	Par cinemático	Cilíndrica	Rotaciones (360°) y desplazamientos.	GDL 2 / condiciones del enlace 4			Mecanismo para desplazamientos(ROM)
7	Par cinemático	Deslizador	Desplazamientos en X o en Y.	GDL 1 / condiciones del enlace 5			Mecanismos usados para posicionar.
8	Par cinemático	Giratoria	Rotaciones (360°).	GDL 1 / condiciones del enlace 5			Mecanismos usados para posicionar.
9	Par cinemático	Helicoidal	Rotaciones (360°).	GDL 1 / condiciones del enlace 5			Mecanismos usados para posicionar.

10	Mecanismo de bloqueo	Pasador	Rotación a 360° y desplazamientos en Y.	GDL 2			Mecanismo de bloqueo: pasador.
11	Mecanismo de sujeción	Sujeción por fricción	Restricción de movimiento.	GDL 1			Mecanismo de bloqueo por sujeción por fricción.
12	Mecanismo de sujeción	Posicionador	Restricción de movimiento.	GDL 1			Mecanismo ajuste por posicionador.
13	Mecanismo de sujeción	Ajuste continuo para posicionamiento angular.	Restricción de movimiento – posición angular.	GDL 1			Mecanismo de bloqueo por ajuste continuo para posición angular.
14	Mecanismo para la restricción de GDL	Conexión esférica de ángulo de giro	Restricción de movimiento.	GDL 3			Mecanismo de bloqueo de GDL por Conexión esférica

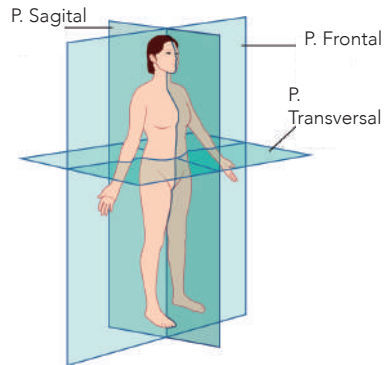
Propuesta conceptual

Para la generación de propuesta conceptuales se partió de las directrices principales de los requerimientos como los planos anatómicos y los movimientos del complejo articular del hombro para empezar el proceso de bocetación, se desarrollaron diferentes propuestas conceptuales partiendo de mecanismos simples, donde se detalla el uso (agarres al paciente), tipo de movimiento del sistema, y posición del paciente dependiendo del ejercicio terapéutico a realizar.

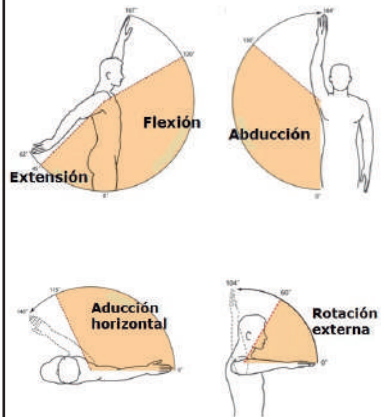
En total se realizaron cinco propuestas conceptuales para hacer los primeros acercamientos al desarrollo del dispositivo de tele-rehabilitación. El siguiente paso fue la evaluación de estas propuestas por medio de una matriz, en ella se retomaron los requerimientos como los criterios a evaluar.

REQUERIMIENTOS

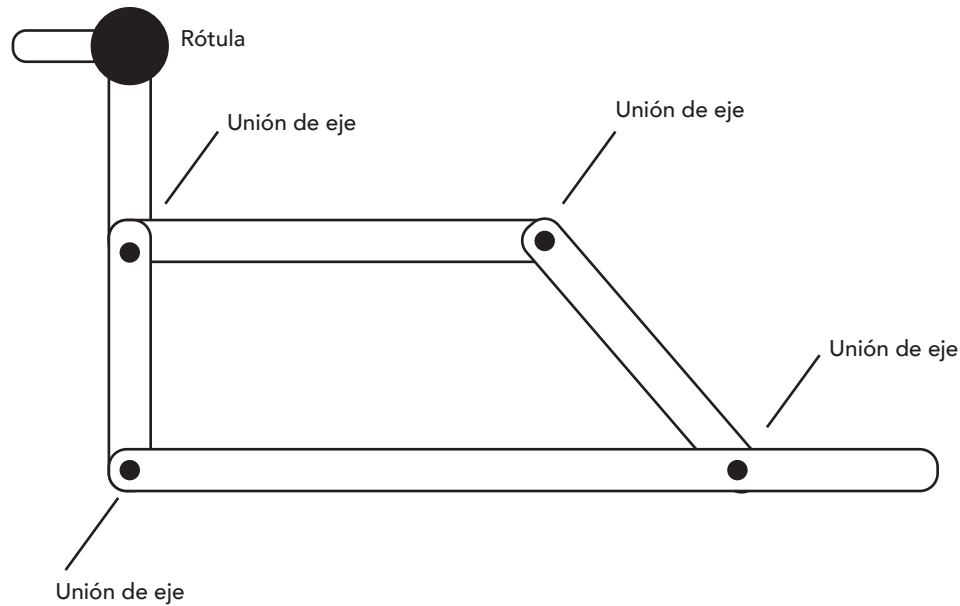
Movimientos en los planos anatómicos.



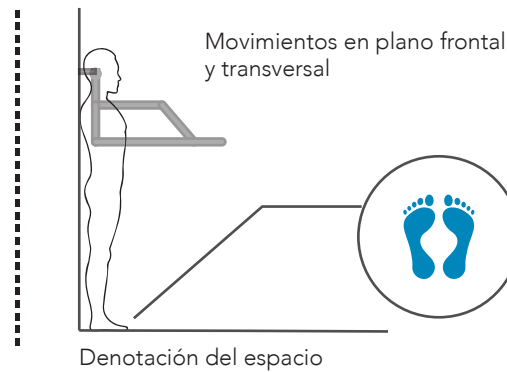
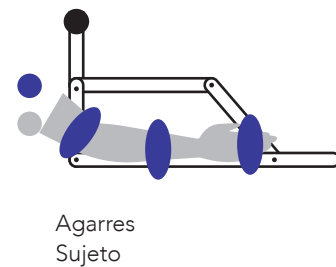
Movimientos del complejo articular del hombro.



PROPUESTA #1a MECANISMO DE CUATRO BARRRAS - A PARED



En uso



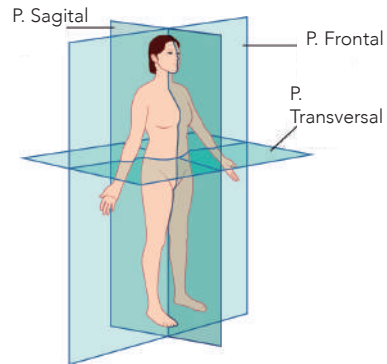
Posicionamiento



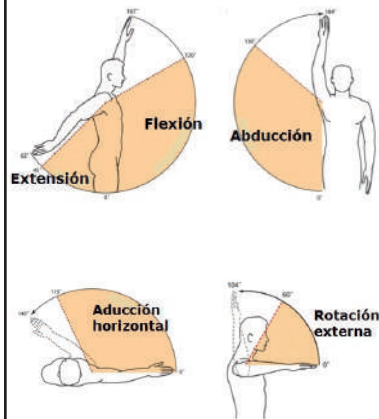
Movimientos en plano frontal.

REQUERIMIENTOS

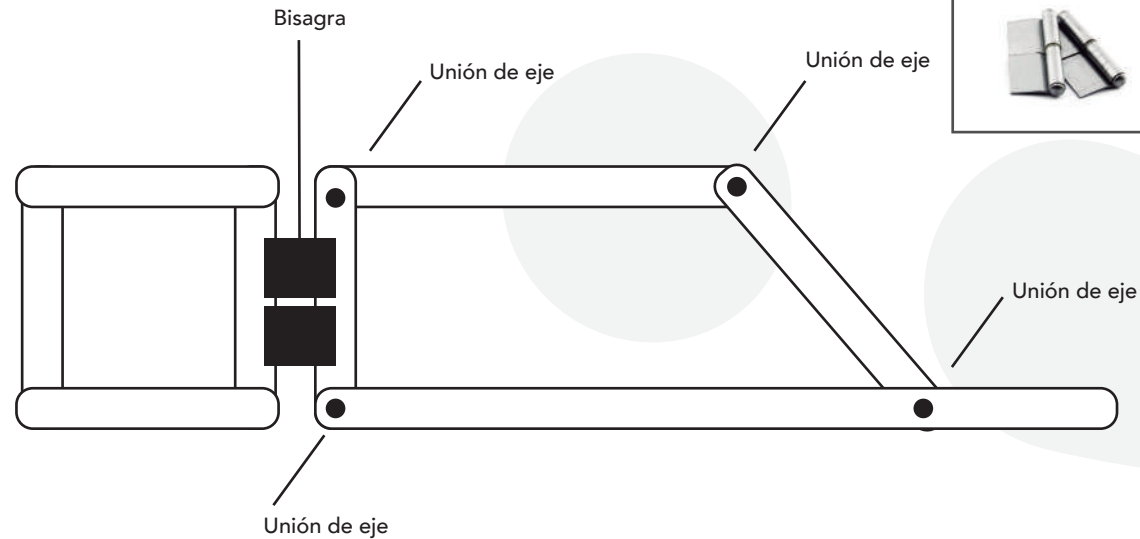
Movimientos en los planos anatómicos.



Movimientos del complejo articular del hombro.



PROPUESTA #1b MECANISMO DE CUATRO BARRRAS - A PARED



TIPOS DE MECANISMO USADO

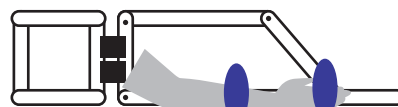


Eje

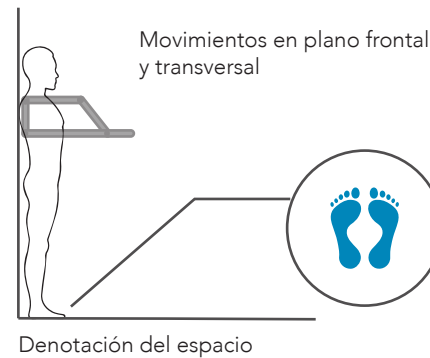


Bisagra

En uso



Agarres
Sujeto



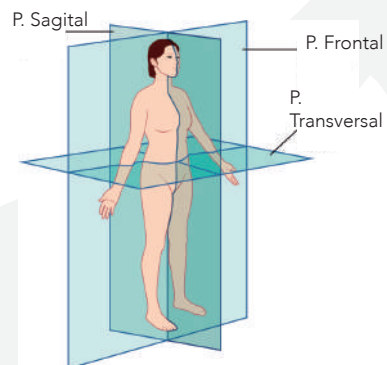
Denotación del espacio



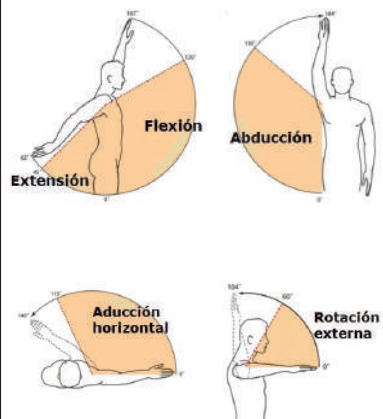
Movimientos en plano frontal.

REQUERIMIENTOS

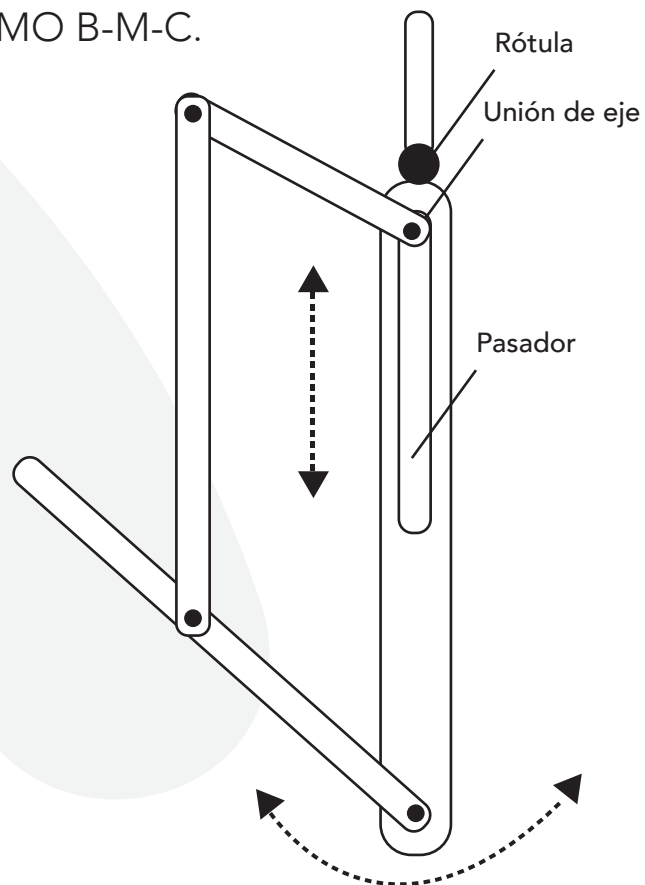
Movimientos en los planos anatómicos.



Movimientos del complejo articular del hombro.



PROPUESTA #2 MECANISMO B-M-C.



TIPOS DE MECANISMO USADO



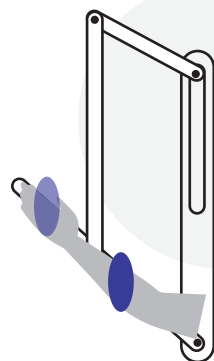
Eje



Rótula con restricciones

En uso

● Agarres
● Sujeto



Movimientos en plano frontal, transversal y sagital.

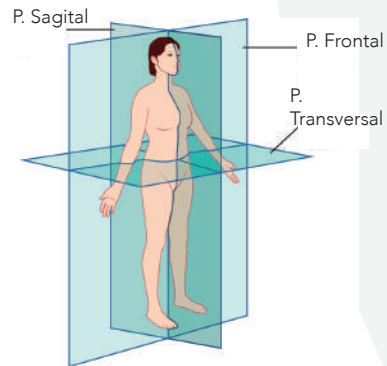


Posicionamiento

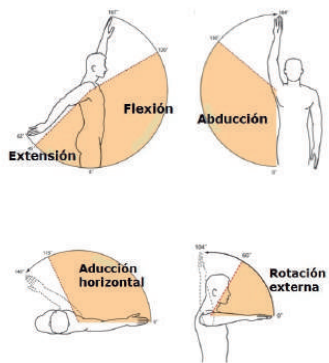


REQUERIMIENTOS

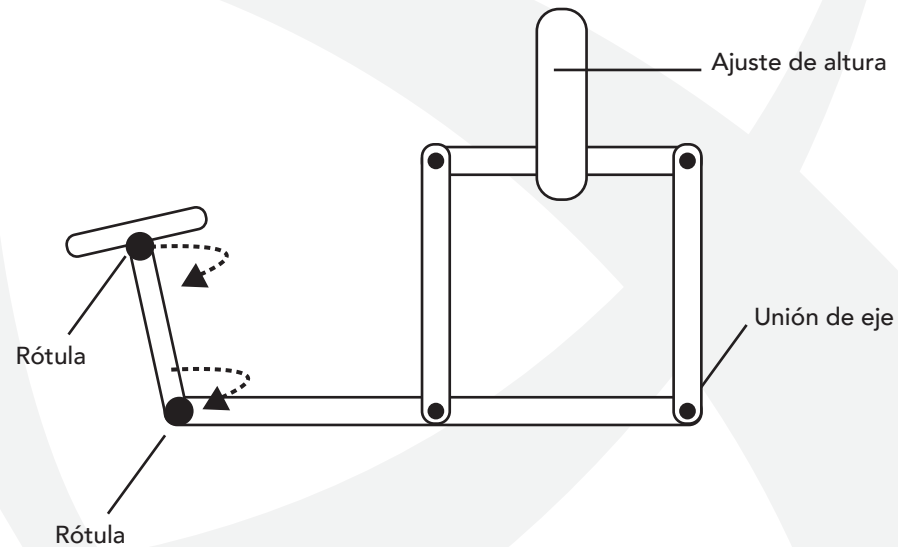
Movimientos en los planos anatómicos.



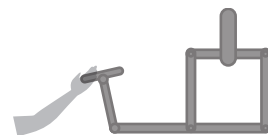
Movimientos del complejo articular del hombro.



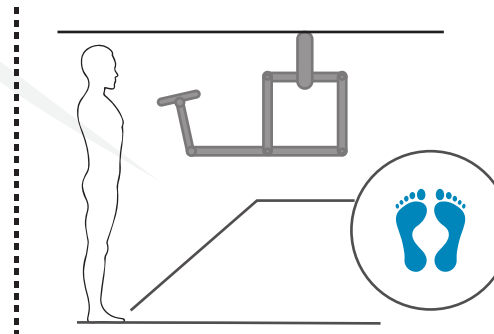
PROPUESTA #3 MECANISMO



En uso



Agarres
Sujeto



TIPOS DE MECANISMO USADO



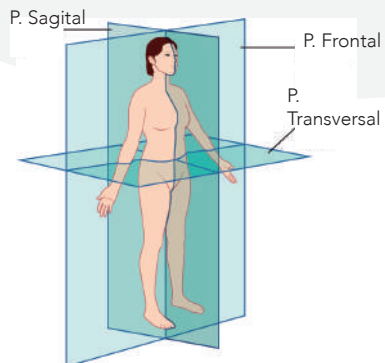
Posicionamiento



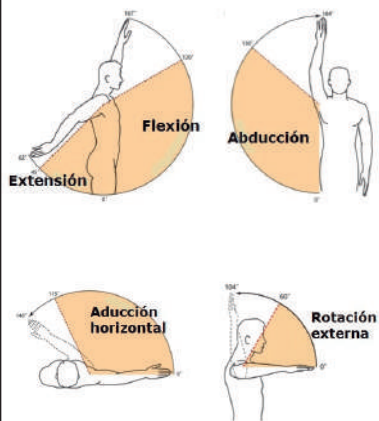
Movimientos en plano frontal,
transversal y sagital.

REQUERIMIENTOS

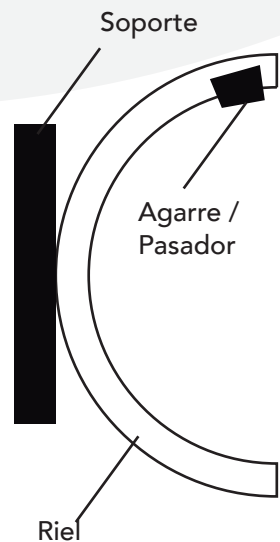
Movimientos en los planos anatómicos.



Movimientos del complejo articular del hombro.

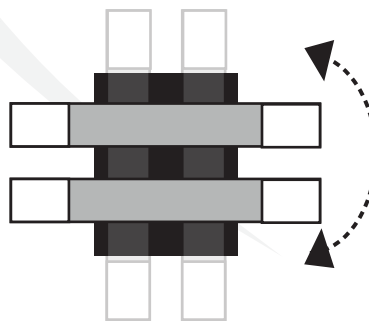


PROPUESTA ALT 3 MECANISMO RIEL.



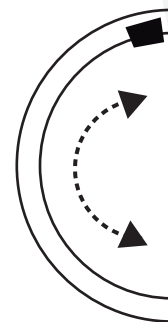
Movimiento

a.

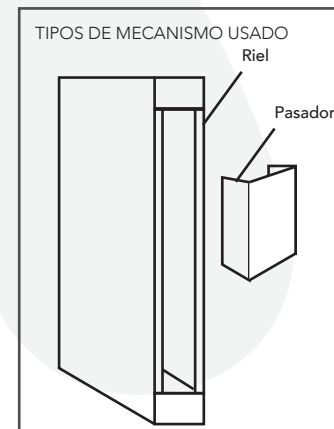


Cambio de orientación
para cambio de plano
de movimiento.

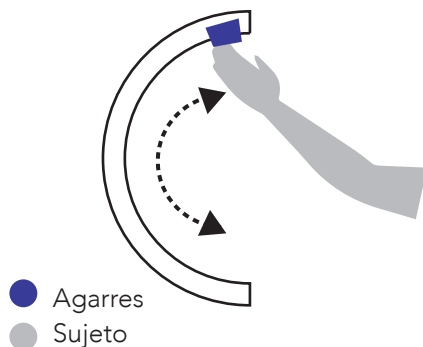
b.



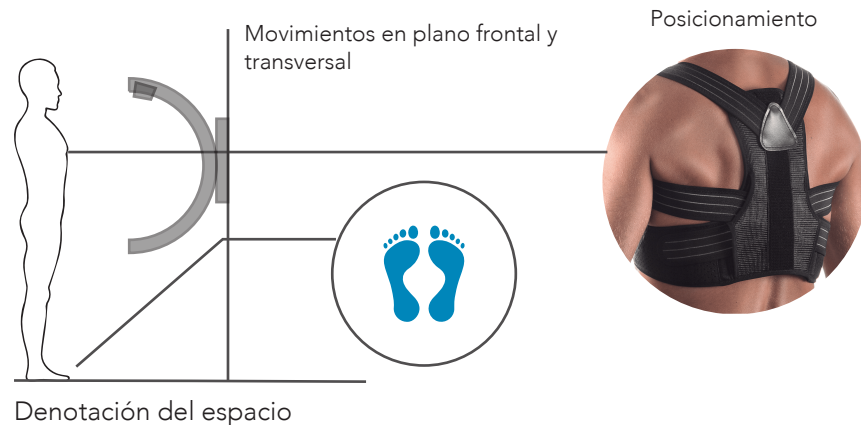
Movimiento
del
Mecanismo



En uso



● Agarres
● Sujeto



Evaluación de las propuestas conceptuales y selección

A partir de la creación de propuestas se realiza una evaluación en función de los requerimientos funcionales, donde la mejor de las propuestas conceptuales sería el eje central para el desarrollo del dispositivo, continuando con la etapa de refinamiento.

REQUERIMIENTOS	MEDIDAS	PROPUESTAS				
		Mecanismo principal				
		1A	1B	2	3	Al 3
Movimiento en todos los planos anatómicos.	Plano frontal.	X	X	X	X	O
	Plano Sagital.	X	X	X	X	X
	Plano Axial.	X	X	X	X	X
Desplazamientos.	X	X	X	X	X	X
	Y	X	X	X	X	X
	z	O	O	O	X	O
Realización de movimientos terapéuticos.	Flexo-extensión	X	X	X	X	X
	Abducción.	X	X	X	X	X
	Aducción.	X	X	X	X	X
	Rotación.	O	O	O	X	O
Guía Postural.	Posición neutral.	X	X	X	O	O
	Agarre de brazo.	X	X	X	O	O
Sistemas graduales para la sujeción paciente – maquina.	Graduable en agarre de brazo.	X	X	X	O	O
Modalidad de terapia pasiva.	R. Mov. (0º - 250º).	O	O	X	X	O
	GDL (3).	O	O	X	X	O
Modalidad de terapia activa.	Resistencia.	O	O	O	O	O
Asistencia y seguimiento de la terapia.	Trazabilidad.	O	O	O	O	O
Higiene del paciente	Sujeción del paciente a la máquina evitando zonas de alta sudoración.	X	X	X	X	X
Seguridad en el uso de la maquina	Mecanismos fieles en sus funciones.	X	X	X	O	X
Tipo de instalación de la maquina	A pared.	X	X	O	O	X
	A techo.	O	O	X	X	O
	Soporte a piso.	O	O	O	O	O

El símbolo de "X" es sí cumple, el "O" es no cumple

Se toma la propuesta 2 como la más acertada según la evaluación de los requerimientos para realizar el refinamiento, como primer aspecto a evaluar es el movimiento del mecanismo y su pertinencia en los alcances (en ángulos) para el ejercicio terapéutico, para ello se retira de la propuesta el pasador y se evalúa el movimiento del mecanismo sin él. Esta evaluación de los movimientos, alcances y proporciones del mecanismo se realiza por medio de inversiones, con el fin de revisar los alcances necesarios para el movimiento de flexo-extensión y abducción-aducción (plano frontal) comprendiendo los ángulos de 0° a 220° (sin embargo para la abducción-aducción horizontal el rango de movimiento se realiza por medio de otro mecanismo como el cardán).

En la siguiente imagen se especifican los movimientos y los ángulos en las medidas de las inversiones.

FUSIÓN DE RANGOS DE MOVIMIENTO ENTRE FLEXO - EXTENSIÓN Y ADUCCIÓN / ABDUCCIÓN

Plano Sagital y Frontal.

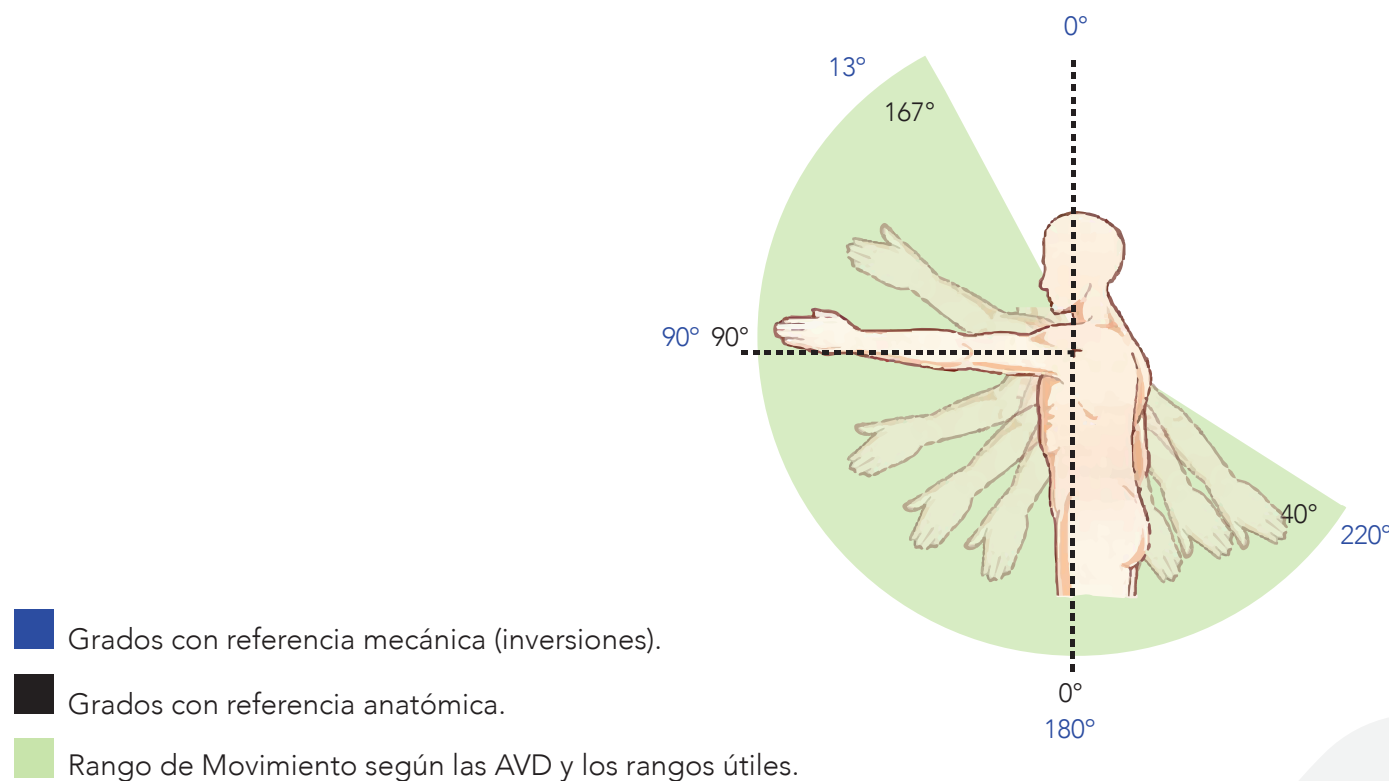
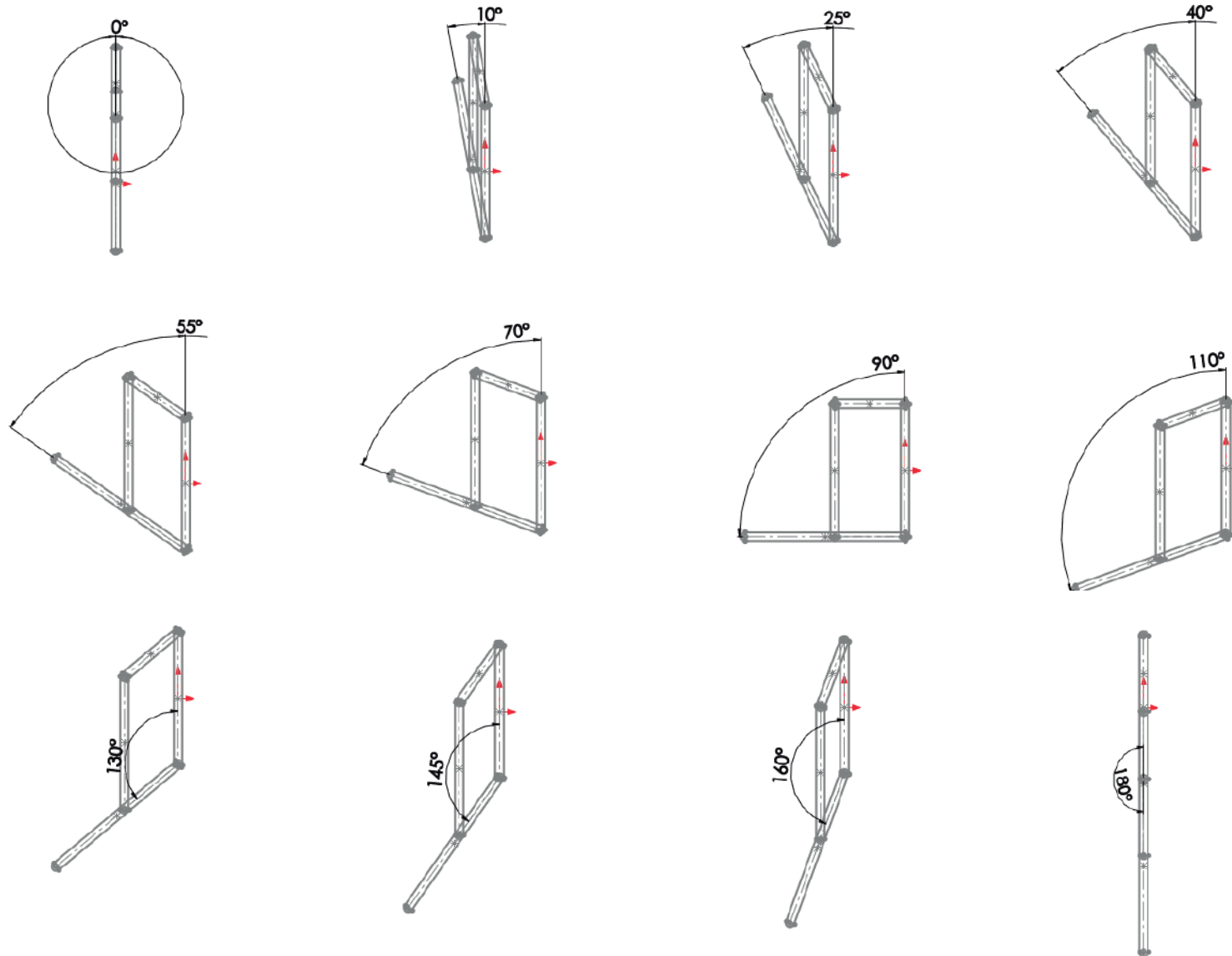


Ilustración 14. Rangos aproximados de alcance según el movimiento de flexo-extensión y abducción para realización de las inversiones. Fuente: Autor.

Análisis de movimiento

Se realizó un primer análisis con las proporciones de la primera maqueta, se obtuvo los siguientes movimientos y alcances en la inversión:



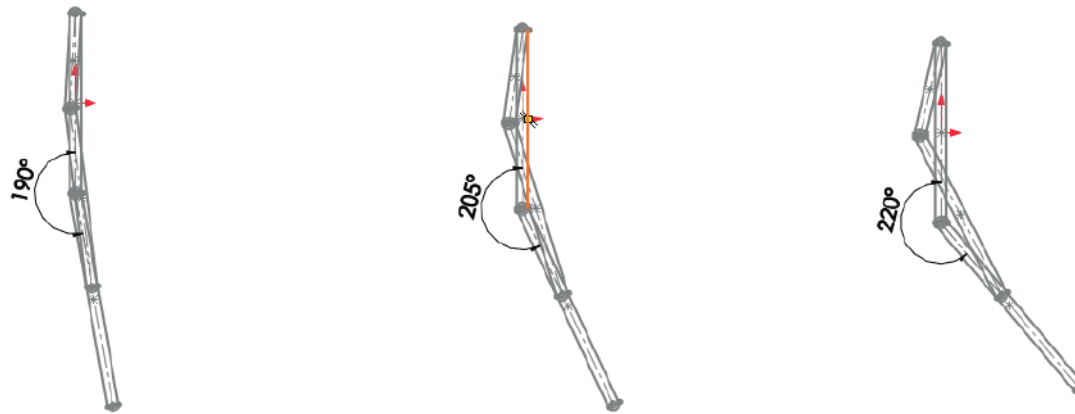
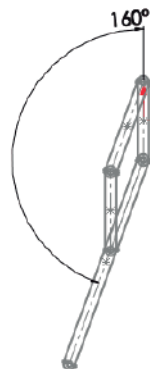
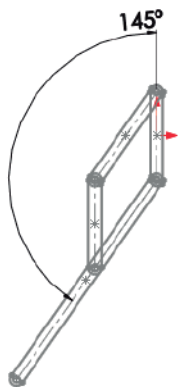
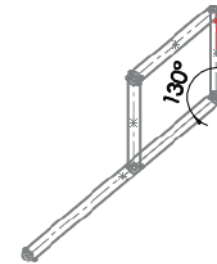
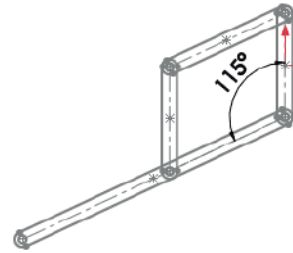
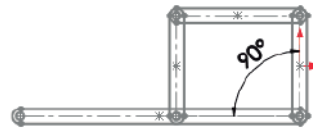
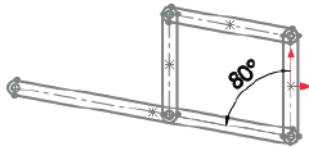
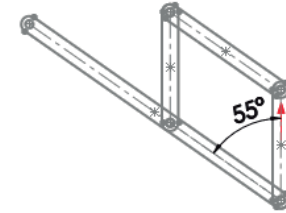
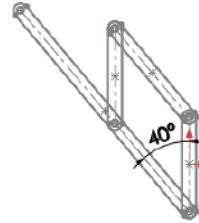
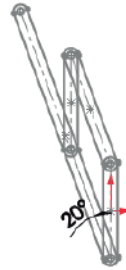
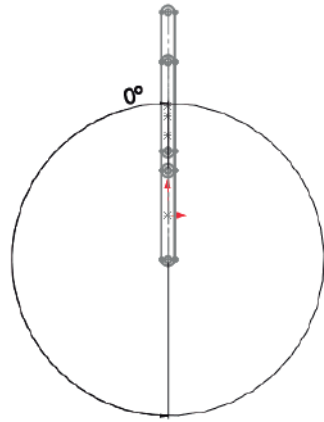


Ilustración 15. Inversiones del Mecanismo. Fuente: Autor.

Como conclusión, el mecanismo alcanza de manera satisfactoria los rangos requeridos para el ejercicio terapéutico y no presenta bloqueos en el rango estudiado. Sin embargo, debido a las longitudes tan extensas de las barras que conforman el paralelogramo se requiere hacer una disminución de las barras laterales y se comprueba que el movimiento se realice bajo los mismos rangos, para ellos se realiza otra inversión con proporciones más pequeñas.



INVERSIONES (Modificado)



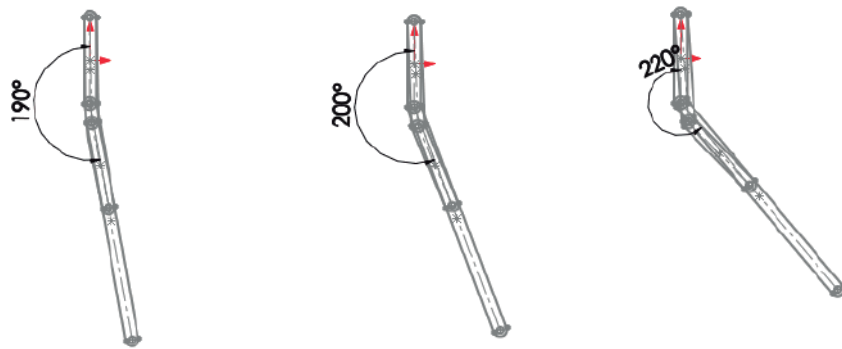


Ilustración 15. Inversiones del Mecanismo. Fuente: Autor.

Como conclusión las barras laterales y su modificación de tamaño no afectó el rendimiento del mecanismo al no presentarse bloqueos en el movimiento y no verse afectado los ángulos alcanzados. Se toman estas proporciones como el eje para empezar a desarrollar el dispositivo.

Diseño a Detalle

Percentiles para el desarrollo del sistema

Para la definición de medidas se tomó a la clase trabajadora colombiana [4, pp. 196–215]: para el sexo femenino se tomó el percentil 5 y en el sexo masculino se tomaron el percentil 95, con el fin de definir los extremos (mínimos y máximos), las variables necesarias para el ajuste a los diferentes pacientes del sistema en cuestión de altura, ancho de espalda y agarres.

Medida de la población laboral entre los 20- 59 años.	Número indicativo.	Femenino (percentil 5).	Masculino (percentil 95).	Diferencia entre percentiles.
Altura acromial.	9	117.2 cm	147.4 cm	30.2 cm
Altura anterior del brazo.	38	60.9 cm	77.1 cm	16.2 cm
Anchura bicromial .	22	32.0 cm	43.3 cm	11.3 cm
Anchura bideltoidea.	23	37.4 cm	51.2 cm	13.8 cm
Perímetro brazo.	52	23.0 cm	34.1 cm	11.1 cm
Perímetro de mano.	55		9.1 cm	No aplica.

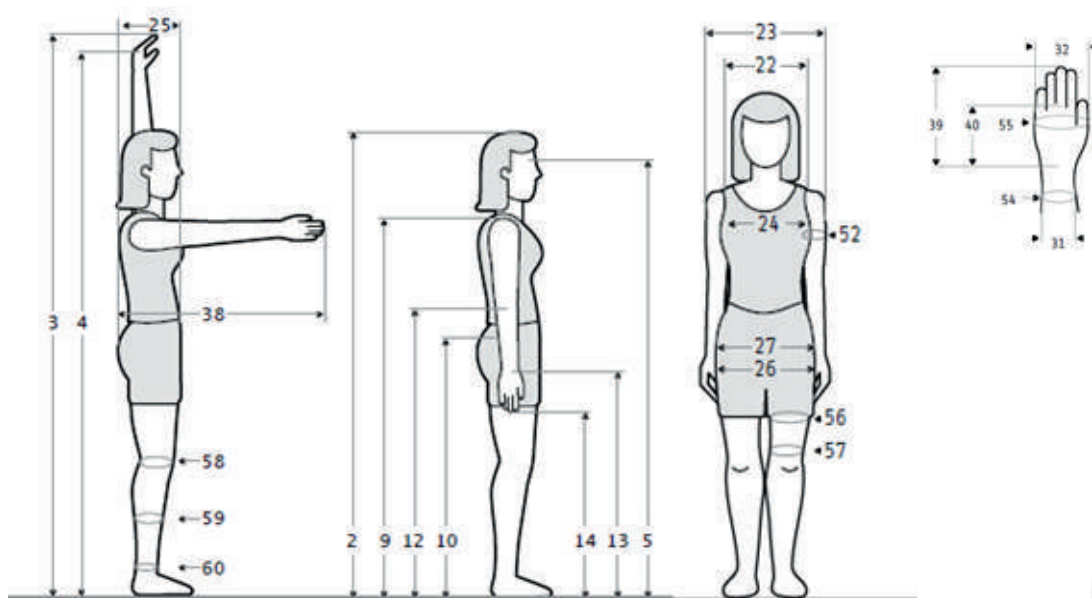


Ilustración 16. Diagramas de Referencia de las medidas. Fuente: R. Avila, L. Prado, E.L. González. [4, pp. 196–215]

Propuesta

Se plantea una propuesta basada en cuatro partes principales del sistema:

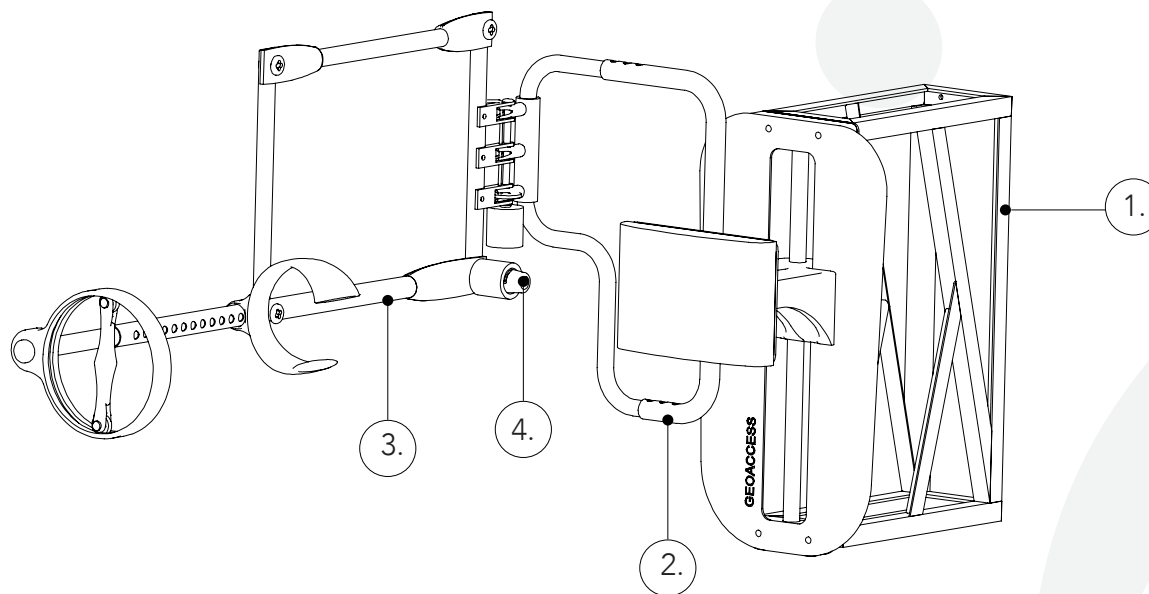


Ilustración 17. Partes principales del sistema. Fuente: Autor.

1. Soporte a pared.
2. Soporte de espalda.
3. Mecanismo de cuatro barras.
4. Acople para el *Sistema y dispositivo de rehabilitación de extremidades y articulaciones*.*

A continuación, se desarrolla la descripción de las partes, su uso, y su función en el sistema para rehabilitación del complejo articular del hombro.

*Número de patente NC2017/0013363, Superintendencia de Industria y Comercio.

1. Soporte a Pared*

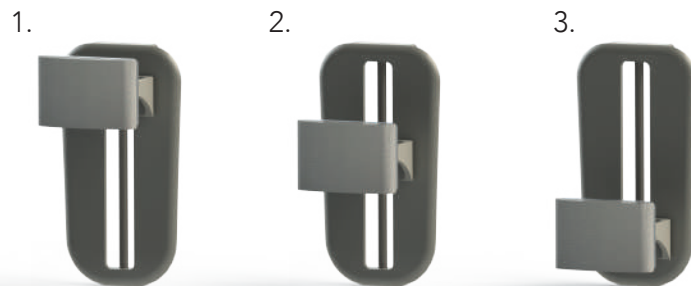
El soporte a pared es la pieza del sistema encargada de soportar y graduar el dispositivo. Su función principal radica en separar el sistema de la pared para el ejercicio de flexo-extensión, además de regular el sistema para las diferentes alturas acromiales de los pacientes.

El dispositivo se plantea para usarse en los centros médicos de las comunidades.

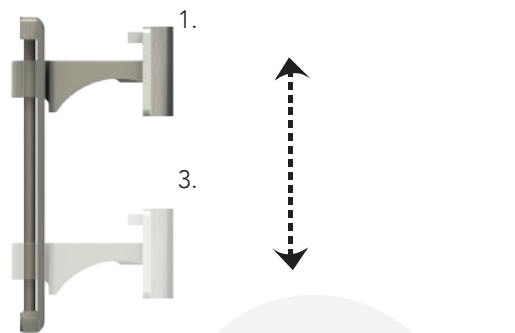
Movimiento para el ajuste de medidas

Ajuste de altura acromial

Ajuste



Movimiento en Vista Lateral



Con paciente

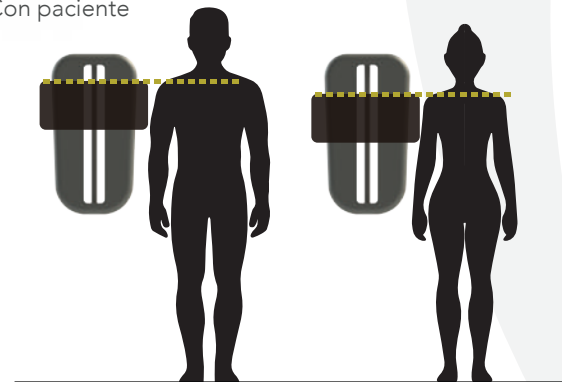


Ilustración 18. Movimiento para el ajuste de medida de altura acromial. Fuente: Autor.

En la imagen se describe los pasos del ajuste, el movimiento del mecanismo y cómo funciona para las diferentes alturas acromiales de los pacientes.

El soporte a pared consta de diferentes piezas las cuales son materializadas con acero inoxidable, y aluminio.

*Para conocer el proceso de diseño de la pieza, remitirse al Anexo 1.1. Soporte a Pared.

2. Soporte a Espalda*

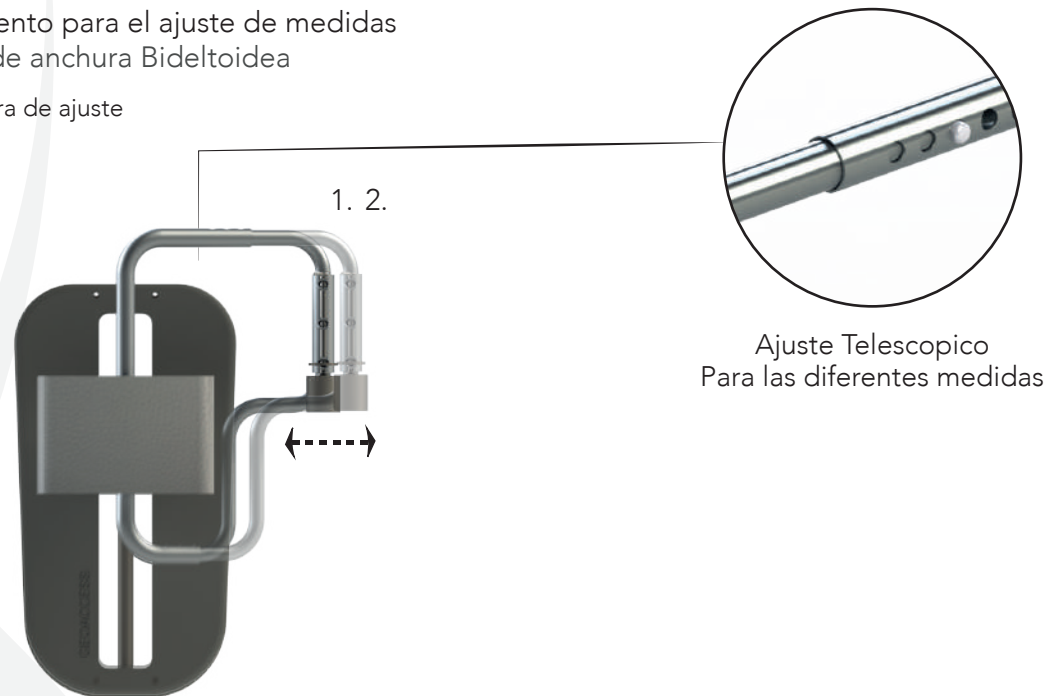
El soporte de espalda es el encargado de denotar al paciente su ubicación en la máquina, ajustarse a la anchura bideltaoidea, realizar el cambio de brazo, y sostener el mecanismo de cuatro barras.

A continuación, el mecanismo denotando su ajuste de medidas para la anchura bideltaoidea y el cambio de sentido:

Movimiento para el ajuste de medidas

Ajuste de anchura Bideltaoidea

Pasos para de ajuste



Ajustable según el paciente

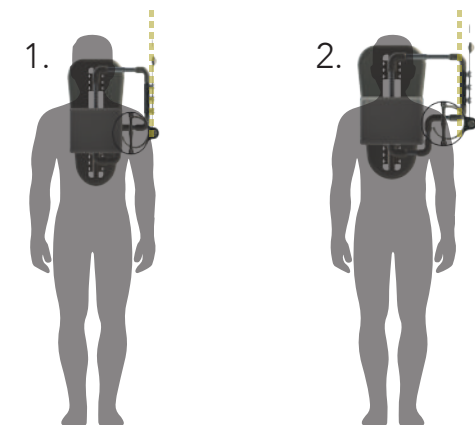


Ilustración 19. Movimiento para ajuste de medidas de anchura bideltaoidea. Fuente: Autor.

En las imágenes se especifican el tipo de mecanismo para realizar el ajuste de dimensiones, el posicionamiento del paciente, los alcances máximos y mínimos del dispositivo.

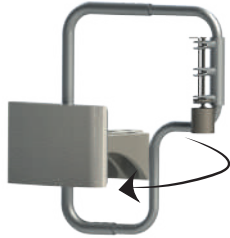
*Para conocer el proceso de diseño de la pieza, remitirse al Anexo 1.2. Soporte de Espalda.

A continuación, el cambio de sentido (de mano derecha a izquierda), con los diferentes pasos:

Movimiento para el cambio de sentido
de mano derecha a mano izquierda

Pasos para el cambio

1.



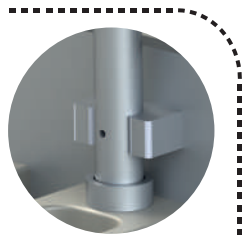
2.



3.



Vista Superior del cambio de mano



Bloqueo
Por medio de
Tornillo mariposa

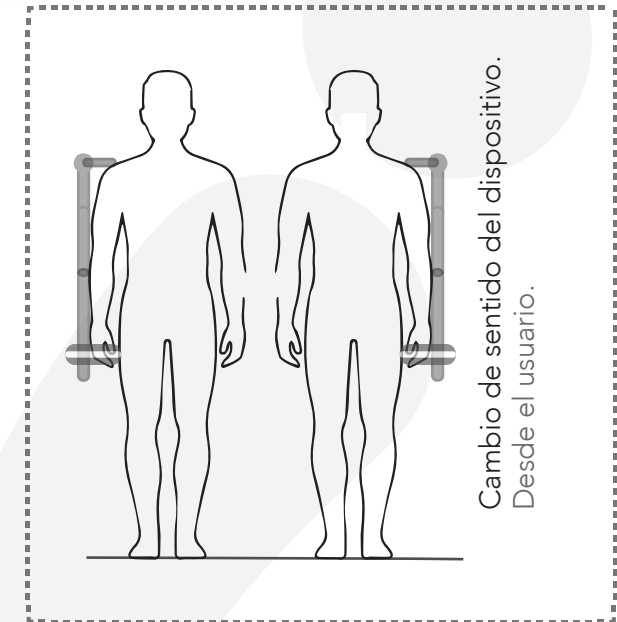
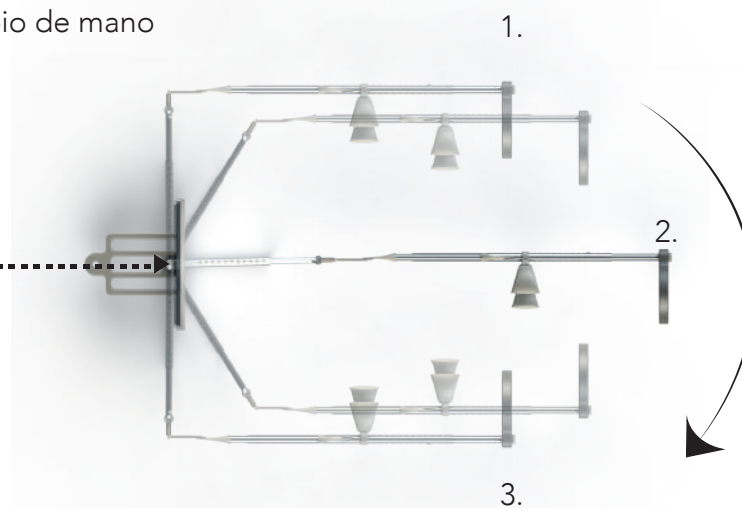


Ilustración 20. Movimiento para el cambio de sentido. Fuente: Autor.

Este cambio de orientación también lo realiza el mecanismo de cuatro barras (en la orientación de los agarres), sin embargo, se detalla en la sección del mecanismo.

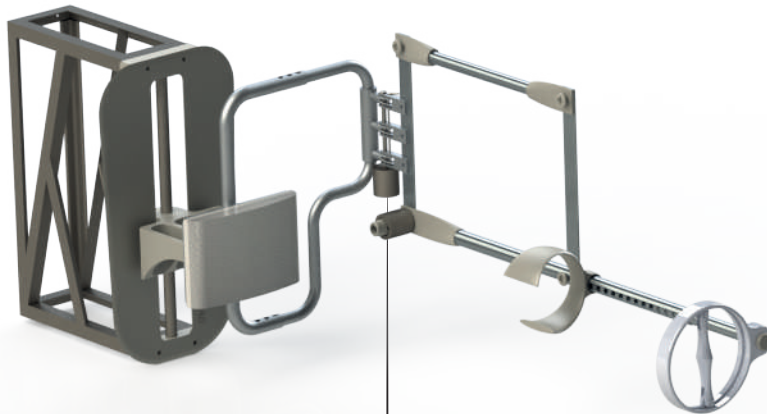
El soporte de espalda consta de diferentes piezas las cuales son materializadas en aluminio, Nylon 6 y textil (cuerina).

En el diagrama anterior se hace una explicación del bloqueo del mecanismo para eliminar los movimientos relativos para el trabajo en los diferentes planos anatómicos, consta de dos piezas las cuales complementan el cardán.

Bloqueo de Cardán

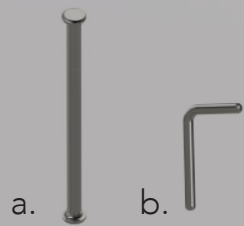
Para las restricciones de movimiento en los diferentes planos anatómicos.

Ubicación del Bloqueo



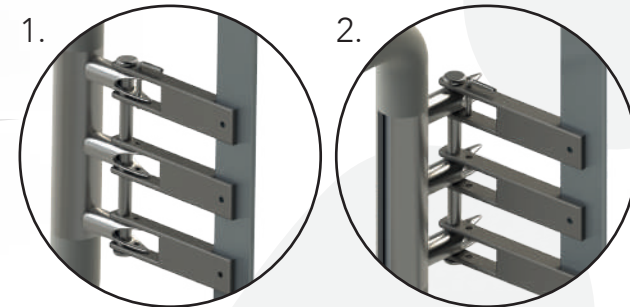
Complemento del Cardán

Partes que componen el bloqueo



a. Eje.
b. Bloqueo.

Diferentes posiciones de bloqueo.



Bloqueo de las dos partes

Bloqueo de una parte

Ilustración 21. Bloqueo de cardán para los diferentes planos anatómicos. Fuente: Autor.

3. Mecanismo de Cuatro Barras*

El mecanismo de cuatro barras es el encargado de desarrollar el movimiento terapéutico en el hombro, para ello ayuda a la extremidad superior a realizar los movimientos de flexo-extensión, aducción-abducción y rotación.

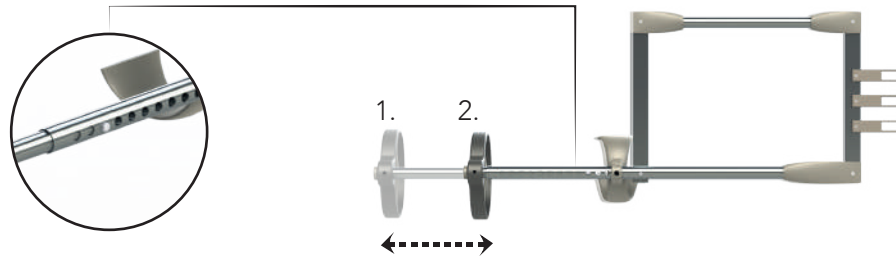
Está compuesto por un soporte para brazo, el mecanismo de adaptabilidad para la altura anterior del brazo, y el agarre para ejercicio de rotación (pronación y supinación). A continuación, se ven a detalle sus funciones en el sistema:

Movimiento de ajuste de medidas

Ajuste de altura anterior de brazo

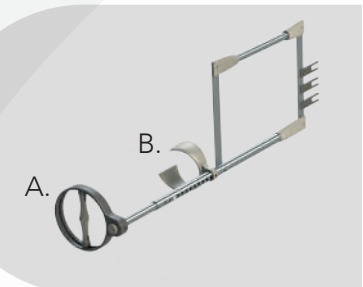
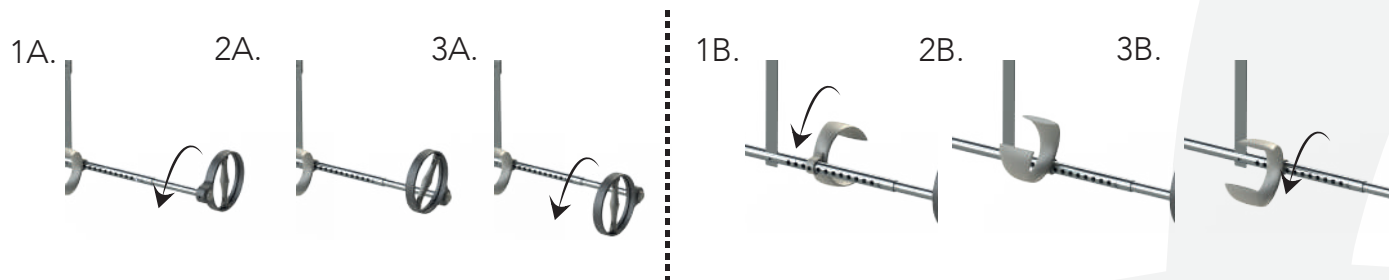
Pasos el ajuste

Ajuste
Telescopio



Movimiento de cambio de sentido
de mano derecha a mano izquierda

Pasos el cambio



Mecanismo de cuatro barras

Ilustración 22. Mecanismo de ajuste de altura anterior del brazo.

En las imágenes se especifican el movimiento para el ajuste, el tipo de mecanismo usado para ellos y cómo realiza el cambio de orientación de los agarres para el uso de brazo derecho a izquierdo.

Para la materialización se opta por materiales polimérico como el Nylon 6, y metales como el aluminio.

*Para conocer el proceso de diseño de la pieza, remitirse al Anexo 1.3. Mecanismo de cuatro barras.

3.1. Pruebas del Mecanismo de Cuatro Barras

Para probar el mecanismo de cuatro barras, se realizaron unas pruebas, en donde se evaluaba el funcionamiento del mecanismo, la adaptabilidad de dimensiones y los agarres:

Matriz de análisis de pruebas. Paciente 1. Tipo de lesión: hombro doloroso. (No asiste a terapia)				
N°	Necesidad	Medida	Valor	Desempeño
1	Desplazamientos en los diferentes planos anatómicos (frontal, sagital, y transversal).	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos	Cardan. Mecanismo de cuatro barras.	Movimiento en los diferentes planos.
2	Realización de los movimientos anatómicos: Extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa		Mecanismo de cuatro barras y mecanismo rueda-eje (agarre)	Movimientos realizados.
3	Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Distanciamiento del dispositivo (cm).	Distancia entre la pared y el dispositivo (Aprox. 50 cm).	33 cm no presenta problemas para ajuste al brazo
4		Guía o denotación de posición del paciente. (cm)	Soporte para espalda de 30 cm	No presenta problemas para realizar la flexo-extensión.
5	Agarre a mano llena	cm. (Percentil 95)	Aprox. Perímetro 9.1 cm	No presenta inconvenientes.
6	Sistemas graduables	En cm.	Apoyo de brazo.	No presenta inconvenientes.
7		En cm.	Ajustable para altura anterior del brazo	Ajustable para la talla deseada, 40 cm.
8	Modalidad de terapia pasiva	Rango de movimiento y GDL	Realización de los movimientos anatómicos y los 3 GDL con ayuda del motor.	Realiza los movimientos siguiendo la guía.
9	Modalidad de terapia activa	Resistencia.	El paciente debe generar el movimiento.	Realiza los movimientos por su propia cuenta.

Observaciones: no hace observaciones.

Matriz de análisis de pruebas. Paciente 2. Lesión: fractura del quinto metacarpiano. (Asistió a terapia)				
N°	Necesidad	Medida	Valor	Desempeño
1	Desplazamientos en los diferentes planos anatómicos (frontal, sagital, y transversal).	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos	Cardan. Mecanismo de cuatro barras.	Movimiento exitoso en los diferentes planos.
2	Realización de los movimientos anatómicos: Extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa		Mecanismo de cuatro barras y mecanismo rueda-eje (agarre)	No presenta problemas.
3	Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Distanciamiento del dispositivo (cm).	Distancia entre la pared y el dispositivo (Aprox. 50 cm).	40 cm no presenta problemas para ajuste al brazo.
4		Guía o denotación de posición del paciente. (cm)	Soporte para espalda de 30 cm	No presenta problemas para realizar la flexo-extensión.
5	Agarre a mano llena	cm. (Percentil 95)	Aprox. Perímetro 9.1 cm	No presenta problemas.
6	Sistemas graduables	En cm.	Apoyo de brazo.	Dice que es más cómodo la parte más amplia del soporte.
7		En cm.	Ajustable para altura anterior del brazo	Sin inconvenientes, 40 cm.
8	Modalidad de terapia pasiva	Rango de movimiento y GDL	Realización de los movimientos anatómicos y los 3 GDL con ayuda del motor.	Realiza los movimientos siguiendo la guía.
9	Modalidad de terapia activa	Resistencia.	El paciente debe generar el movimiento.	Realiza los movimientos por su propia cuenta.

Observaciones: manifiesta que el apoyo debería ser más grueso, tiende a apoyar el brazo hacia arriba buscando el lado del apoyo más grueso.

Matriz de análisis de pruebas. Paciente 3. Lesión: luxación de hombro, tendinitis y manguito rotador. Asistió a terapia.				
N°	Necesidad	Medida	Valor	Desempeño
1	Desplazamientos en los diferentes planos anatómicos (frontal, sagital, y transversal).	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos	Cardan. Mecanismo de cuatro barras.	Movimiento exitoso en los diferentes planos.
2	Realización de los movimientos anatómicos: Extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa		Mecanismo de cuatro barras y mecanismo rueda-eje (agarre)	No presenta problemas.
3	Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Distanciamiento del dispositivo (cm).	Distancia entre la pared y el dispositivo (Aprox. 50 cm).	50 cm, sin problemas para el ajuste.
4		Guía o denotación de posición del paciente. (cm)	Soporte para espalda de 30 cm	No presenta problemas para realizar la flexo-extensión.
5	Agarre a mano llena	cm. (Percentil 95)	Aprox. Perímetro 9.1 cm	No presenta problemas.
6	Sistemas graduables	En cm.	Apoyo de brazo.	Manifiesta que es más cómodo en la parte más gruesa.
7		En cm.	Ajustable para altura anterior del brazo	Sin inconvenientes, 74 cm.
8	Modalidad de terapia pasiva	Rango de movimiento y GDL	Realización de los movimientos anatómicos y los 3 GDL con ayuda del motor.	Realiza los movimientos siguiendo la guía.
9	Modalidad de terapia activa	Resistencia.	El paciente debe generar el movimiento.	Realiza los movimientos por su propia cuenta.

Observaciones: manifiesta que los movimientos realizados son muy semejantes a la terapia que realizó para sus diferentes lesiones, mejor apoyo en el brazo izquierdo (parte del apoyo que es más grueso).

Matriz de análisis de pruebas. Paciente 4. Lesión: No presenta. Terapia: No asistió.				
N°	Necesidad	Medida	Valor	Desempeño
1	Desplazamientos en los diferentes planos anatómicos (frontal, sagital, y transversal).	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos	Cardan. Mecanismo de cuatro barras.	Movimiento exitoso en los diferentes planos.
2	Realización de los movimientos anatómicos: Extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa		Mecanismo de cuatro barras y mecanismo rueda-eje (agarre)	No presenta problemas.
3	Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Distanciamiento del dispositivo (cm).	Distancia entre la pared y el dispositivo (Aprox. 50 cm).	55 cm, sin problemas para el ajuste.
4		Guía o denotación de posición del paciente. (cm)	Soporte para espalda de 30 cm	No presenta problemas para realizar la flexo-extensión.
5	Agarre a mano llena	cm. (Percentil 95)	Aprox. Perímetro 9.1 cm	No presenta problemas.
6	Sistemas graduables	En cm.	Apoyo de brazo.	No presenta problemas para el uso.
7		En cm.	Ajustable para altura anterior del brazo	Sin inconvenientes, 75 cm.
8	Modalidad de terapia pasiva	Rango de movimiento y GDL	Realización de los movimientos anatómicos y los 3 GDL con ayuda del motor.	Realiza los movimientos siguiendo la guía.
9	Modalidad de terapia activa	Resistencia.	El paciente debe generar el movimiento.	Realiza los movimientos por su propia cuenta.

Observaciones: el paciente 4 es hiperlaxo, presenta una desviación de ángulo hacia afuera en el movimiento de flexo-extensión.

Matriz de análisis de pruebas. Paciente 5. Lesión: fractura de tobillo. No asistió a terapia.				
N°	Necesidad	Medida	Valor	Desempeño
1	Desplazamientos en los diferentes planos anatómicos (frontal, sagital, y transversal).	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos	Cardan. Mecanismo de cuatro barras.	Movimiento exitoso en los diferentes planos.
2	Realización de los movimientos anatómicos: Extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa		Mecanismo de cuatro barras y mecanismo rueda-eje (agarre)	No presenta problemas.
3	Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Distanciamiento del dispositivo (cm).	Distancia entre la pared y el dispositivo (Aprox. 50 cm).	48 cm, sin problemas para el ajuste.
4		Guía o denotación de posición del paciente. (cm)	Soporte para espalda de 30 cm	No presenta problemas para realizar la flexo-extensión.
5	Agarre a mano llena	cm. (Percentil 95)	Aprox. Perímetro 9.1 cm	No presenta problemas.
6	Sistemas graduables	En cm.	Apoyo de brazo.	No presenta problemas para el uso, dice que no lo considera necesario.
7		En cm.	Ajustable para altura anterior del brazo	Sin inconvenientes, 72 cm.
8	Modalidad de terapia pasiva	Rango de movimiento y GDL	Realización de los movimientos anatómicos y los 3 GDL con ayuda del motor.	Realiza los movimientos siguiendo la guía.
9	Modalidad de terapia activa	Resistencia.	El paciente debe generar el movimiento.	Realiza los movimientos por su propia cuenta.

Observaciones: el paciente 5 no considera necesario el apoyo.



Ilustración 23. Fotografías de las Pruebas del mecanismo de cuatro barras en el Tecnoparque SENA. Fuente: Autor.

Conclusiones de las Pruebas

Como conclusión de las pruebas se define que el movimiento del mecanismo de cuatro barras funciona de manera satisfactoria, debido a que efectivamente realiza los movimientos (GDL) de flexo-extensión y abducción-aducción en los diferentes planos anatómicos, según la necesidad, como el frontal, sagital y transversal. Además de un ejercicio que conjuga la supinación – pronación con la circunducción de la extremidad superior. También alcanza los rangos de movimiento (expuestos en la Pág. 94 del documento) requeridos para la realización de las AVD, enfocando el ejercicio terapéutico a recuperar, minimizar o revertir la lesión para que el paciente restablezca su autonomía en las actividades de autocuidado y generar impactos positivos para mejorar su Calidad de Vida.

Los mecanismos como el cardán y el mecanismo de rueda-eje también realiza el movimiento sin dificultades y el apoyo a espalda no genera inconvenientes relacionados con interferencias en el movimiento de flexo-extensión. Sin embargo, el apoyo a brazo tiende a producir que los pacientes recarguen el brazo en la parte más gruesa del apoyo por cuestión de forma y comodidad. Por lo tanto, se modifica el apoyo a brazo, para generar un aumento en la rigidez del soporte y eliminar posibles deformaciones de régimen plástico en su funcionamiento, además esta modificación también sea un indicativo para que el paciente use de manera correcta el apoyo a brazo (por ambos lados) y sea una superficie más grande, y por lo tanto más cómoda.

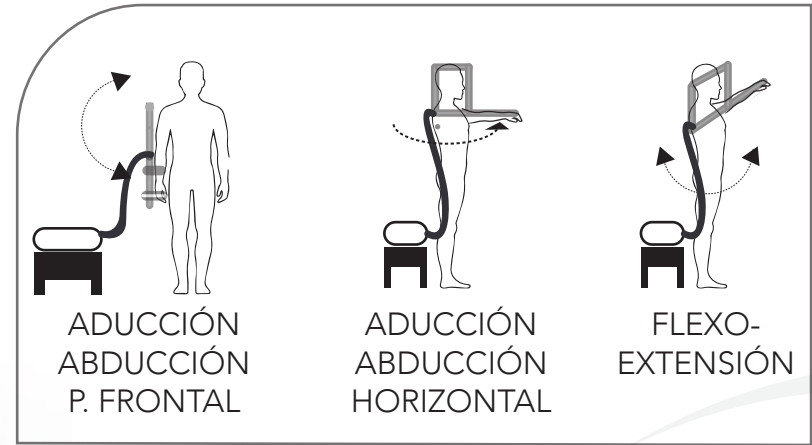
Se confirman los diferentes alcances de los percentiles para el mecanismo de cuatro barras y funciona de manera exitosa, al igual que la graduación del apoyo de brazo.

Otro aspecto importante a resaltar es la similitud del desarrollo de la terapia con el dispositivo en comparación con el ejercicio terapéutico asistido de manera regular, presentando ejercicios similares según lo manifestado por el paciente 3.

Se procede a realizar las modificaciones para el dispositivo final.

4. Acople*

El acople es el encargado de transmitir el movimiento del motor. Para ello se ubica al lado del mecanismo de cuatro barras para el movimiento de abducción – aducción en plano frontal y el movimiento de flexo-extensión. Para el movimiento de abducción –aducción horizontal se ubica debajo del eje del cardán. El acople conecta el exoesqueleto a la guaya de 5/8" al Sistema y dispositivo de rehabilitación de extremidades y articulaciones (patentado bajo el número NC2017/0013363).



PIEZAS DEL ACOPLE

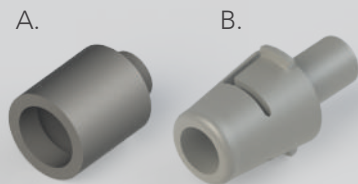
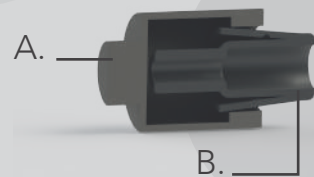
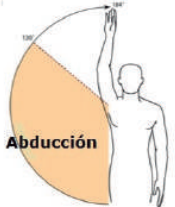
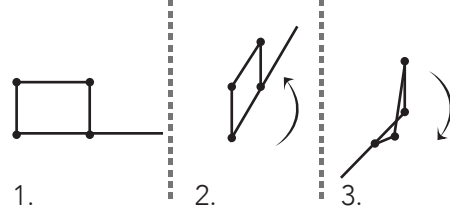
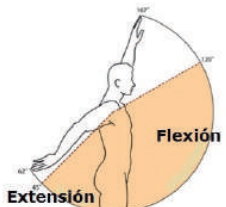
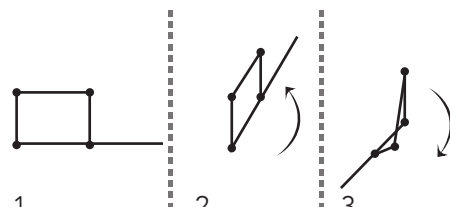
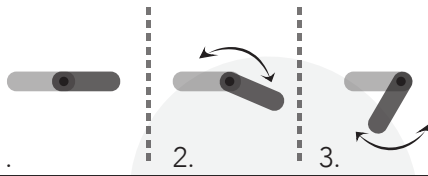
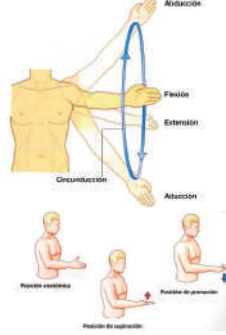
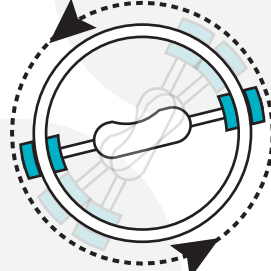


Ilustración 24. Mecanismo de Acople. Fuente: Autor.

*Para conocer el proceso de diseño de la pieza, remitirse al Anexo 1.4. Acople

Partes del dispositivo en función del ejercicio terapéutico

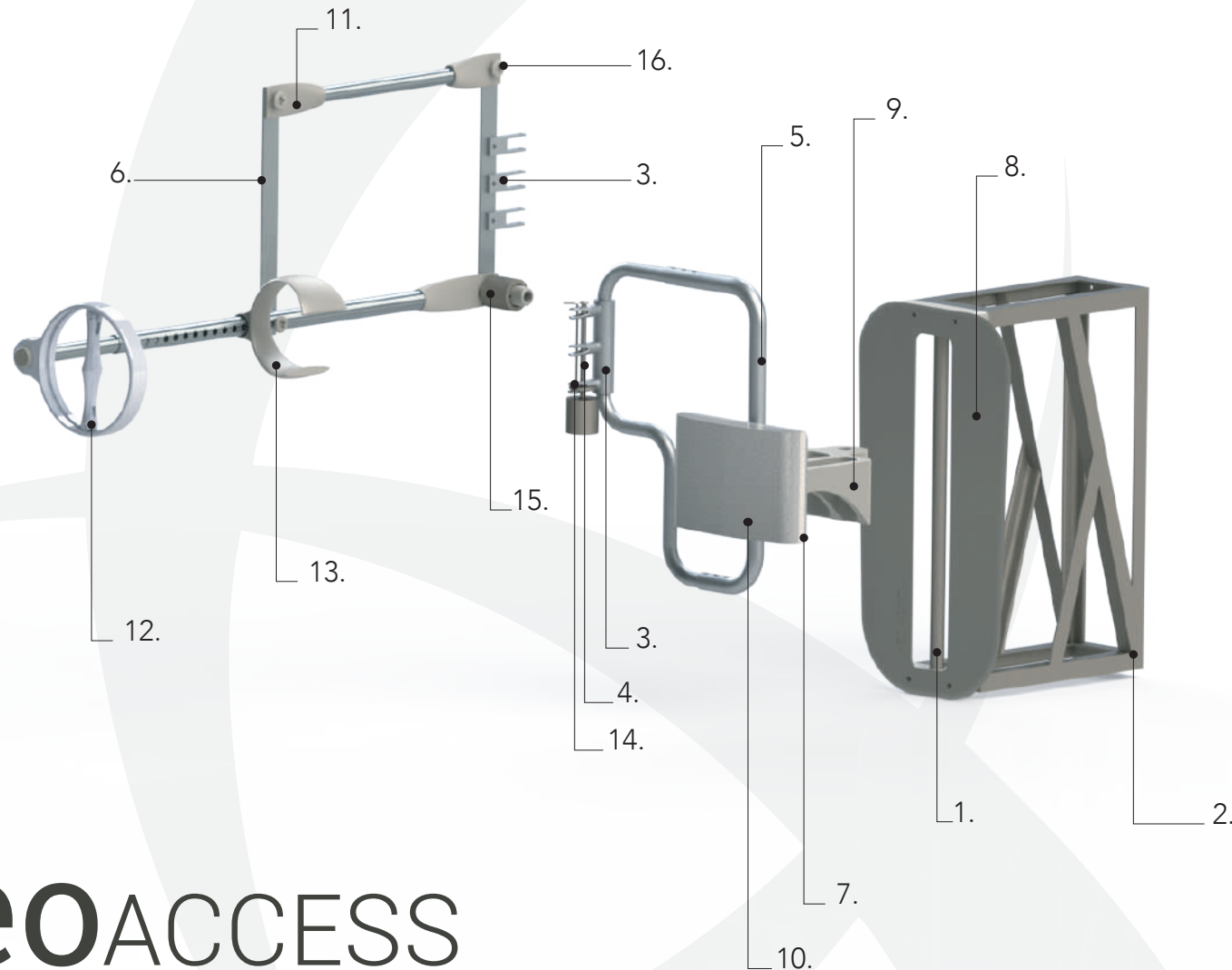
En resumen, las partes encargadas del ejercicio terapéutico serían las siguientes

Función	Mecanismo	Diagrama de Movimiento
 Abducción	 Cuatro Barras	 1. 2. 3.
 Flexión Extensión	 Cuatro Barras	 1. 2. 3.
 Aducción horizontal	 Cardán	 1. 2. 3.
 Abducción Flexión Extensión Circunducción Aducción Postura de resistencia Postura de pronación Postura de supinación	 Agarre Rotador	

Como conclusión, se realiza una independencia de los movimientos para la realización de los ejercicios terapéuticos, simulando los movimientos y alcances necesarios para las AVD.

Materiales y Procesos

En la siguiente sección se especificarán los materiales, los acabados y los procesos de cada una de las piezas del sistema.



GeoACCESS
TeleRehabilitación

Ilustración 25. Explosión del dispositivo Fuente: Autor.

El **acero inoxidable** se caracteriza por ser un material resistente a la corrosión, resistencia a la alta y baja temperatura, facilidad para la fabricación (soldaduras, cortes y mecanizados con buenos acabados), resistencia mecánica, propiedades higiénicas (fácil de limpiar) y se caracteriza por ser un material muy durable. Comúnmente usado por la industria alimenticia o para elementos médicos. [5, pp. 360–361]

Para las piezas se propone aceros martensíticos inoxidables, magnéticos, con bajos contenidos de carbono (lo cual permite facilidad para maquinarse satisfactoriamente), cuenta con buena tenacidad, gran resistencia a los agentes atmosféricos (resistencia a la corrosión), y a algunos agentes químicos. También se caracterizan por trabajarse fácilmente en caliente.

Entre este grupo de aceros se encuentra el 414, el cual tiene mayor contenido de Ni, incrementa la templabilidad y la resistencia a la corrosión, se utiliza comúnmente para resortes, laminas y piezas de maquinaria. En este grupo también se encuentra el 420, conocido por su alto contenido de carbono, tiene mayor dureza y más resistencia al desgaste, se usa para cuchillería, elementos quirúrgicos, moldes herramientas y válvulas. [5, pp. 360–367]

Acero	Pieza	Uso	Producción
Acero Martensítico Inoxidable 420. Acabado: Fino.	1. 	Pasador del mecanismo para ajuste de altura acromial. Necesita alta resistencia al desgaste debido a su constante uso al ser el pasador del mecanismo, no debe tener deformaciones.	Perfil comercial de 5/8", solo presenta corte para el uso en el dispositivo.
Acero Martensítico Inoxidable 414. Acabado: Fino.	2. 	La estructura principal del sistema permite que el sistema permanezca fijo y sin movimientos relativos. Esta pieza requiere soldadura, por lo tanto el acero 414 permite facilidad para maquinarse.	La pieza se realiza con perfil angular de 3/4" (producto comercial) unidos por soldadura.
Acero Martensítico Inoxidable 420. Acabado: Fino.	3. 	El cardan, es el encargado de actuar a modo de bisagra para el ejercicio terapéutico. Debe tener alta resistencia al desgaste debido a su constante uso, además de soportar el mecanismo de cuatro barras.	Pieza producida para uso exclusivo del dispositivo cardán A . Producción por medio de maquinado. Soldadura para el cardán B.
Acero Martensítico Inoxidable 414. Acabado: Fino.	4. 	Esta pieza es el eje del cardan, debido a que se debe realizar una soldadura se escoge el acero 414.	Perfil comercial de 1/4", con platina de 2 mm con soldadura.

Para la producción de estas piezas se hace énfasis en los modos de producción, en especial en la producción por medio de moldes, el proceso de soldadura del acero inoxidable y su acabado superficial:

- Producción por maquinado o también llamado **Procesos de Manufactura por Arranque de Viruta**, en este tipo de procesos se puede obtener formas con una excelente precisión y con el acabado deseado. El proceso consiste en sustraer material de una pieza de acero inoxidable o aluminio bruto por medio de herramientas de cortes y la maquinaria adecuada. Para el proceso se utilizan cuchillas, materiales abrasivos, chispas eléctricas, chorro electrónico capaz de volatilizar el material, entre otros [6, pp. 115–125]. Para las piezas 2 y 4 se plantea este tipo de proceso, al igual para una sección de la pieza 8.

- **Soldadura TIG** es recomendada para el acero inoxidable debido a que se puede hacer en cualquier posición de la soldadura (ideal para tubería), es una soldadura muy limpia, y no afecta a la composición química ni las propiedades del metal base que se esté utilizando durante el proceso de soldadura. Este tipo de soldadura se puede observar en la industria del petróleo, química, petroquímica, alimentación, generación de energía, nuclear y aeroespacial [7].

- **Acabado Fino** es un acabado que oscila entre Ra de 12-16 micro pulgadas, comúnmente usado en las aplicaciones médicas y farmacéuticas debido a su facilidad de limpieza, evitar la corrosión, mejorar la integridad estructural y la durabilidad [8].

El **aluminio** se caracteriza por un peso ligero, buena maleabilidad, y formabilidad, alta resistencia a la corrosión, fácil limpieza y gran conductividad térmica y eléctrica. Además, no presenta decoloración superficial, no es tóxico, no produce chispa, facilidad de maquinabilidad, facilidad para fundirlo con cualquier método conocido. El aluminio es ampliamente usado para las industrias aeronáuticas, alimenticias, y para uso médico. [5, p. 477]

Entre los aluminios se encuentra la aleación 5 aluminio-manganeso (serie 3xxx), es una porción rica en aluminio. En esta aleación se encuentra la 3003, presentan una elevada resistencia a la corrosión parecida a la del aluminio puro y además tienen mayores características de resistencia mecánica y muy buen comportamiento a bajas temperaturas. Tiene buena formabilidad, gran resistencia a la corrosión y buena capacidad de soldado. [5, p. 485]

Aluminio	Pieza	Uso	Producción
Aleación 5 aluminio-manganeso serie 3-3003 / Acabado: Fino ¹	5. 	El soporte para ajuste de anchura bideltaidea se encarga de ajustar las diferentes medidas de los pacientes y de sostener el mecanismo de cuatro barras. Debido a esto se propone la estructura en aluminio.	Perfil comercial de 5/8" y 3/4" (tubería), solo presenta corte para el uso en el dispositivo.
Aleación 5 aluminio-manganeso serie 3-3003 / Acabado: Fino	6. 	El mecanismo de cuatro barras es el encargado de realizar los ejercicios terapéuticos. Debido a esto su estructura debe ser liviana, y buena resistencia mecánica.	Perfil comercial de 5/8" y 3/4" (tubería), solo presenta corte para el uso en el dispositivo.
Aleación 5 aluminio-manganeso serie 3-3003 / Acabado: Fino	7. 	La pieza es el soporte de almohada para espalda y también fija el cambio de sentido, es una pieza que debe ser liviana y resistente. Los dos elementos que conforman la pieza se unen por tornillo.	Pieza con elementos comerciales (2mm) y producción por medio mecanizado (soporte de tubo).
Aleación 5 aluminio-manganeso serie 3-3003 / Acabado: Fino	8. 	La carcaza del respaldar debe ser liviana pero resistente a los diferentes tipos de ambientes, además debe poderse soldar con facilidad debido a su producción.	Pieza con elementos comerciales como la platina (proceso por corte láser de 2mm) y producción por medio mecanizado (soporte para la tubería).
Aleación 5 aluminio-manganeso serie 3-3003 / Acabado: Fino	9. 	Soporte principal de la pieza del espaldar, además también se usa como pasador para ajuste de la altura acromial. Su uso constante necesita de una excelente resistencia mecánica y estabilidad dimensional ya que actúa como viga en el sistema.	Pieza realizada en por mecanizado.

Para la producción de estas piezas se hace énfasis en los modos de producción, en especial en la producción por medio de moldes y su acabado superficial, debido a que la gran mayoría de estas piezas son comerciales y no tienen procesos complejos, sólo cortes.

- Producción por **Procesos de manufactura por arranque de viruta** (explicado anteriormente en la sección de acero inoxidable).

- **Acabado Fino** (explicado anteriormente en la sección de acero inoxidable).

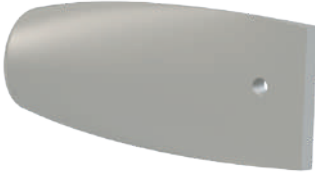
- Para cortar el aluminio, el proceso escogido es **corte láser de CNC BYSPRINT**, que tiene un sistema de corte y tecnología de perforación que proporciona un procesamiento rápido de los trabajos y la máxima producción de piezas [9], precisión y excelente acabado (bordes finos y limpios), crucial para este tipo de aplicaciones médicas. Tiene ventajas relacionadas con los bajos costos de producción, debido a sus bajos consumos de electricidad y no requerir ningún gas del láser. [10]

El láser de CNC BYSPRINT puede ser usado en diferentes materiales como el acero inoxidable, aceros al carbón, bronce y aluminio. Para el aluminio el máximo grosor es hasta 5mm [9].

El **cuero sintético**, poli-piel o cuerina es un textil sintético elaborado a partir del PVC, tiene diferentes aplicaciones en vestuario, mobiliario para automóviles, hogar hasta de uso médico, puede tener una vida útil de hasta de 12 años. Presenta densidad baja, es resistente a algunos agentes químicos, impermeable y fácil de limpiar [10].

Cuero sintético	Pieza	Uso	Producción
Tela Vinílica con acabado liso.	10. 	Forro para el espaldar, necesita ser cómodo, fácil de limpiar debido a que va a interactuar directamente con los diferentes pacientes.	Tela comercial, proceso de tapizado.

El PA 6 o **Nylon 6** es un polímero de ingeniería usado para realizar diferentes piezas, es ideal debido a sus bajos niveles de tensión interna, alto grado de cristalinidad, tenacidad con alto grado de dureza, resistente al desgaste, buena resistencia a la abrasión, buenas propiedades de amortiguación, fácil procesamiento, diversas dimensiones y pesos de colada*.

Nylon 6	Pieza	Uso	Producción
PA 6. Acabado: liso.	11. 	Esta pieza es el codo que une la estructura en aluminio del mecanismo de cuatro barras. Debe ser liso debido a la fricción con el metal y el rozamiento con los diferentes pacientes, con el fin de evitar acumulaciones de bacterias o fricción en el ejercicio terapéutico.	Pieza inyectada.
PA 6. Acabado: liso.	12. 	Agarre para el movimiento de rotación. Se precisa hacer el mango del agarre y el carril en este tipo de polímero para evitar acumulación de bacterias (debido al contacto directo con diferentes pacientes) y textura agradable al tacto.	Pieza inyectada.
PA 6. Acabado: liso.	13. 	Apoyo para brazo es una pieza que necesita de buenas propiedades mecánicas y un acabado agradable al tacto (que no talle al paciente) y que no acumule bacterias (fácil limpieza).	P Pieza inyectada.
PA 6. Acabado: liso.	14. 	Esta pieza del bloqueo de cardan actúa como barrera para eliminar los movimientos de relativos para los diferentes planos anatómicos.	Pieza inyectada.

* Información tomada de la ficha técnica de Valenciana de aluminios, cobres y plásticos, S.A. para la Poliamida 6.

PA 6. Acabado: liso.	15. 	El acople para el mecanismo de transmisión, debe ser rígido para el mecanismo hembra y flexible para el mecanismo macho, esta versatilidad de material se puede conseguir en el Nylon 6.	Pieza inyectada.
PA 6. Acabado: liso.	16. 	Los bujes para unión del mecanismo de cuatro barras están hecho en este tipo material, debido a que sus propiedades son ideales para ejercer como piezas de acoples de ingeniería.	Pieza inyectada.

- El método de producción es por medio de la **inyección**, este proceso se basa en inyectar un polímero fundido (en este caso Nylon 6), en un molde cerrado y frío donde se pasa a solidificar el producto. La pieza final se produce al sacarla del molde [11, pp. 177–200]. La ventaja de utilizar este tipo de procesamiento se encuentra en su estabilidad dimensional, en la posibilidad de imprimir piezas muy pequeñas, en la facilidad de acabados, producción rápida, y bajos costes de mano de obra.

- **El acabado liso** en estas piezas es fundamental para que no proliferen las bacterias en su superficie, tener una limpieza sencilla y profunda, además de no tener textura desagradable al tacto con el contacto con la piel durante el ejercicio terapéutico.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Y. C. Weon JH, Oh JS, Cynn HS, Kim YW, Kwon OY, "Influence of forward head posture on scapular upward rotators during isometric shoulder flexion," J. Bodyw. Mov. Ther., vol. 14, no. 4, pp. 367–374, 2010.
- [2] N. S. Charles A. Thigpen, Darin A. Padua, Lori A. Michener, Kevin Guskiewicz, Carol Giuliani, Jay D. Keener, "Head and shoulder posture affect scapular mechanics and muscle activity in overhead tasks.," J. Electromyogr. Kinesiol., vol. 20, no. 4, pp. 701–709, 2010.
- [3] R. L. Norton, Diseño de Maquinaria. Síntesis y análisis de máquinas y mecanismos, McGraw-Hil. México, D.F.: Worcester Polytechnic Institute, 2004.
- [4] R. Avila-Chaurand, L. Prado-León, y E. L. González-Muñoz, Dimensiones antropométricas de población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile., Segunda Ed. Guadalajara, Jalisco, 2007.
- [5] S. Avner, Introducción a la metalurgia física, Segunda ed. México, DF.: McGraw-Hill Education, 1995.
- [6] A. Travieso y H. González, "Ingeniería de Procesos de Fabricación (FAB)." Universitat politècnica de Catalunya BarcelonaTech. Escola d'Enginyeria de Processos de Fabricació Ingeniería, Barcelona, España, p. 667, 2012.
- [7] Fondo Social Europeo y Xunta De Galicia, DENOMINACIÓN DE LA ACCIÓN FORMATIVA - XORNADAS DE TRANSPORTE E MANTEMENTO DE VEHICULOS. España, 2012, pp. 0–52.
- [8] J. Kwasny, "Fundamentos de los acabados de superficies metálicas," The fabric en Español, 2017. [Online]. Disponible: <https://www.thefabricator.com/thefabricatorenespanol/article/-finishing/fundamentos-de-los-acabados-de-superficies-met-licas>. [accedido: 01-Mar-2020]
- [9] Frenchersi, "SERVICIO DE CORTE LÁSER CNC PARA LÁMINA," 2018. [Online]. Disponible: <http://frenchersi.com.co/project/servicio-de-corte-laser-cnc/>. [Accedido: 30-Mar-2020].
- [10] IMOCOM S.A.S, "Cortadora Láser BySprint Fiber," 2018. [Online]. Disponible: <https://imocom.com.co/transformacion-de-lamina/portfolio/cortadora-laser-bysprint-fiber/>. [accedido: 30-Mar-2020].
- [10] E. P. I. Llado I Riba; Miro, El cuero. Artes y oficios (Spanish Edition), 3rd Editio. Barcelona, España, 2010.
- [11] D. H. Morton-Jones, Procesamiento de plásticos. Inyección, modelo, hule y PVC., Tercera ed. México, DF: LIMUSA, 2000.

PRUEBA DEL SISTEMA COMPLETO

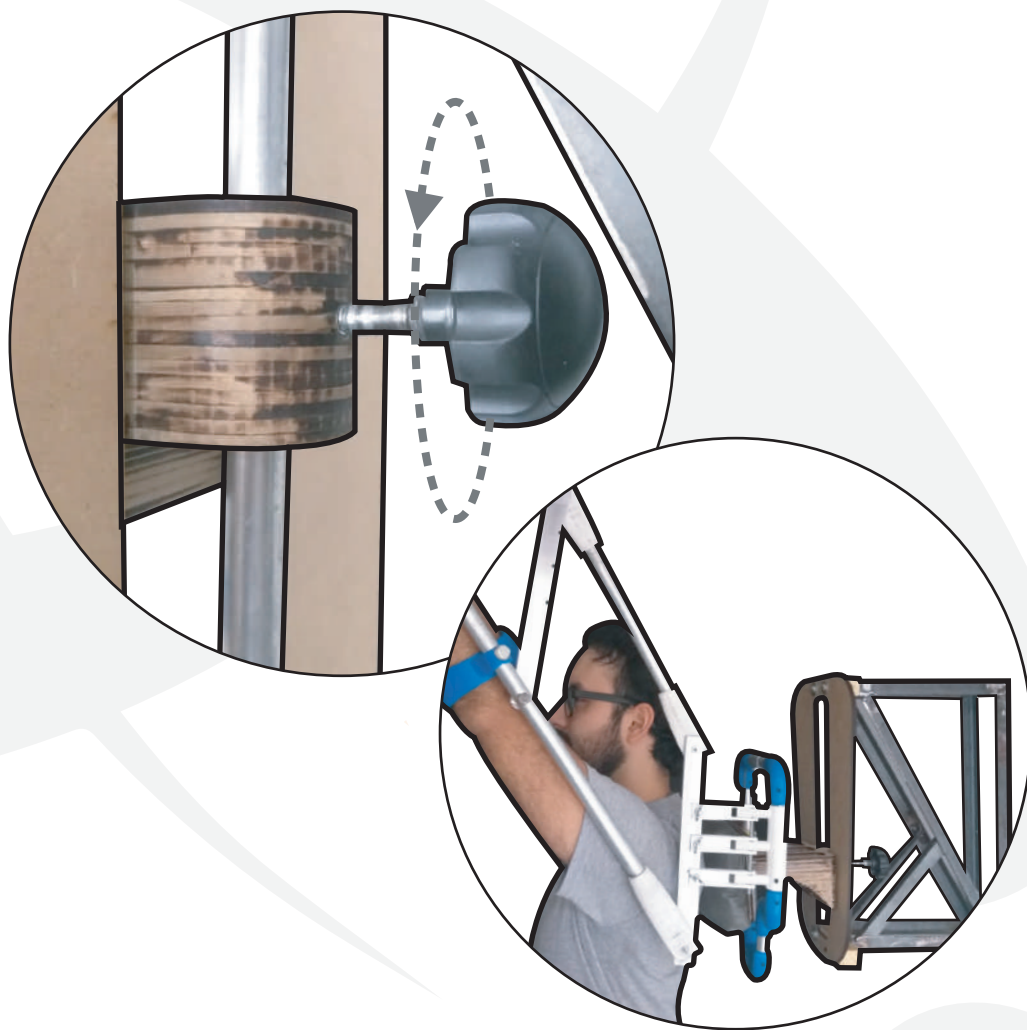
En la siguiente matriz se muestran los aspectos a evaluar en el desempeño del dispositivo.

Matriz de análisis de Pruebas de Mecanismo General.				
Nº	Necesidad	Medida	Valor	Desempeño
SOPORTE A PARED				
1	Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Distanciamiento del dispositivo de la pared (cm).	Distancia entre la pared y el dispositivo (Aprox. 50 cm).	✓
2	Sistemas graduables	cm	Altura acromial.	✓
3	Soporte del dispositivo	Ausencia de GDL en las uniones del soporte.	Empotramiento.	✓
4	Desarrollo del ejercicio terapéutico	Realización normal de los ejercicios.	Ausencia de Interferencias	✓
SOPORTE DE ESPALDA				
1	Guía postural para el correcto desarrollo de la rehabilitación.	Guía o denotación de posición del paciente. (cm)	Soporte para espalda siguiendo la anchura bicromial percentil 5 (30cm).	✓
2	Desarrollo normal del ejercicio de flexo-extensión.	Ausencia de interferencias en el movimiento		✓
3	Sistemas graduables	cm	Anchura bideltaidea	✓
4	Versatilidad	Uso para brazo izquierdo y derecho.	Mecanismo de cambio de sentido.	✓
MECANISMO DE CUATRO BARRAS				
1	Desplazamientos en los diferentes planos anatómicos (frontal, sagital, y transversal).	Discriminación del movimiento por medio de actuadores o mecanismos	Cardan. Mecanismo de cuatro barras.	✓
2	Realización de los movimientos anatómicos: Extensión-flexión, abducción-aducción, rotación interna y externa		Mecanismo de cuatro barras y mecanismo rueda-eje (agarre)	✓
5	Agarre a mano llena	cm.	Aprox. Perímetro 8 cm	✓
6	Sistemas graduables	En cm.	Apoyo de brazo.	✓
7		En cm.	Ajustable para altura anterior del brazo	✓
8	Modalidad de terapia pasiva	Rango de movimiento y GDL	Realización de los movimientos anatómicos y los 3 GDL con ayuda del motor.	✓
9	Modalidad de terapia activa	Resistencia	El paciente debe generar el movimiento.	✓
10	Eliminación de movimientos relativos	Bloqueo	Bloqueo de cardan.	✓

En la siguiente matriz se evaluará el desempeño del dispositivo.

PRUEBAS PARA EL AJUSTE DE ALTURA ACROMIAL

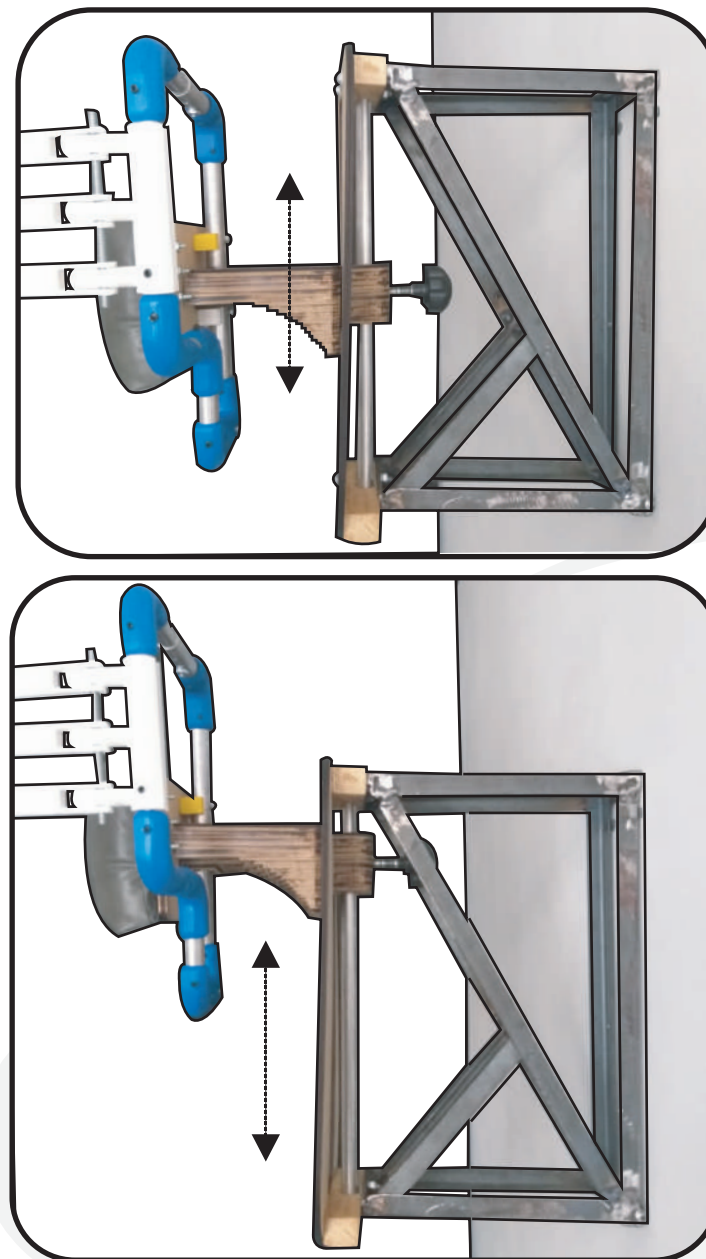
MECANISMO PARA EL AJUSTE



DISPOSITIVO EN USO

Ilustración 26. Mecanismo de altura acromial según el paciente. Fuente: Autor.

MOVIMIENTO DEL MECANISMO



PRUEBAS PARA EL CAMBIO DE SENTIDO

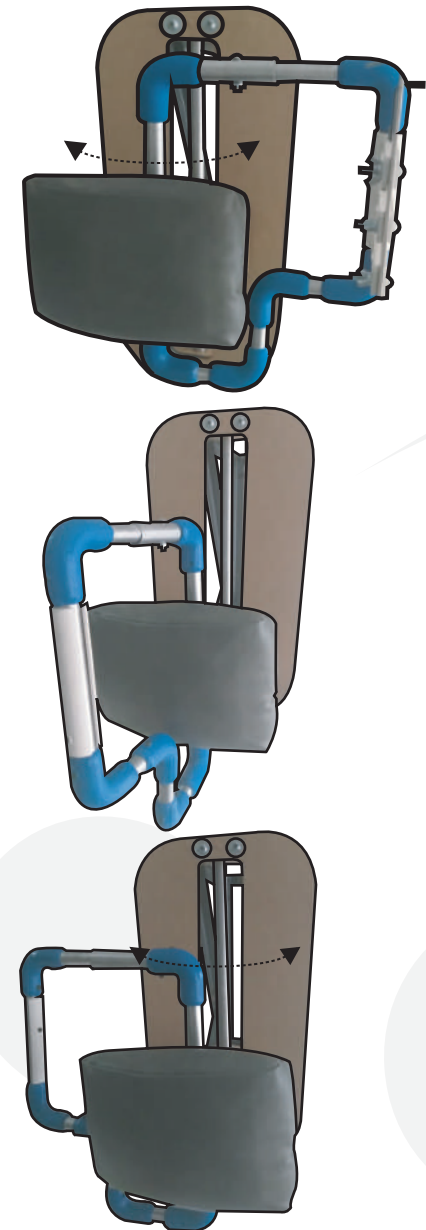
BLOQUEO DEL MECANISMO



Ilustración 27. Mecanismo de cambio. Fuente: Autor.

DISPOSITIVO EN USO

MOVIMIENTO DEL MECANISMO



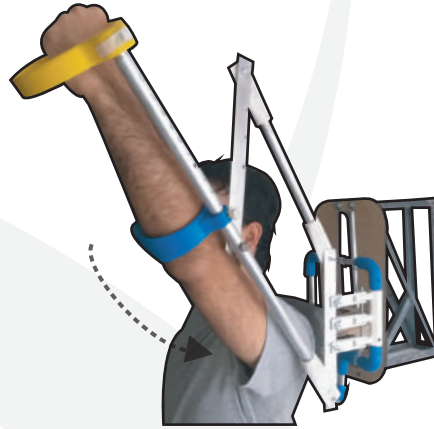
PRUEBAS DEL MECANISMO DE CUATRO BARRAS

FLEXO-EXTENSIÓN

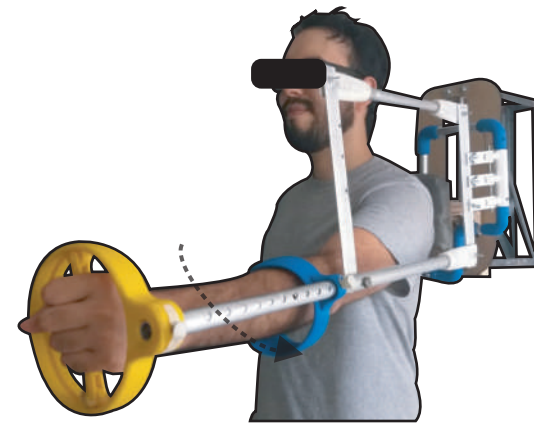
1.



2.



3.



4.



5.



6.

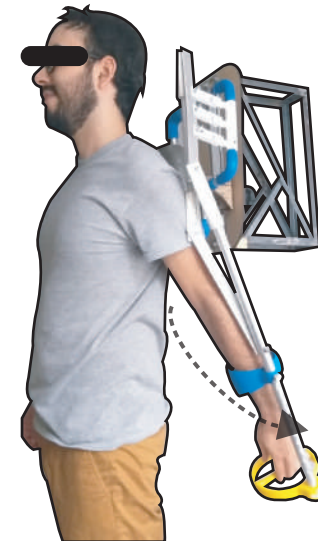


Ilustración 28. Mecanismo de cuatro barras. Fuente: Autor.

PRUEBAS DEL MECANISMO DE CUATRO BARRAS

ABDUCCIÓN - ADUCCIÓN

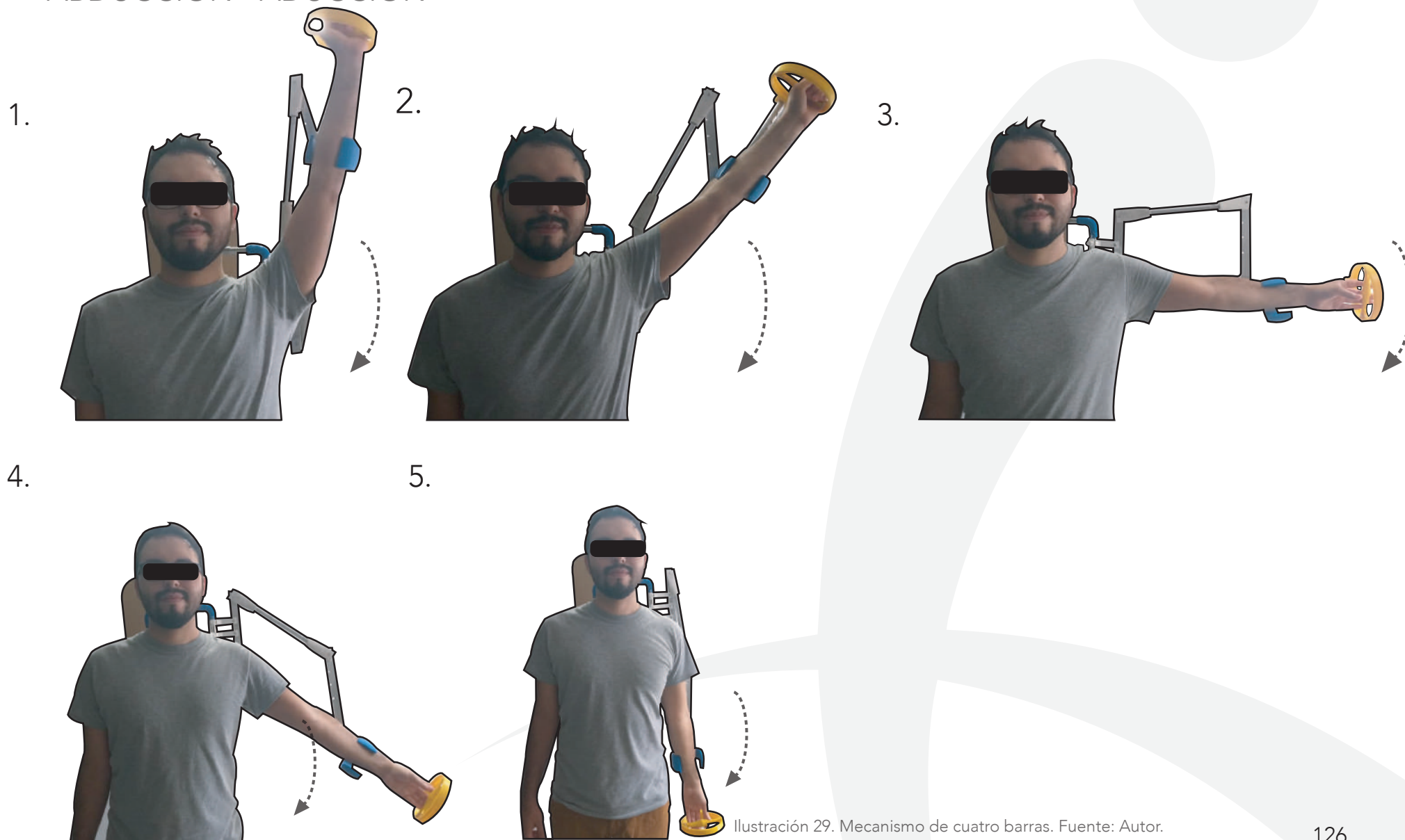
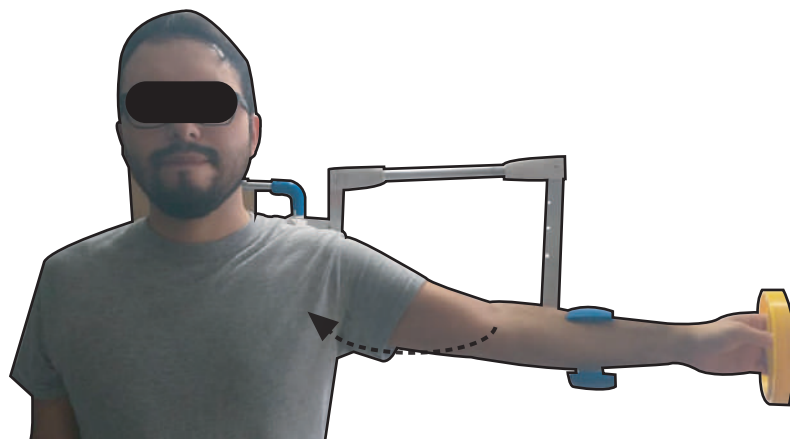


Ilustración 29. Mecanismo de cuatro barras. Fuente: Autor.

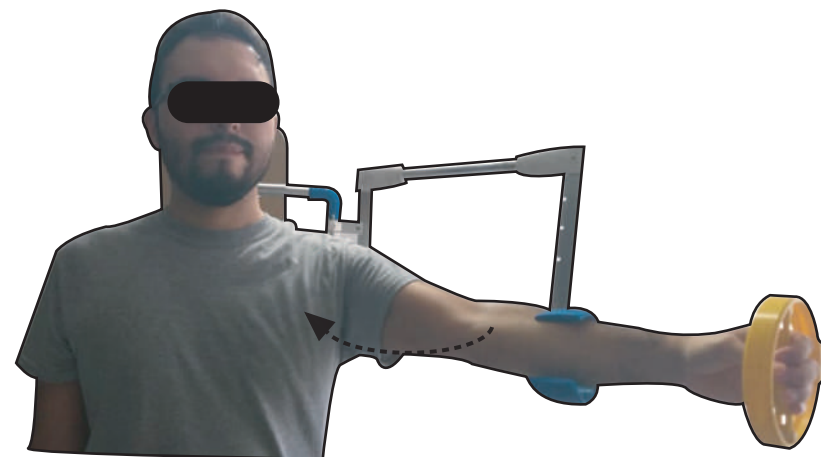
PRUEBAS DEL MECANISMO DE CUATRO BARRAS

ABDUCCIÓN - ADUCCIÓN HORIZONTAL

1.



2.



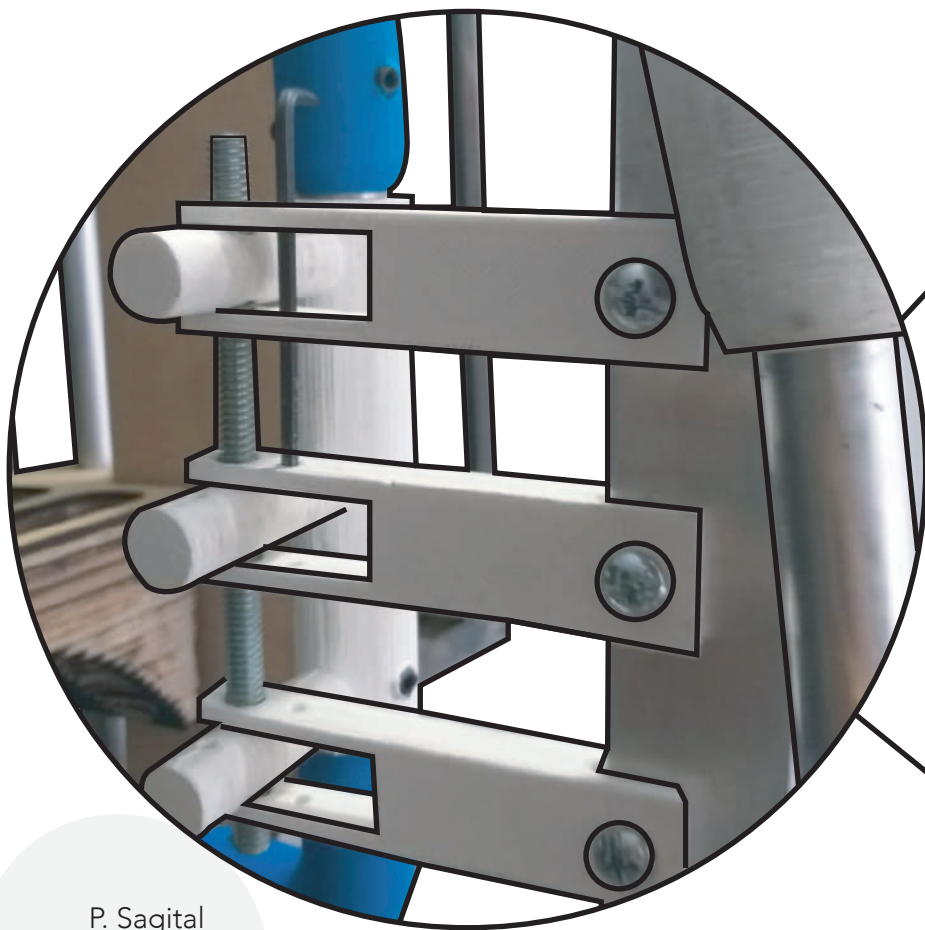
3.



Ilustración 30. Mecanismo de cuatro barras. Fuente: Autor.

PRUEBAS DEL MECANISMO

BLOQUEO DEL CARDÁN



BLOQUEO
DE PLANO SAGITAL



BLOQUEO
DE PLANO FRONTAL



SIN BLOQUEO
PARA MOVIMIENTO
TRANSVERSAL

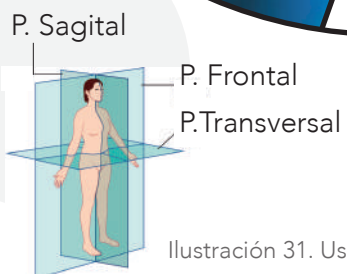
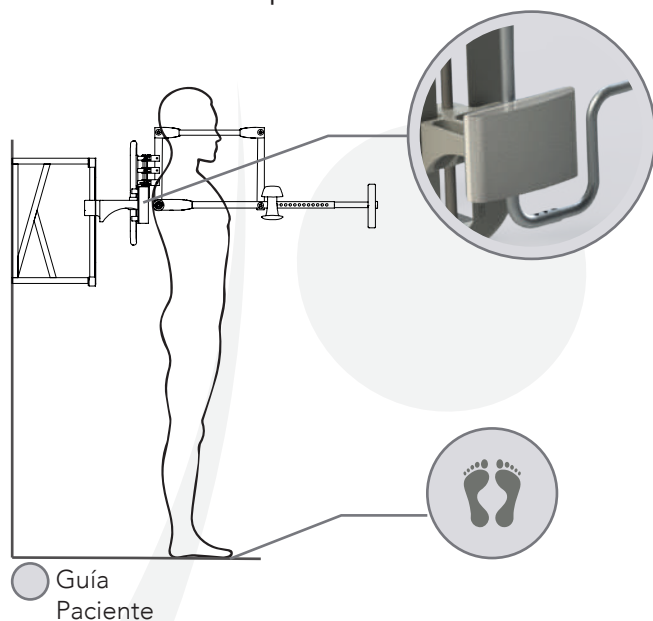


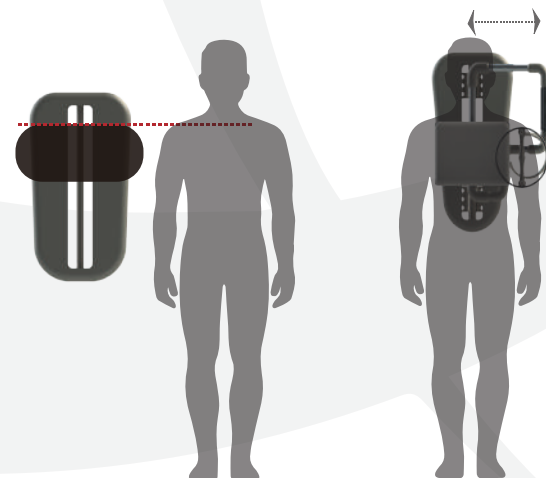
Ilustración 31. Uso del cardán. Fuente: Autor.

PASOS PARA EL USO

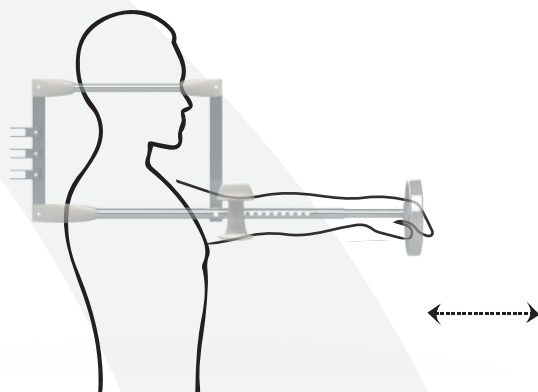
1. Posicionar el paciente.



2. Ajustar la Altura Acromial y Anchura Bideltoidea



3. Ajustar el largo del brazo.



4. Realización de la Terapia.

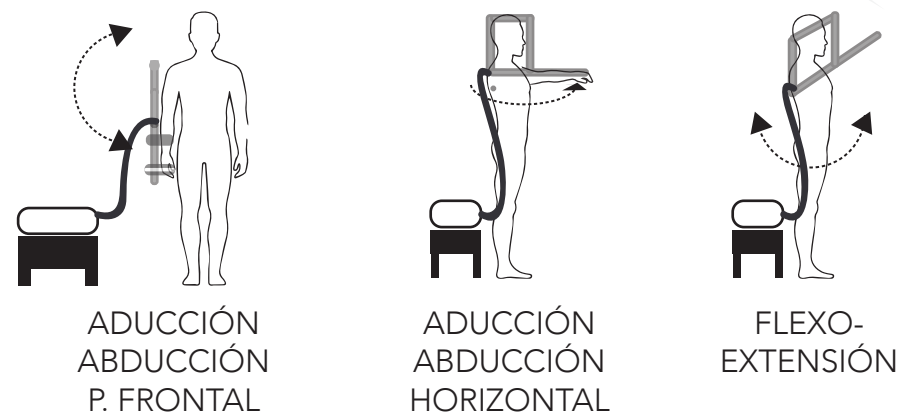


Ilustración 32. Pasos para el uso del dispositivo. Fuente: Autor.

DISPOSICIÓN EN EL ESPACIO (CENTROS DE FISIOTERAPIA)



Ilustración 33. Disposición en el espacio. Fuente: Autor.

GeoACCESS
TeleRehabilitación

LOGÍSTICA DEL DISPOSITIVO

EN LOS CENTROS MÉDICOS.

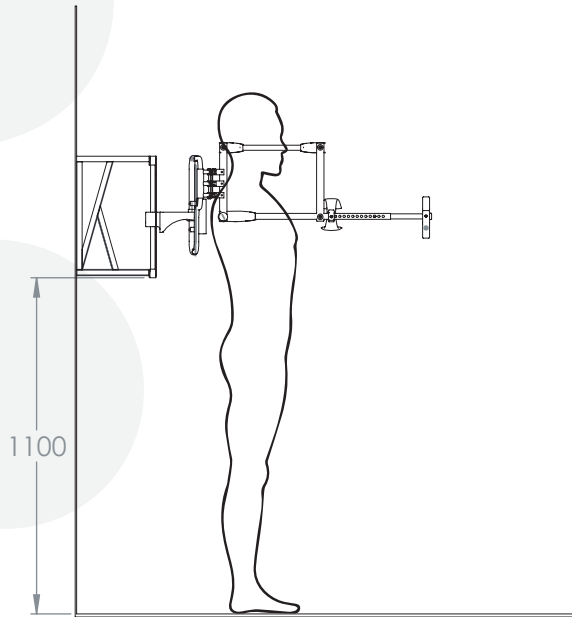


Ilustración 34. Empotramiento. Fuente: Autor.

Medidas en mm.

Guaya para el acople de 5/8"

El dispositivo está diseñado para instalarse en los centros médicos de los pueblo, municipios o veredas en todo el territorio nacional. Según la legislación colombiana de tele-medicina no está permitido prestar este tipo de servicios sin un técnico monitoreando al paciente. Por lo tanto, el sistema sólo debe accionarse con un técnico supervisando su funcionamiento en los centros médicos.

El sistema de monitoreo al paciente está supervisado por el especialista en salud que está gestionando el proceso de manera remota, el dispositivo GeoAccess se encarga de guiar el movimiento del paciente (funciona como un exoesqueleto) y realizar diferentes movimientos terapéuticos guiados a restablecer los rangos de movimiento del usuario en función de las AVD para que la lesión osteomuscular en el complejo articular del hombro no afecte su autonomía y por ende, su Calidad de Vida dando una rehabilitación integral.

El dispositivo debe empotrarse a la pared a una altura de 1.10 metros del suelo, para cumplir con los diferentes percentiles de la población colombiana.

El generador de movimiento es el *Sistema y dispositivo de rehabilitación de extremidades y articulaciones*, patentado bajo el número NC2017/0013363. El sistema incluye un dispositivo receptor de movimiento, envía y recibe datos relacionados con la rehabilitación de extremidades, hace bajo consumo de banda, genera un torque de 30 N M. Su movimiento de salida es pendular, con rotaciones de 360° n veces en cualquier sentido.

GeoACCESS

TeleRehabilitación



Ilustración 35. Disposición en el espacio. Fuente: Autor.

GeoACCESS

TeleRehabilitación



Ilustración 36. Vistas del dispositivo. Fuente: Autor.



GeoACCESS

TeleRehabilitación

Ilustración 37. Vistas del dispositivo. Fuente: Autor.

CONCLUSIONES FINALES

Alrededor del proyecto y siguiendo los objetivos, se observó que la biomecánica del complejo articular del hombro está fuertemente vinculada con las AVD relacionadas con el autocuidado, las actividades más íntimas y que demandan mayor autonomía. En esta línea de pensamiento, una lesión en el hombro, tal como una luxación o una fractura afecta de manera directa las Actividades de la Vida Diaria, y como consecuencia la Calidad de Vida si no se atiende la lesión de manera oportuna en el ejercicio terapéutico, debido a que este tipo de accidentes afectan los movimientos anatómicos, los rangos de movimiento, y el dolor al intentar realizar alguna actividad que vincule el conjunto articular del hombro. Sin embargo, a lo largo de la investigación se detalla que existe una población en situación de vulnerabilidad geográfica, alejada de la prestación de servicios especializados como la rehabilitación física.

Es aquí donde el proyecto se encamina para ofrecer este tipo de servicios especializados con el fin de hacerlos accesibles, sin perder los rasgos de calidad y optimización que demanda la prestación de servicios en salud. Como conclusión al proyecto se puede observar que el dispositivo de tele-rehabilitación cumple con los rangos de movimiento y los ejercicios terapéuticos, definidos por los GDL (Grados De Libertad) necesarios para una rehabilitación integral del complejo articular del hombro en función de las AVD, con el objetivo de prevenir, minimizar o revertir las complicaciones generadas por la situación de discapacidad transitoria y restablecer la autonomía del individuo.

Lo que busca este tipo de dispositivos como GeoAccess es acercar la rehabilitación física a zonas de difícil acceso, donde existe población con pocos recursos económicos y conectarlas con el sistema de salud, brindando así una de las características principales de la accesibilidad: *la adecuada estructura entre la población que necesita el servicio y el sistema de prestación de servicios*. Este tipo de soluciones como las Tecnologías en Salud, deben ser cuidadosas en la calidad y la optimización que prestan, este proyecto busca estos estándares por medio de sus factores de simplicidad y sencillez en

los sistemas y mecanismos que utiliza, por lo tanto, estos dispositivos deben ser seguros y promover un seguimiento al tratamiento del paciente de manera integral (historia clínica).

GeoAccess basa su funcionamiento como un sistema que se instala en los centros médicos de las veredas o municipios para ampliar el sistema de salud en estos lugares, debe estar monitoreado por un técnico que indique los pasos a seguir. Su sistema cuenta con indicadores de posicionamiento del paciente, piezas de fácil ensamble, formas simples, mecanismos simples y al descubierto para facilitar posibles reparaciones, materiales usados en aplicaciones médicas y polímeros de ingeniería para garantizar su funcionamiento en cualquier clase de clima.

Este dispositivo fue diseñado para realizar los movimientos anatómicos del complejo articular del hombro sean rehabilitados de manera independiente, con el fin de facilitar la complejidad del conjunto articular. Además, este dispositivo permite tener una trazabilidad cuantitativa y cualitativa del paciente en cuanto se puede tener un registro de las terapias, movimientos realizados, repeticiones, rangos alcanzados en el ejercicio y la sencillez del sistema para la realización del movimiento.

Esta solución mitiga una de las barreras de acceso más complejas como la barrera geográfica, llevando el servicio de rehabilitación física a la población en situación de vulnerabilidad geográfica. Sin embargo, se debe ser consiente que los servicios de salud es un sistema y como tal debe pensarse desde diferentes aspectos, como el componente burocrático, este componente está presente en la investigación, pero este tipo de barrera requiere de otras herramientas para mitigarlo, ajenas al proyecto.



ANEXO: Proceso de Diseño

En el siguiente anexo se presentarán las diferentes experimentaciones formales, las decisiones de diseño y el desarrollo del dispositivo.

Las piezas que conforman el sistema están vinculadas formalmente, el referente de estas piezas son las formas geométricas simples como cuadrados, círculos, y óvalos. El fin de utilizar estas formas elementales es dar a los pacientes la noción de seguridad al ver estas geometrías estables, además que el sistema se percibe como liviano y amigable [1, pp. 69–70].

En la revisión del estado de la técnica, una de las conclusiones más evidentes en el lenguaje formal de los proyectos académicos eran sus configuraciones robustas, aparatosas y visualmente muy pesadas, mientras que los productos comerciales apuntaban su éxito a brindar configuraciones formales sencillas, sin carcazas que escondieran el funcionamiento, y objetos muy intuitivos en el uso. En el desarrollo de la pieza se apostó por este tipo de configuración, a continuación, el proceso de diseño de cada una de las piezas.

1.1. Soporte a Pared

El soporte a pared es una de las piezas principales del sistema, en ella recaen diferentes funciones como el soporte del dispositivo y la adaptabilidad de la altura acromial. La pieza tuvo diferentes exploraciones formales, estas están determinadas por el mecanismo de ajuste (a modo de riel y pasador), la distancia del dispositivo con la pared (aprox. 45 cm), el soporte de la estructura, y la coherencia formal con el resto de las piezas como determinantes para el desarrollo.

PROCESO DE DISEÑO EN EL DESARROLLO DEL SOPORTE A PARED

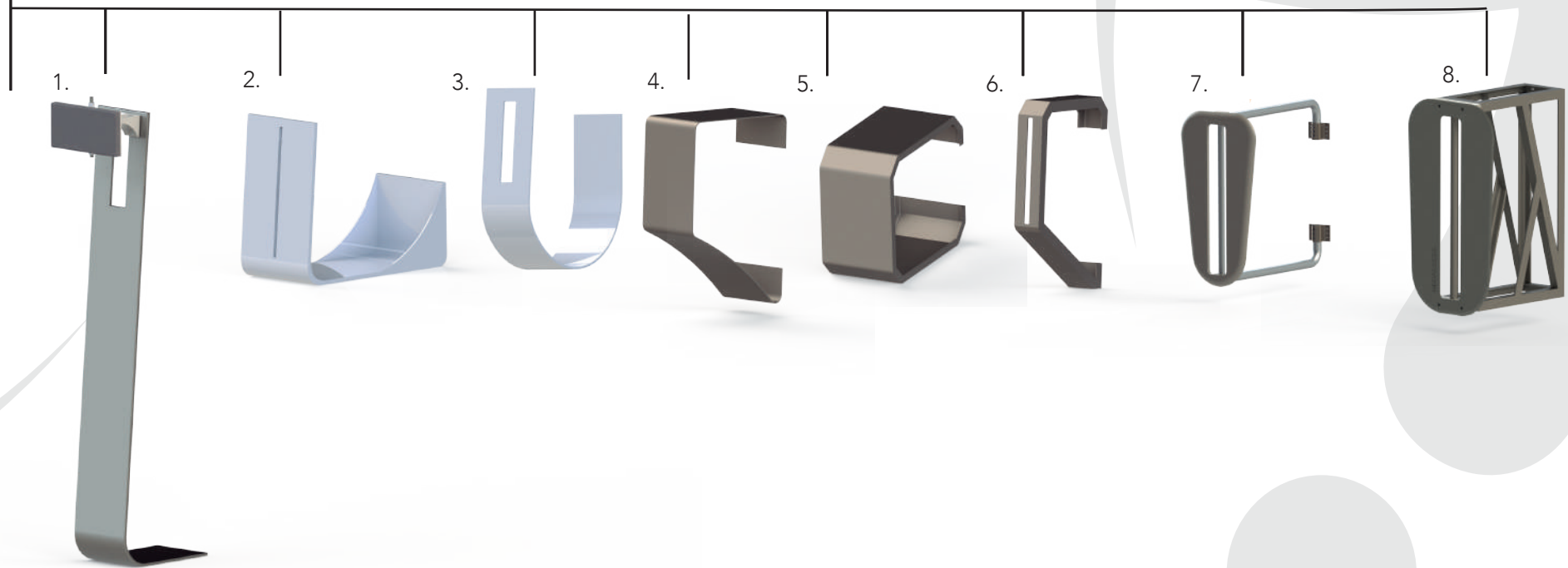


Ilustración 38. Proceso de diseño del soporte a pared en línea de tiempo. Fuente: Autor.

La primera exploración formal (1) se basa en un soporte a piso, sin embargo, tiene problemas de estabilidad, deformaciones en el régimen plástico, además, su construcción exige un uso excesivo del material.

Las siguientes exploraciones (2-3) se basan en un soporte a pared para eliminar el uso excesivo del material, sin embargo, la estructura del sistema presenta problemas de posibles deformaciones plásticas.

El desarrollo se centró en un soporte en forma de C para solucionar los problemas estructurales (4-6). A pesar de solucionar las fallas, la exploración formal se vuelve difícil y con resultados visualmente muy pesados bajo este tipo de estructura en C si se realiza en tubería, dejando a un lado la lámina.

La exploración concluyó en trabajar en una estructura en C con tubería (7), pero se opta por una carcasa para la parte frontal donde se encuentra el mecanismo de adaptación de la altura acromial. Sin embargo, en la prueba final este tipo de soporte no era suficiente para la exigencia del dispositivo. Como final se llegó a una estructura completa (8) para poder brindar un soporte a los movimientos del dispositivo, el apoyo del brazo y el apoyo del paciente.

1.2. Soporte de Espalda

El soporte de espalda es la pieza clave para ayudar al posicionamiento del paciente con el dispositivo, guiando al usuario a tomar la postura adecuada para la realización del ejercicio terapéutico. Además de esta función, el soporte también se encarga de ajustar la anchura bideltaidea. Su exploración formal se basa en pensar la pieza como una guía para apoyar la espalda, y un pasador para el mecanismo de altura acromial.

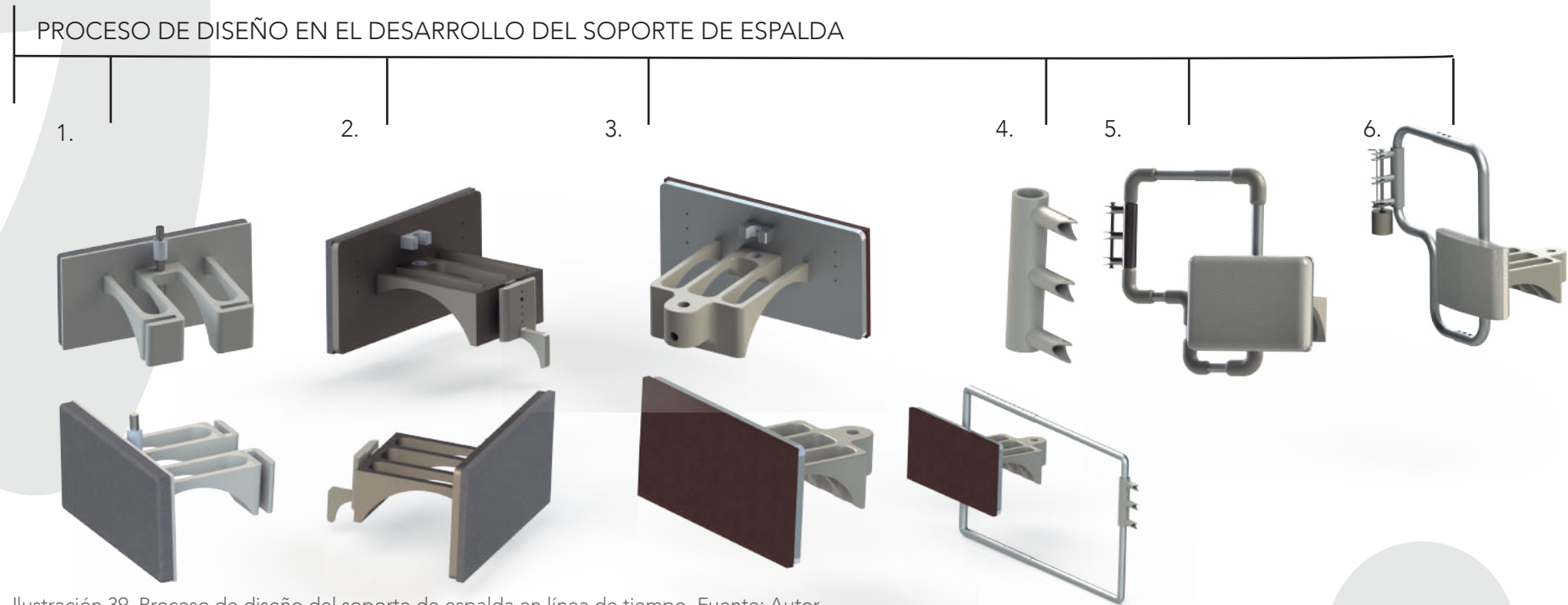


Ilustración 39. Proceso de diseño del soporte de espalda en línea de tiempo. Fuente: Autor.

La primera exploración (1) se basa en pensar una pieza y dos aletas a los extremos para actuar a modo de ajustes con respectivos tornillo mariposa, sin embargo, este diseño no era funcional en el ensamble de producción, puesto que el riel debía ser muy angosto y el soporte espalda estaba pensado como una sola pieza.

En la siguiente exploración (2) se propone hacer el soporte en dos partes para el ensamble con el soporte a pared, se toma una pieza de metal y otra de plástico con el sistema de ajuste de tornillo mariposa y un agarre, sin embargo, el modo de uso y el ensamble resulta aparatoso.

Para el siguiente desarrollo (3) se propone el uso de una pieza para hacer de pasador en el riel, resolviendo el mecanismo de acople, el ensamble en producción y facilitando el modo de uso. La propuesta siguiente (4) es el cardán para los movimientos en los diferentes planos anatómicos (frontal, sagital y transversal) para dirigir el mecanismo de cuatro barras.

En el proceso de las pruebas, se percató de que las barras para ajuste de la altura bideltoidea (4) podían chocar con el brazo en el movimiento de flexo-extensión, así que se realiza otro tipo de estructura sin afectar las medidas de los percentiles.

Como conclusión la pieza completa (5), esta pieza soluciona el acople con el soporte a pared, el cambio de orientación de brazo (ya sea derecho o izquierdo), el mecanismo de adaptabilidad respecto a la anchura bideltoidea de los diferentes pacientes, y el cardán para cambios de plano anatómico. La pieza final (6) se eliminaron los codos para manejar la menor cantidad de piezas y sea más sencillo y eficaz el ensamblaje en producción.

Las pruebas se enfocaron en probar posibles restricciones en el movimiento de flexo-extensión para el apoyo de espalda.

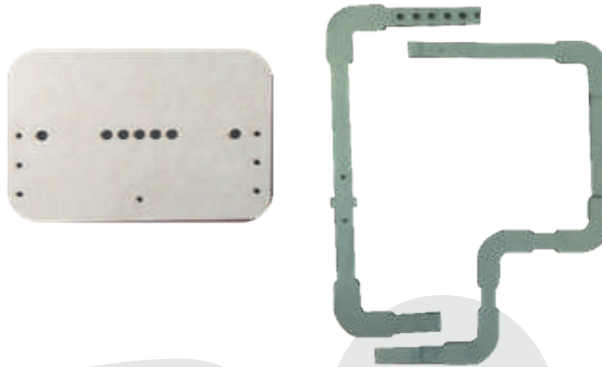


Ilustración 40. Maqueta para prueba del ajuste bideltoideo y prueba de interferencia. Fuente: Autor.

Como conclusión se realizaron cambios en las medidas, disminución del tamaño y se disminuyeron las perforaciones para el ajuste a tres.

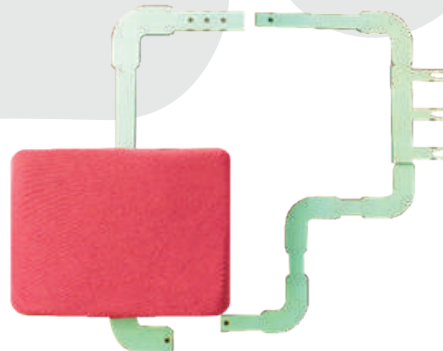


Ilustración 41. Maqueta para prueba. Fuente: Autor.

1.3. Mecanismo de Cuatro Barras

Fue una de las primeras piezas en el desarrollo del sistema, debido a su papel principal en la realización de los ejercicios terapéuticos.

Se comprobó a partir de diferentes maquetas los alcances y el movimiento del mecanismo. Las primeras materializaciones se ejecutaron en tubo de PVC, hasta llegar a una aproximación con el material real (aluminio).

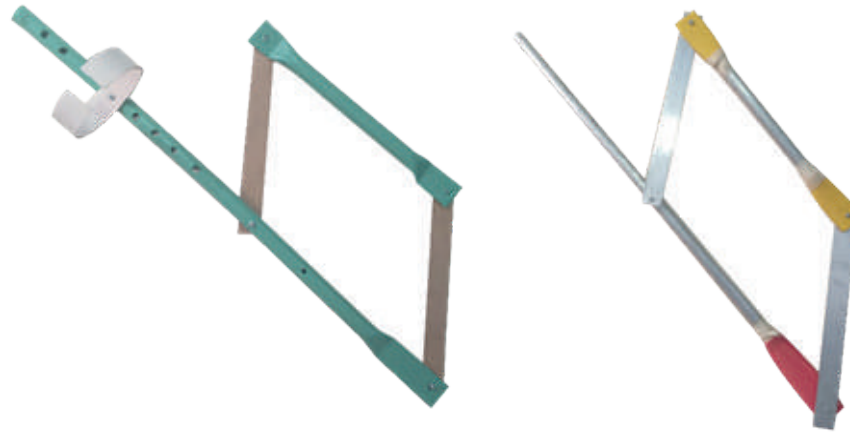


Ilustración 42. Maquetas para comprobación del movimiento. Fuente: Autor.

Cuando se realizaron las experimentaciones con el mecanismo se comprueba con éxito los alcances, los diferentes movimientos y la ausencia de bloqueos durante el uso.

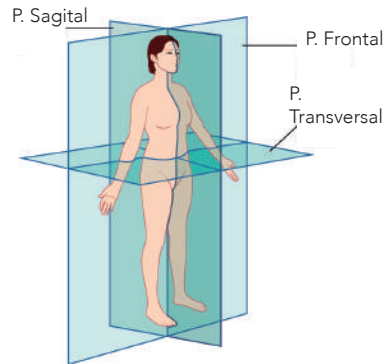
En el siguiente paso, se propone el agarre a mano llena, el encargado de realizar la rotación (pronación y supinación con el brazo extendido). Para ello, se bocetaron los primeros acercamientos a las propuestas conceptuales (Propuesta #4A Y 4B), donde se especifica cómo se debe hacer el movimiento, los requerimientos que debe cumplir el agarre de rotación, dónde debe ir ubicado según el mecanismo de cuatro barras, tipo de mecanismo usado (eje que se desplaza por el carril) y el modo de uso.

En la revisión de las propuestas se optó por seguir la propuesta #4A, debido su la facilidad y fidelidad del movimiento (sin posibles bloqueos).

A continuación, los diagramas de las propuestas y las explicaciones graficas de cada una de ellas.

REQUERIMIENTOS

Movimientos en los planos anatómicos.

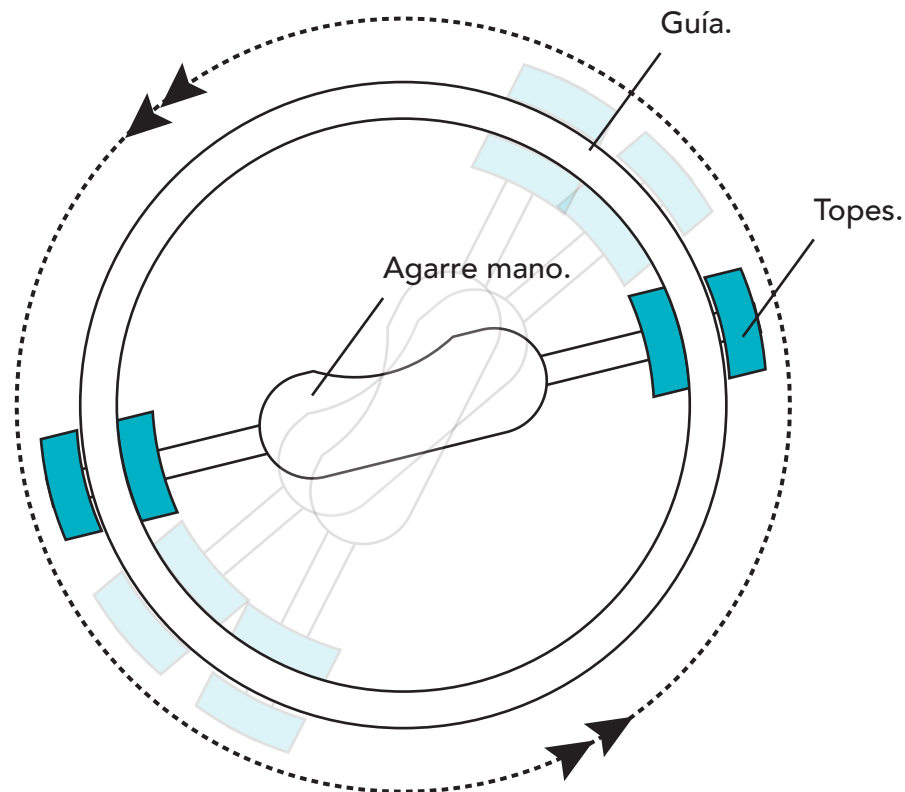


Movimientos del complejo articular del hombro.

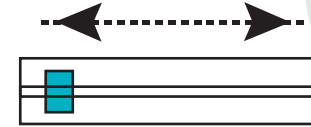


Pronación de hombro.

PROPUESTA #4a MECANISMO DE ROTACIÓN - SUPINACIÓN.



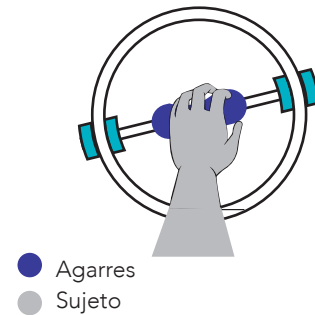
TIPOS DE MECANISMO USADO



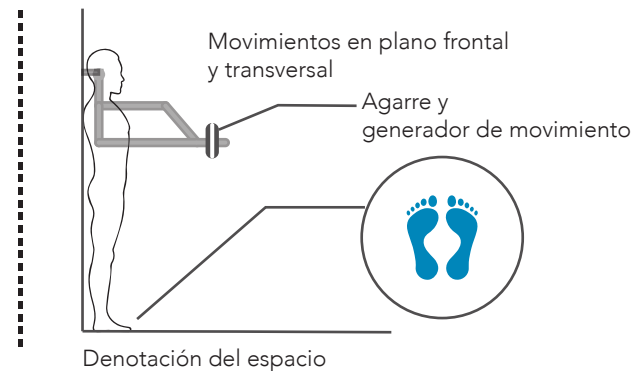
Sistema a modo de pasador.

Pasador.

En uso

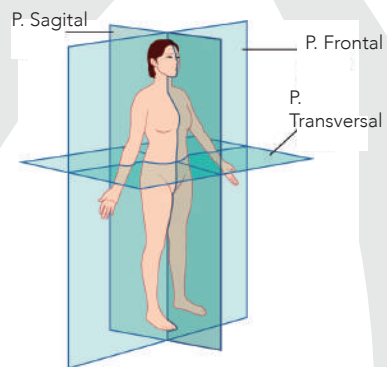


● Agarre
● Sujeto

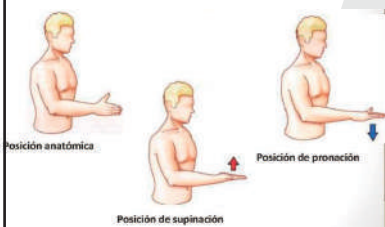


REQUERIMIENTOS

Movimientos en los planos anatómicos.

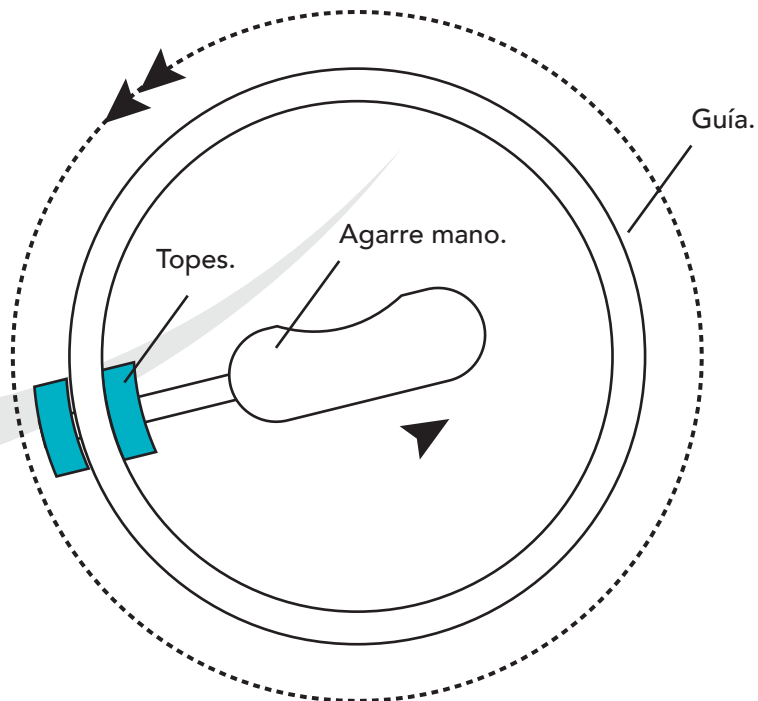


Movimientos del complejo articular del hombro.



Pronación de hombro.

PROPUESTA #4b MECANISMO DE ROTACIÓN - SUPINACIÓN.

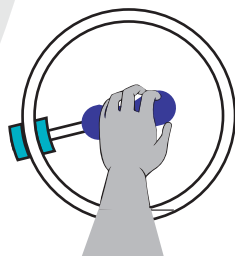


TIPOS DE MECANISMO USADO

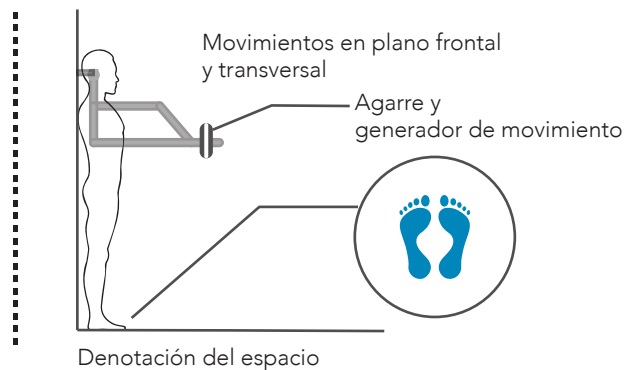


Pasador.

En uso



Agarres
Sujeto



Materializaciones del agarre para rotación (pronación y supinación).

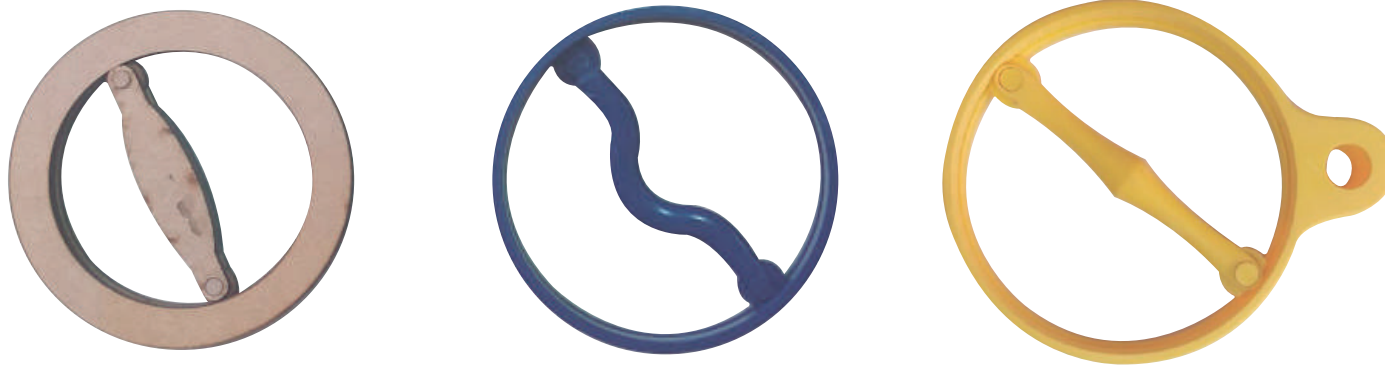


Ilustración 44. Proceso de diseño para el mecanismo de rotación. Fuente: Autor.

La primera prueba de movimiento fue realizada en corte láser en MDF de 3 mm, en donde se comprueba el movimiento. Se pasa a realizar la primera prueba en impresión 3D donde se observa la falta de una sujeción al mecanismo de cuatro barras y problemas en el agarre en el cambio de orientación (de mano derecha a izquierda).

Como conclusión se realiza un mango lineal, con un agarre más grueso, una sujeción al tubo del mecanismo y se mejora por completo el movimiento del mecanismo haciéndolo más natural y sencillo de rotar.

En el apoyo para brazo hubo varias propuestas encaminadas a manejar el soporte como un mecanismo ajustable por medio de riatas, sin embargo, en cuestiones de índole médica se trata de eliminar por completo los materiales textiles debido al higiene. La primera materialización del apoyo se eliminaron las costuras y se apostó por una forma asimétrica. Sin embargo, en las pruebas con usuario la parte más pequeña y delgada resultaba incomoda, concluyendo en la modificación de hacer los dos extremos del mismo grosor.



Ilustración 45. Proceso de prototipado del apoyo a brazo. Fuente: Autor.

A continuación, se muestra en una línea de tiempo las diferentes experimentaciones formales con las partes del mecanismo.



Ilustración 46. Proceso de diseño del mecanismo de cuatro barras en línea de tiempo. Fuente: Autor.

En las primeras experimentaciones se encuentra el mecanismo de cuatro barras (1), el desarrollo de los agarres de rotación y apoyo del brazo (2) hasta llegar a su forma final (3 y 5). Se hace un reajuste al apoyo a brazo (5) porque en las pruebas con usuarios resultaba incomodo no tener un soporte ancho, así que se optó por cambiar las medidas y hacer esta pieza más simétrica.

La siguiente exploración formal es el cardan para conectar el mecanismo de cuatro barras al soporte de espalda (4) y, por último, una visualización del mecanismo con todas las piezas unidas y corregidas en medidas (6).

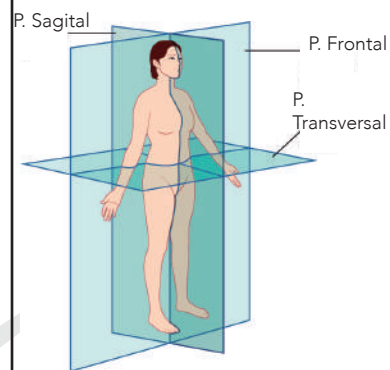
1.4. Mecanismo de acople dispositivo a motor.

Esta pieza es la encargada de la transmisión del movimiento del dispositivo, se hizo un acercamiento a las características que debía tener la transmisión y el acople (vistas en el detalle de las propuestas conceptuales del acople).

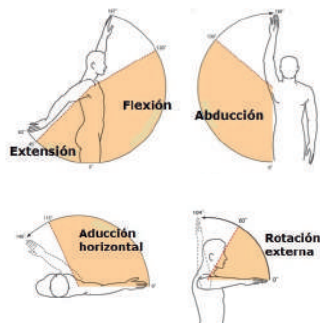
La primera propuesta conceptual se trabajaba con diferentes mecanismos, para la siguiente se trata de minimizar y hacer más flexible la transmisión por el uso de una guaya, haciendo el símil con el funcionamiento de la guaya del Mototool. Se escoge la segunda alternativa como la más certera para empezar el proceso de refinamiento de la propuesta.

REQUERIMIENTOS

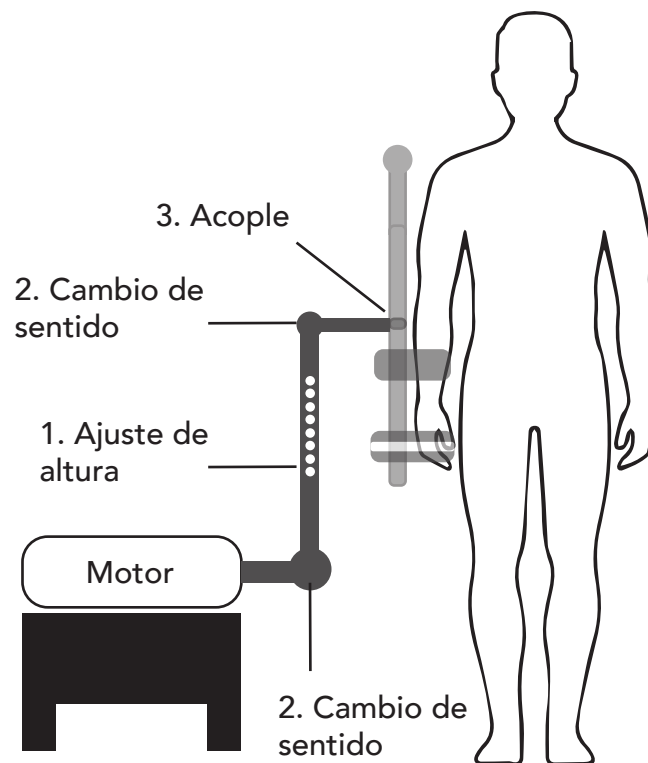
Movimientos en los planos anatómicos.



Movimientos del complejo articular del hombro.

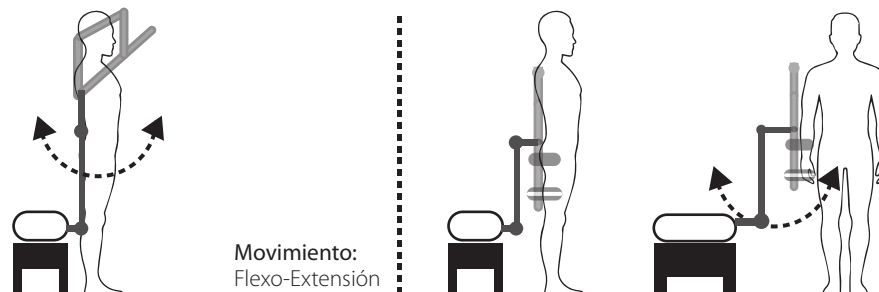


DIAGRAMACIÓN MECANISMO TRANSMISIÓN DEL MOTOR



Cambio de Sentido

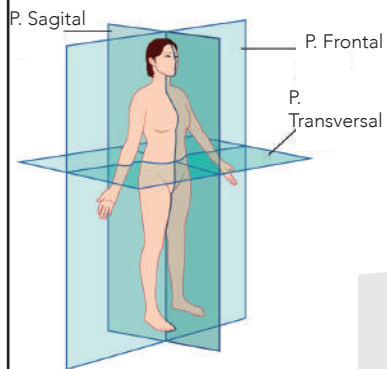
Para movimientos en los distintos planos anatómicos.



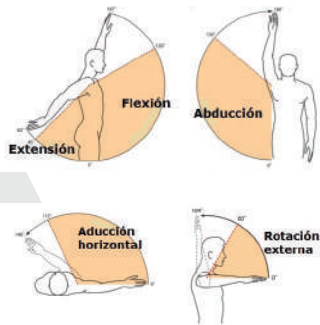
PARTE	TIPO DE MECANISMO
1. Ajuste de altura	 Mecanismo de pasador / Mecanismo Telescopio.
2. Cambio de sentido	 Rótula con restricción / Cardán
3. Acople	 Ejes Estriados / Acoplamiento Lateral

REQUERIMIENTOS

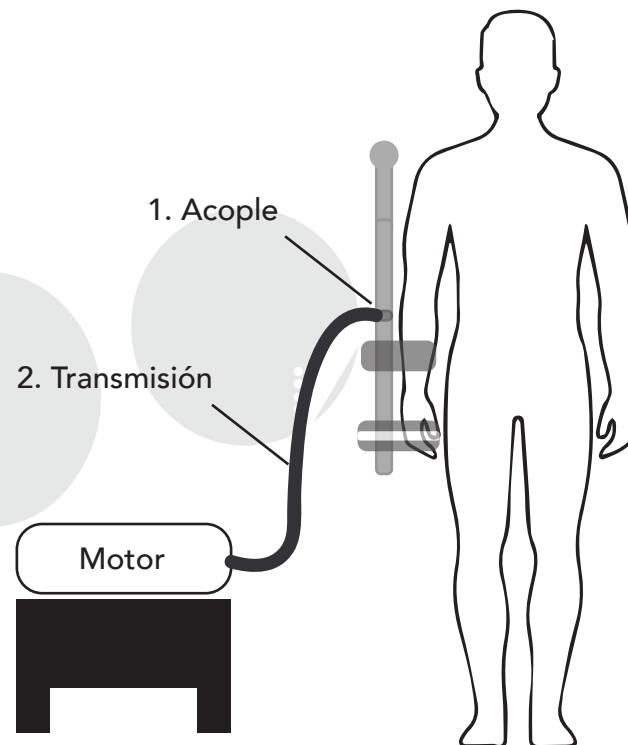
Movimientos en los planos anatómicos.



Movimientos del complejo articular del hombro.

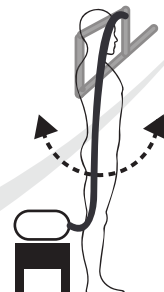


DIAGRAMACIÓN MECANISMO TRANSMISIÓN DEL MOTOR

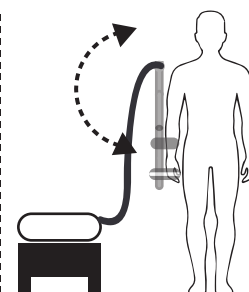


PARTE	TIPO DE MECANISMO
1. Transmisión	Guaya de eje flexible
2. Acople	Ejes Estriados / Acoplamiento Lateral

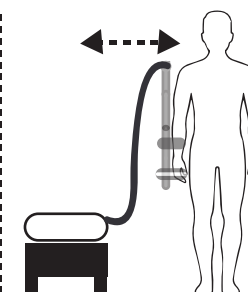
Cambio de Sentido
Para movimientos en los distintos planos anatómicos.



Movimiento:
Flexo-Extensión



Movimiento:
Aducción - Abducción



Movimiento:
Aducción - Abducción horizontal

Para el desarrollo, la primera parte para empezar esta pieza fue el diseño a detalle del acople, se hicieron experimentaciones y ensayos de pruebas respecto al tamaño.

PROCESO DE DISEÑO EN EL DESARROLLO DEL ACOPLE

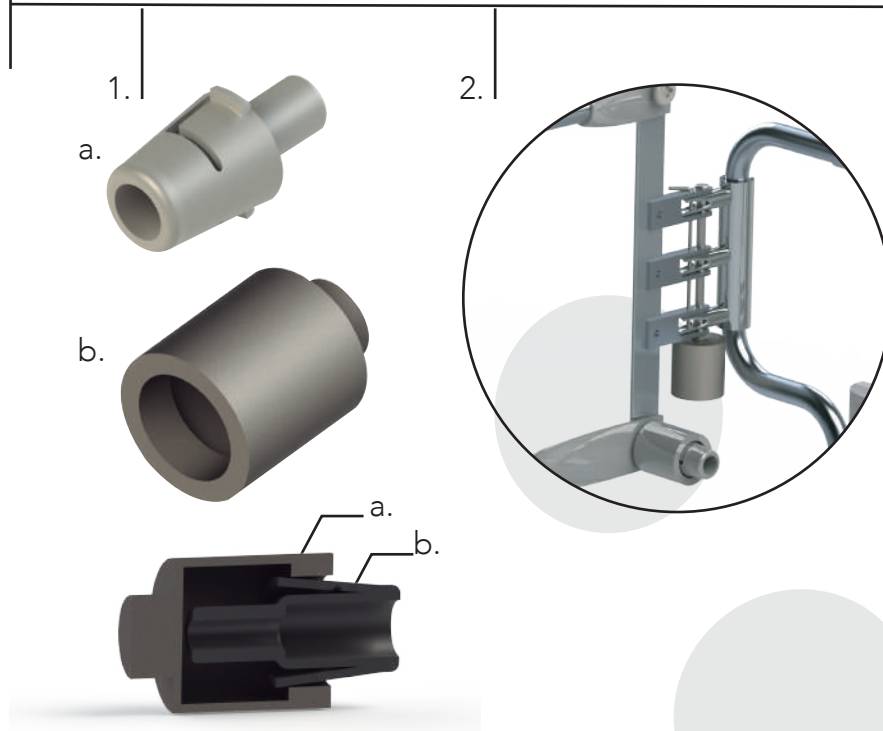


Ilustración 48. Proceso de diseño del acople en línea de tiempo. Fuente: Autor.

El mecanismo de acople está compuesto por dos piezas (1), una hembra y la otra macho, a presión se insertan. El siguiente paso fue ubicar los acoples para el movimiento (2), el acople encargado del movimiento de abducción – aducción en plano frontal y el movimiento de flexo-extensión está ubicado en el mecanismo de cuatro barras; el acople ubicado en el eje del cardán de encarga del movimiento de abducción –aducción horizontal.

1.5. Dispositivo GeoAccess

Como conclusión un esquema con las visualizaciones completas del sistema y cómo fue modificado según las pruebas, diseño, cambios de medidas, etc.

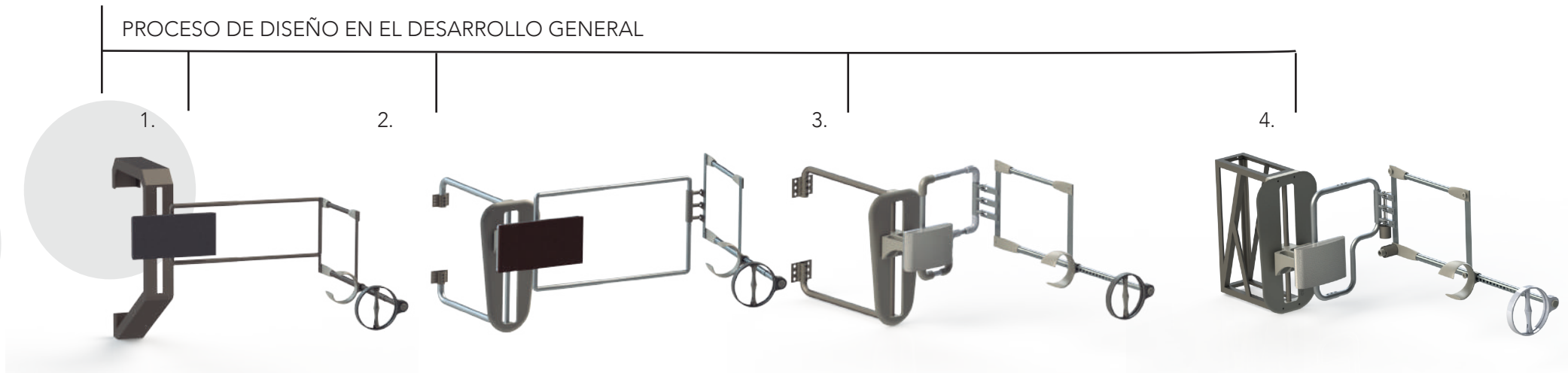


Ilustración 49. Proceso de diseño del dispositivo en línea de tiempo. Fuente: Autor.

El lenguaje formal del dispositivo apunta hacia una estructura simple, liviana, construida a partir de formas geométricas básicas y de denotación de zonas de actividad por medio de colores más oscuros (denotación para el usuario) y zonas de apoyo por medio de colores claros (para fácil limpieza). Este tipo de configuración tiene el objetivo de ser lo más sencillo posible debido a la modalidad de servicio que presta, la tele-medicina. Este tipo de modalidad requiere dispositivos muy simples, sencillos de entender y fáciles de ensamblar.

La paleta de colores se distingue por ser sobria, conservadora, neutra y monocromática con el fin de tener un objeto que de forma perceptual y funcional tenga características antisépticas. Este tipo de paleta de color son tradicionalmente usadas para las aplicaciones médicas. Esta paleta de colores también se dirige debido a la versatilidad para encontrar los repuestos de las piezas, en especial las de plástico o textil.

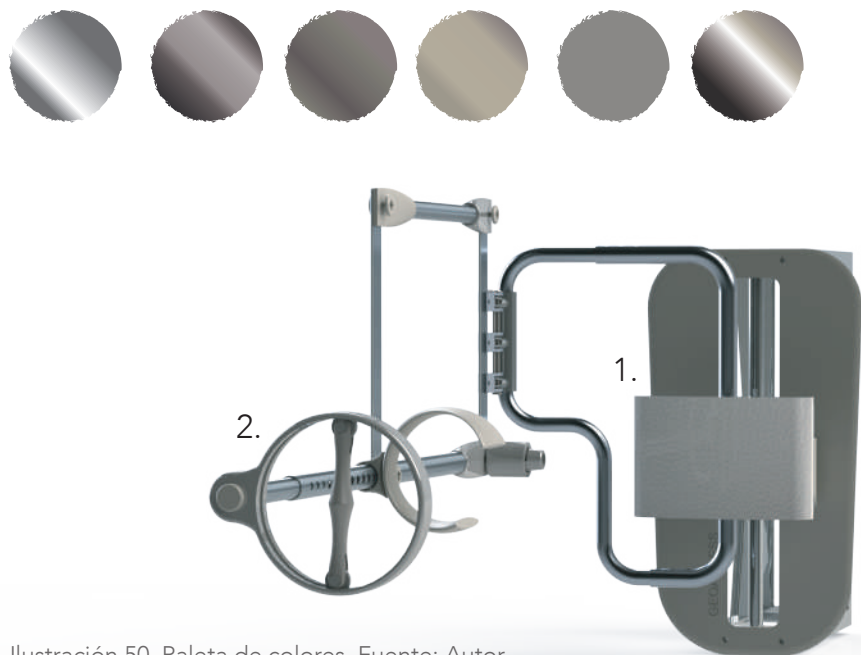
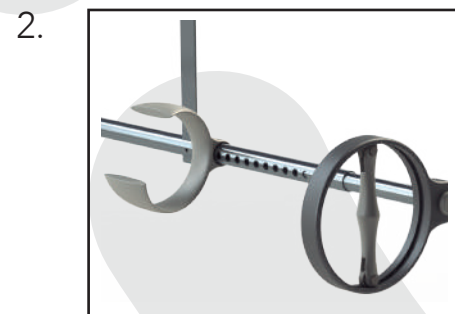
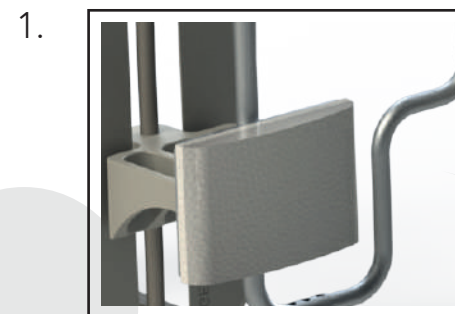


Ilustración 50. Paleta de colores. Fuente: Autor.

ZONAS DE ACTIVIDAD / ZONAS DE RELACIÓN DIRECTA CON EL PACIENTE

Los colores más oscuros denotan este tipo de zonas: de contacto directo, direccionamiento y realización de la terapia. Los colores claros denotan zonas de apoyo



BIBLIOGRAFÍA

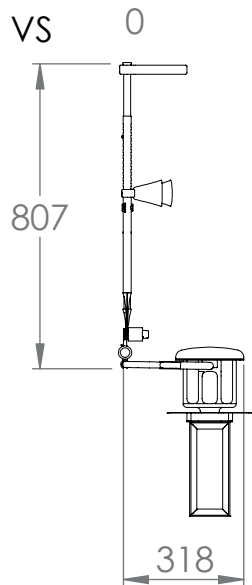
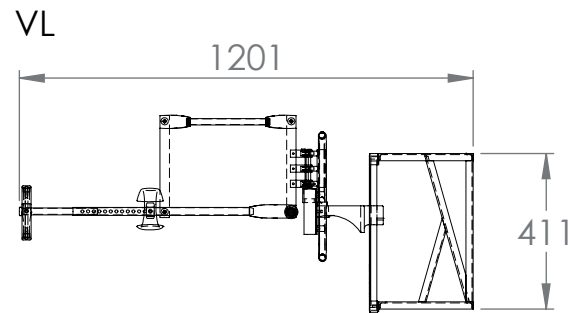
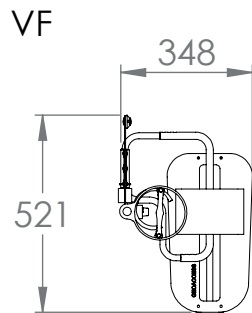
- [1] R. Arnheim, Arte y percepción visual, Segunda re. Fernandez Ciudad, España: Regents of the University of California, 2006.

1.6. Planos

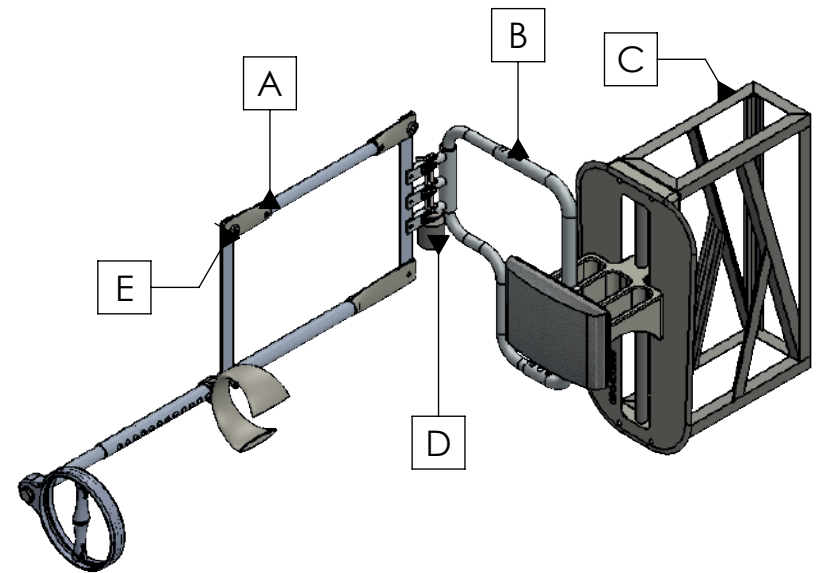
En la siguiente sección se encuentran los planos del dispositivo y los accesorios.

GEOACCESS

DISPOSITIVO COMPLETO VISTAS PRINCIPALES



VISTA PERSPECTIVA ESC 1:10



- A. MECANISMO DE CUATRO BARRAS.
- B. SOPORTE A ESPALDA.
- C. SOPORTE A PARED.
- D. ACOUPLE.
- E. BUJES.

Especificaciones: Tubería de Aluminio de 3/4" y 5/8" calibre 16. Tubería en Acero inoxidable de 5/8" calibre 16, perfil cuadrado de 3/4" de calibre 16.

Peso: 8000 gramos

Volumen: 2273007 mm³

Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

Título: DISPOSITIVO GEOACCESS

Material: ALUMINIO, ACERO, NYLON 6

Página 01 de 22

Acabado: Liso

Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:20

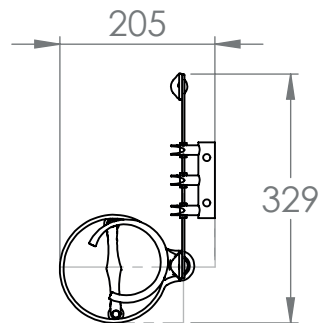


GEOACCESS

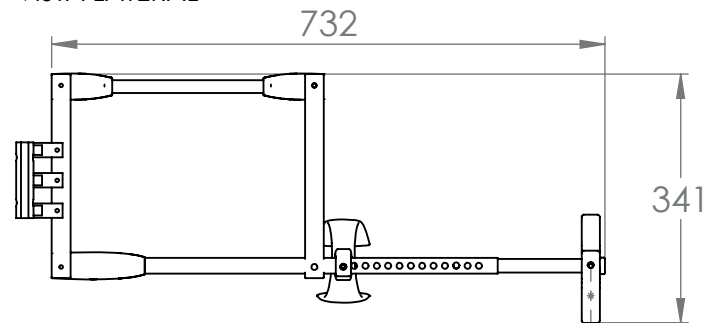
MEDIDAS GENERALES DEL MECANISMO DE CUATRO BARRAS

VISTAS PRINCIPALES

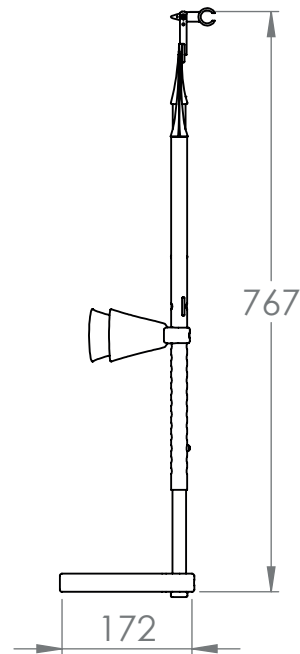
VISTA FRONTAL



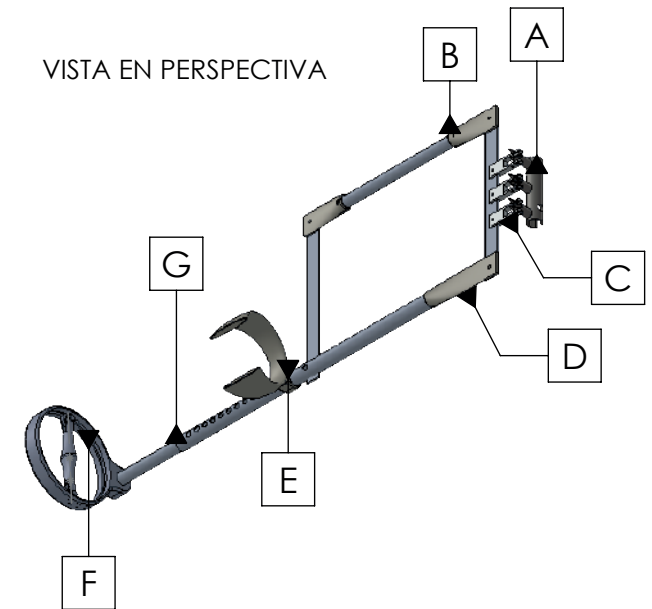
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



VISTA EN PERSPECTIVA



Componentes:

- A. Cardán A.
- B. Codo Pequeño.
- C. Cardán B.
- D. Codo Grande.
- E. Apoyo brazo.
- F. Agarre Rotador.
- G. Estructura Metálica.

Título: MECANISMO DE CUATRO BARRAS

Material: ALUMINIO, ACERO, NYLON 6

Página 02 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:10

Especificaciones: Tubería de Aluminio de 3/4" y 5/8" calibre 16.

Peso: 900 gramos

Autor: Lina María Rivera

Volumen: 336875 mm³

Fecha: 15 de Abril de 2020

Medidas dadas en milímetros

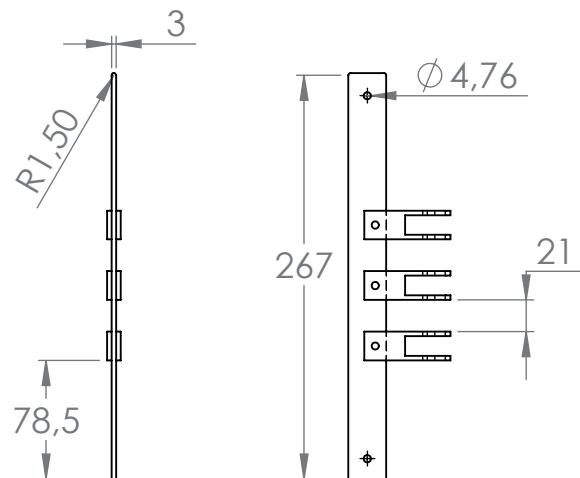
Formato de Hoja: A4



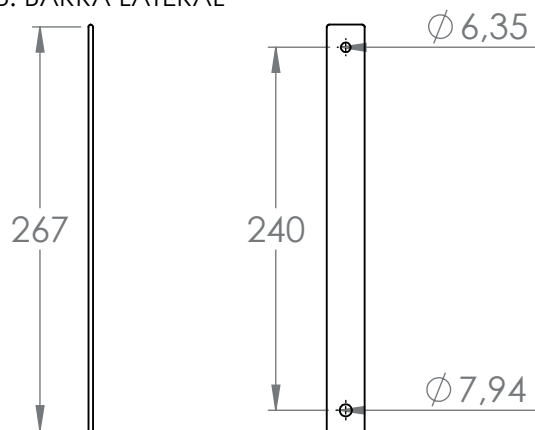
GEOACCESS

CORTES PARA EL MECANISMO VISTAS PRINCIPALES

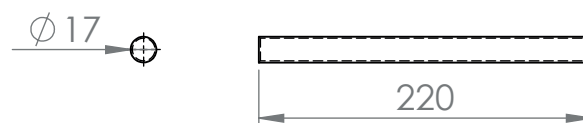
A. BARRA-CARDÁN



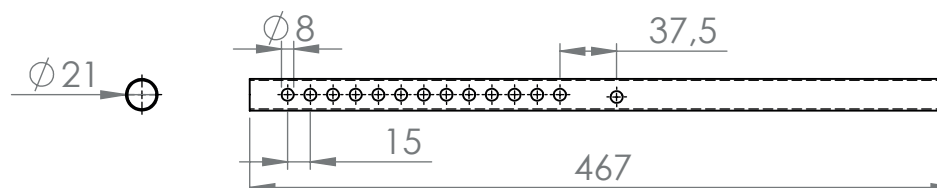
B. BARRA LATERAL



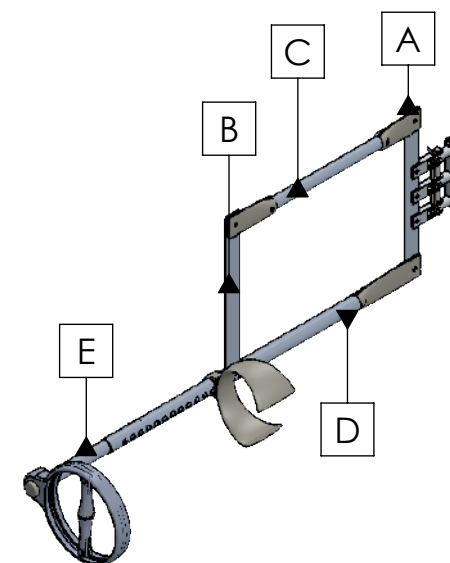
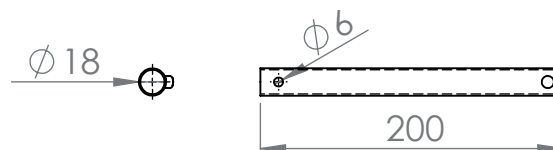
C. BARRA CILÍNDRICA



D. BARRA PARA AJUSTE DE ALTURA ANTERIOR DEL BRAZO



E. BARRA DE AJUSTE CON PIN



VISTA DEL MECANISMO COMPLETO / ESC 1:10

Título: CORTES MECANISMO DE CUATRO BARRAS

Material: ALUMINIO 3003

Página 03 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:5

Especificaciones: Tubería de Aluminio de 3/4" y 5/8" calibre 16.

Peso: 100 gramos

Autor: Lina María Rivera

Volumen: 336875 mm³

Fecha: 15 de Abril de 2020

Medidas dadas en milímetros

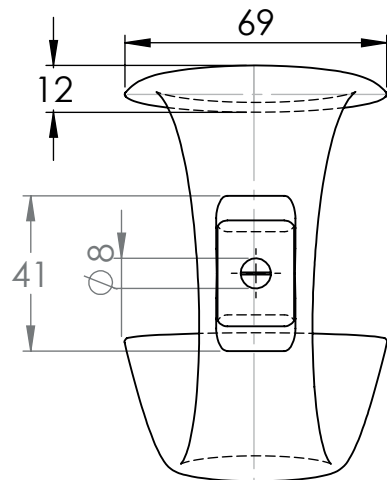
Formato de Hoja: A4



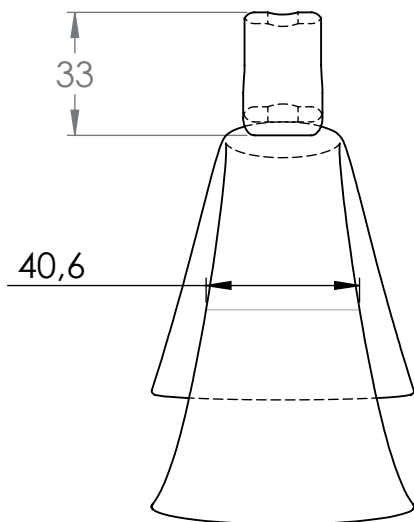
GEOACCESS

APOYO BRAZO VISTAS PRINCIPALES

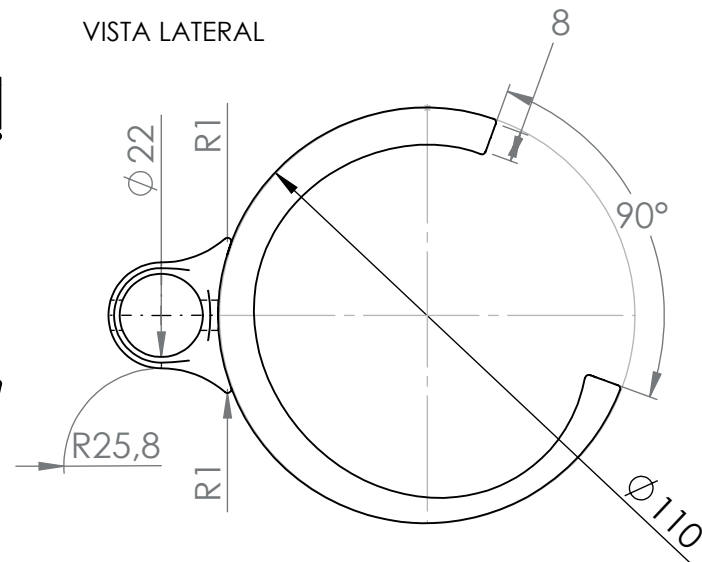
VISTA FRONTAL



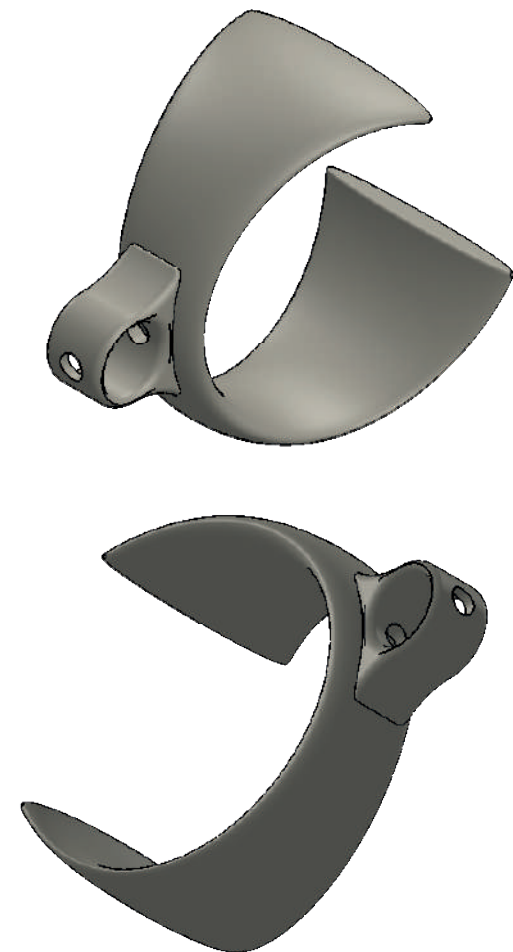
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



VISTAS PERSPECTIVA



Especificaciones: Nylon 6, espesor de 3 mm.

Peso: 76.5 gramos

Volumen: 68275 mm³

Título: APOYO BRAZO

Material: NYLON 6 / GRIS CREMA

Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

Página 04 de 22

Acabado: Liso

Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

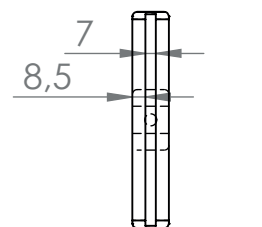
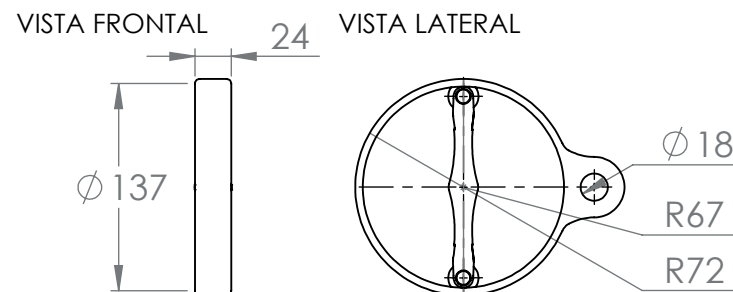
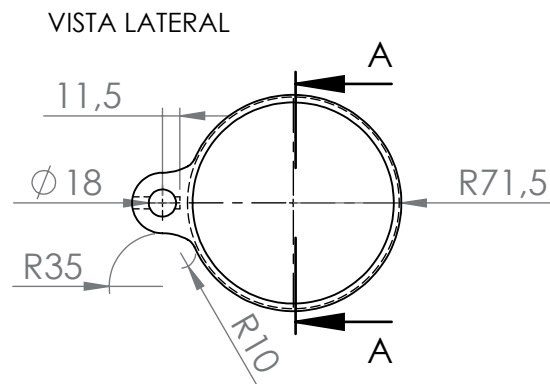
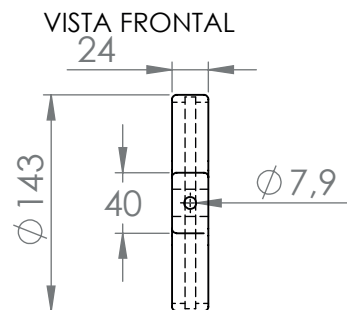
Escala: 1:2



GEOACCESS

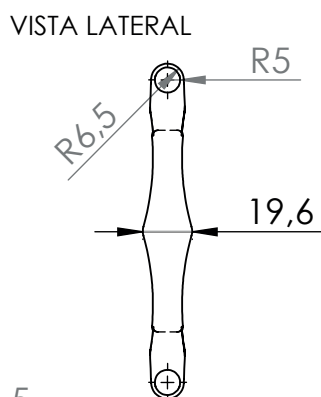
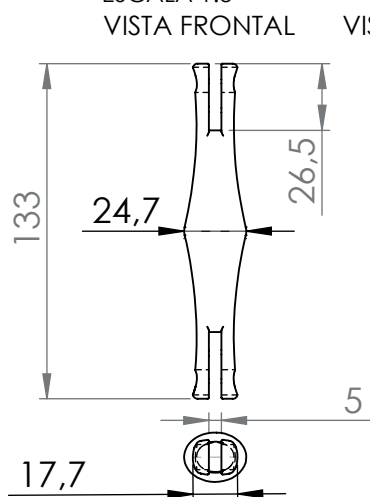
AGARRE ROTADOR VISTAS PRINCIPALES

A. CARRIL



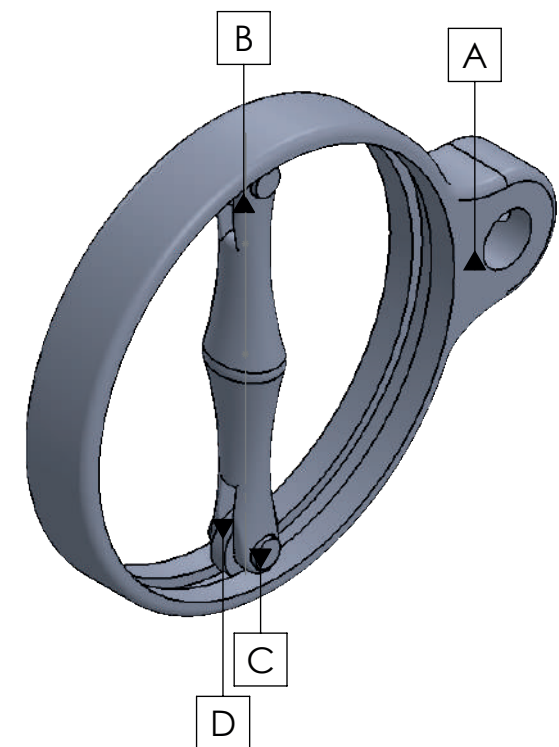
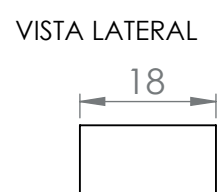
B. AGARRE

ESCALA 1:3



C. EJE

ESCALA 1:1



- A. CARRIL.
B. AGARRE.
C. EJE.
D. BALINERA ($\varnothing 10\text{mm} \times 6 \text{ mm}$)

Título: AGARRE ROTADOR

Material: NYLON 6

Página 05 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:5

Especificaciones: Nylon 6, espesor de 3 mm.

Peso: 100 gramos

Autor: Lina María Rivera

Medidas dadas en milímetros

Volumen: 89827 mm³

Fecha: 15 de Abril de 2020

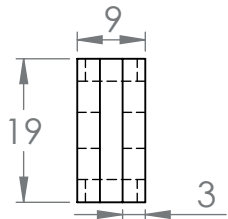
Formato de Hoja: A4



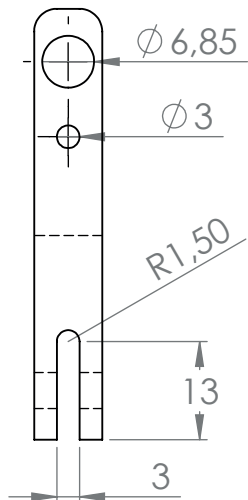
GEOACCESS

VISTAS PRINCIPALES
CARDÁN A
CANTIDAD: 3

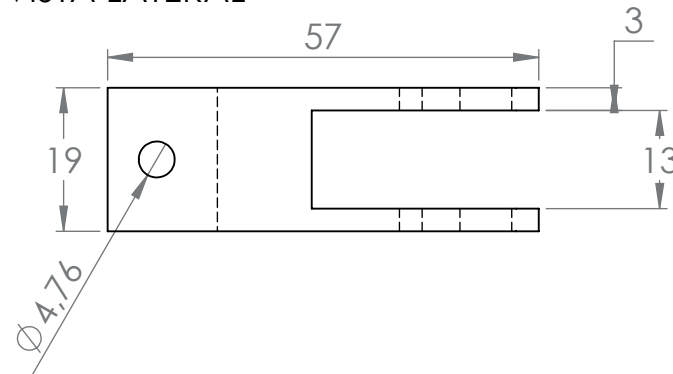
VISTA FRONTAL



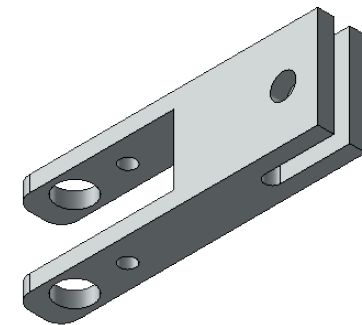
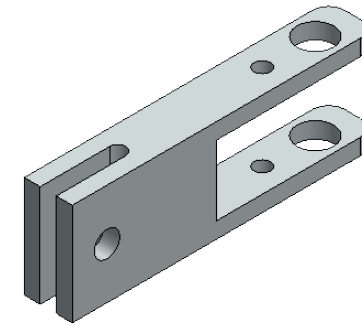
VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



VISTAS EN PERSPECTIVA



Especificaciones: Acero Inoxidable 420, espesor de 3mm

Peso: 13.7 gramos

Volumen: 5035 mm³

Título: CARDÁN A

Material: ACERO INOXIDABLE 420

Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

Página 06 de 22

Acabado: Liso

Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

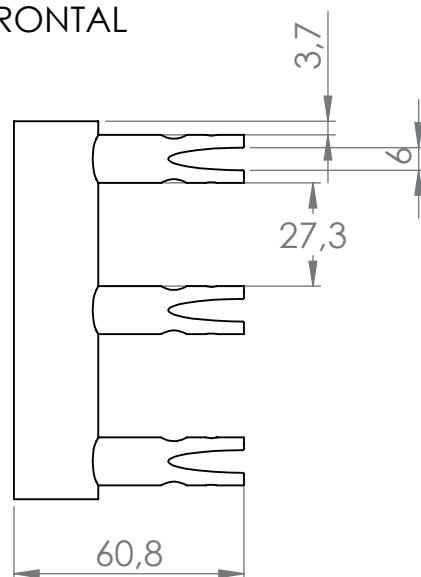
Escala: 1:1



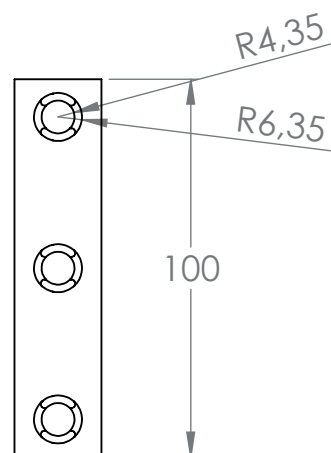
GEOACCESS

VISTAS PRINCIPALES CARDÁN B

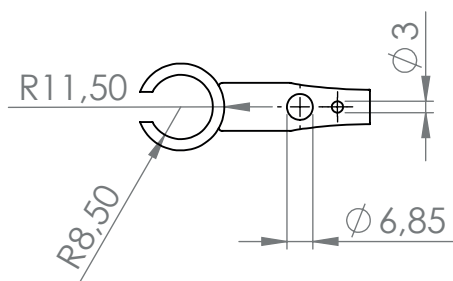
VISTA FRONTAL



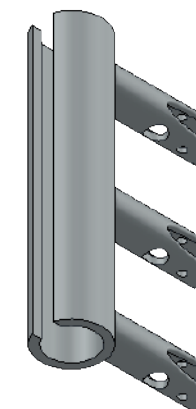
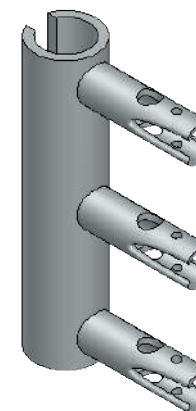
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



VISTAS EN PERSPECTIVA



Título: CARDÁN B

Material: ACERO INOXIDABLE 420

Página 07 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:1

Especificaciones: Tubería de Aluminio de 3/4" y 5/8" calibre 16. Tubería en Acero inoxidable de 5/8" calibre 16, perfil cuadrado de 3/4" de calibre 16.

Peso: 186.2 gramos

Autor: Lina María Rivera

Volumen: 23875 mm³

Fecha: 15 de Abril de 2020

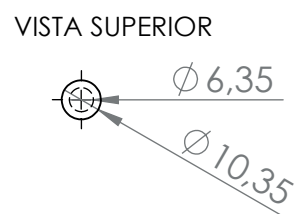
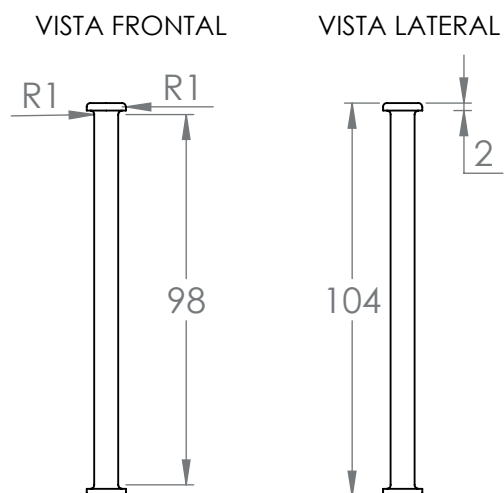
Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

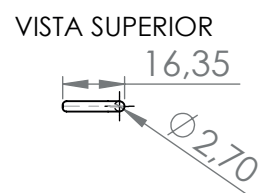
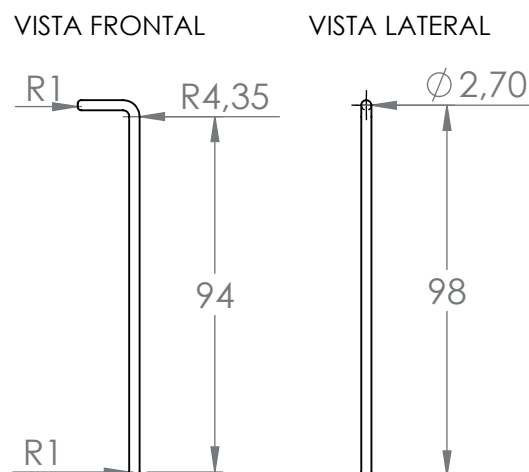


GEOACCESS

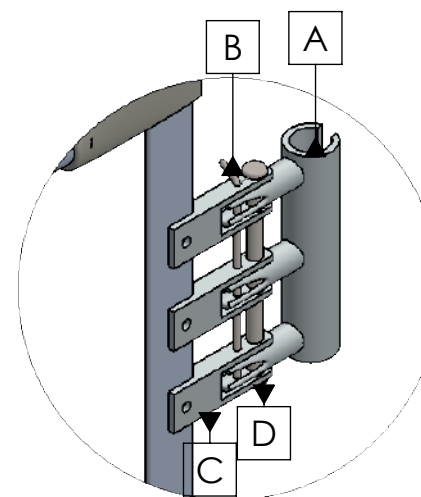
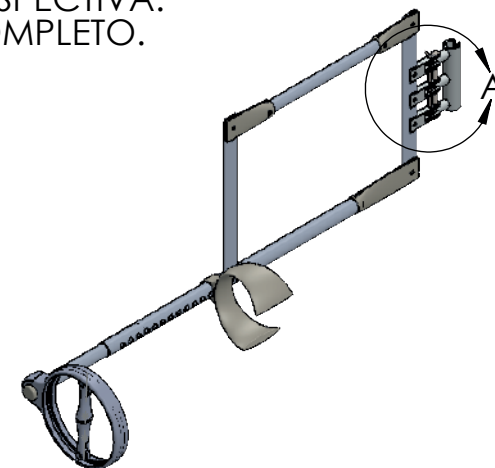
EJE DEL CARDÁN VISTAS PRINCIPALES



BLOQUEO DEL CARDÁN VISTAS PRINCIPALES



VISTA EN PERSPECTIVA.
MODELO COMPLETO.
ESC 1:10



DETALLE A
ESCALA 1 : 3

- A. Cardán B.
- B. Bloqueo Cardán.
- C. Cardán A.
- D. Eje del Cardán.

Especificaciones: Tubería de 1/4" para el eje del cardán calibre 16. Bloqueo del cardán en Nylon 6.

Peso: 200 gramos

Volumen: 24701 mm³

Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

Página 08 de 22

Acabado: Liso

Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

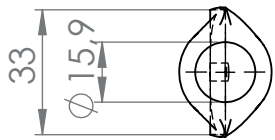
Escala: 1:2



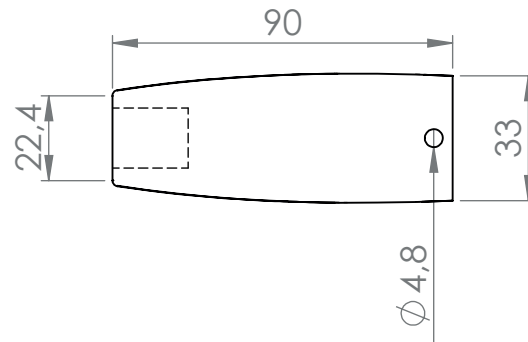
GEOACCESS

EMPALME CORTO
CANTIDAD: 2
VISTAS PRINCIPALES

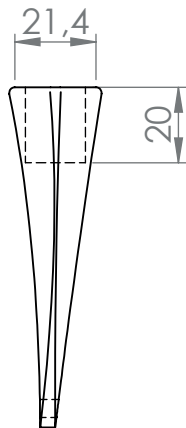
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



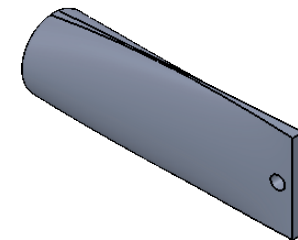
VISTA SUPERIOR



VISTA PERSPECTIVA



VISTA PERSPECTIVA



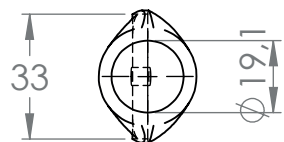
Título: EMPALME CORTO		Página 09 de 22	GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN
Material: NYLON 6		Acabado: Liso	
Especificaciones: Nylon 6, espesor de 3 mm.	Peso: 18.32 gramos	Autor: Lina María Rivera	Medidas dadas en milímetros
	Volumen: 16356 mm ³	Fecha: 15 de Abril de 2020	Formato de Hoja: A4



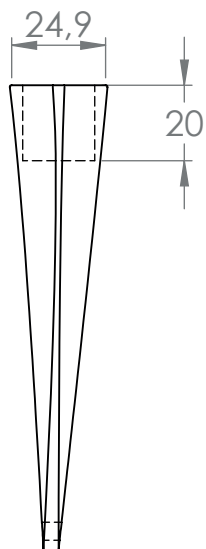
GEOACCESS

EMPALME LARGO VISTAS PRINCIPALES

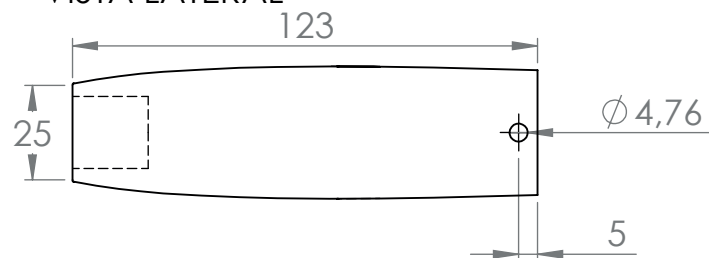
VISTA FRONTAL



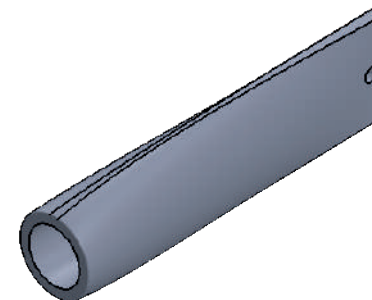
VISTA SUPERIOR



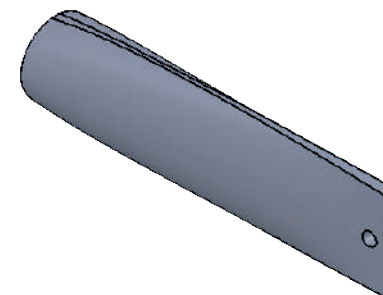
VISTA LATERAL



VISTA PERSPECTIVA



VISTA PERSPECTIVA



Título: EMPALME LARGO

Material: NYLON 6

Página 10 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:2

Especificaciones: Tubería de Aluminio de 3/4" y 5/8" calibre 16. Tubería en Acero inoxidable de 5/8" calibre 16, perfil cuadrado de 3/4" de calibre 16.

Peso: 23.2 gramos

Volumen: 20715 mm³

Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

Medidas dadas en milímetros

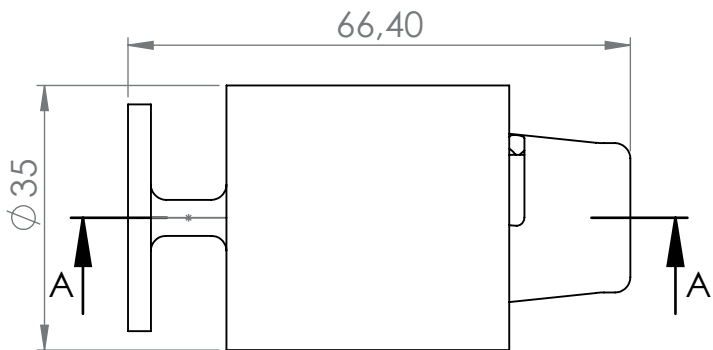
Formato de Hoja: A4



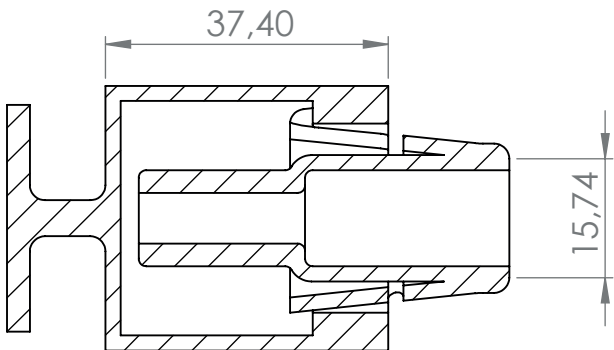
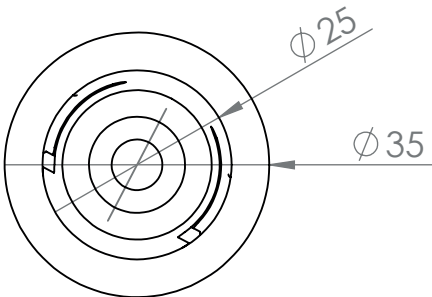
GEOACCESS

ENSAMBLE DE UNIÓN PARA MOTOR VISTAS PRINCIPALES

VF

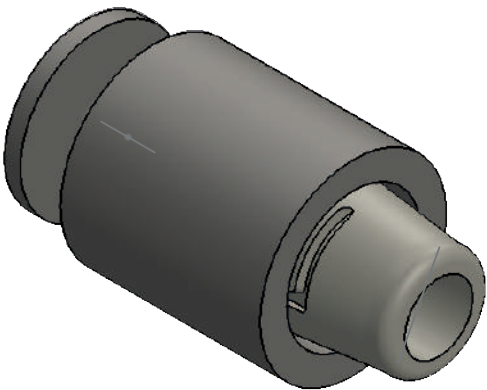
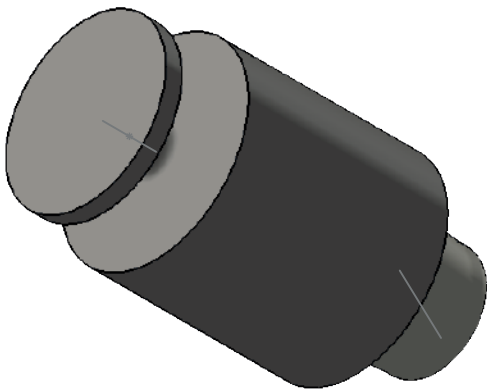


VL



SECCIÓN A-A

VISTA PERSPECTIVA

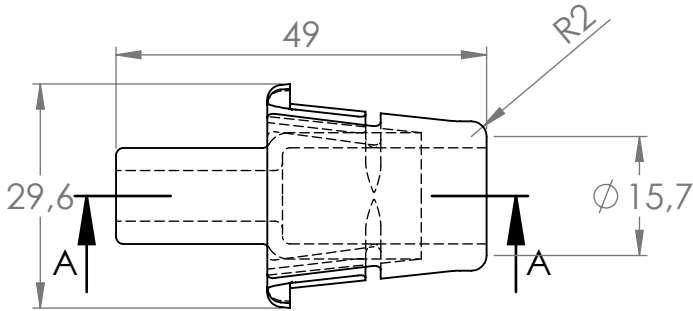


SECCIÓN A-A		Título: UNIÓN PARA MOTOR		Página 11 de 22	GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN
		Material: NYLON 6		Acabado: Liso	
Especificaciones: Espesor de 3mm, Guaya para el acople de 5/8"	Peso: 24.80 gramos	Autor: Lina María Rivera		Medidas dadas en milímetros	
	Volumen: 22146 mm ³	Fecha: 15 de Abril de 2020		Formato de Hoja: A4	

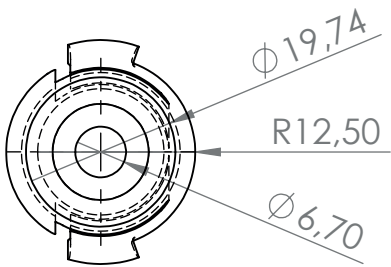
GEOACCESS

PIEZA DE ACOUPLE PARA LA TRANSMISIÓN DEL MOTOR VISTAS PRINCIPALES

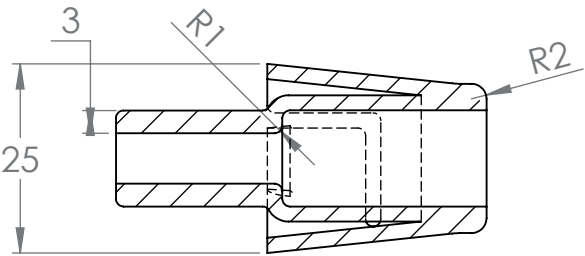
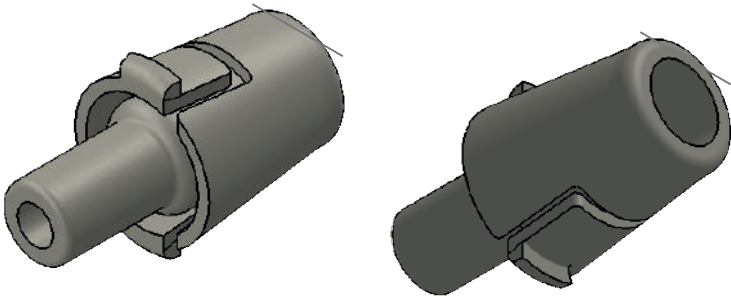
VF



VL



VISTA PERSPECTIVA

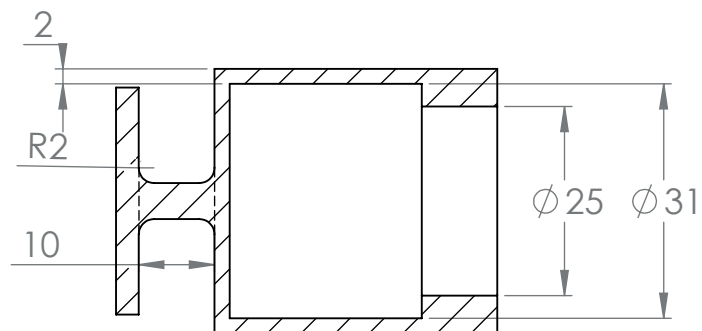
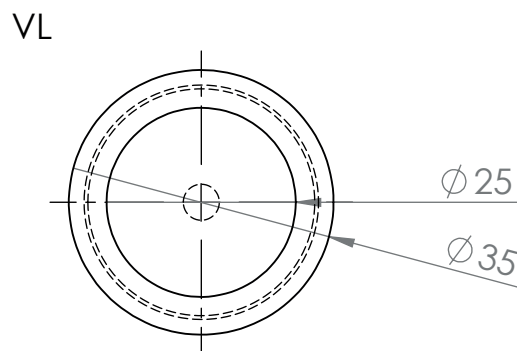
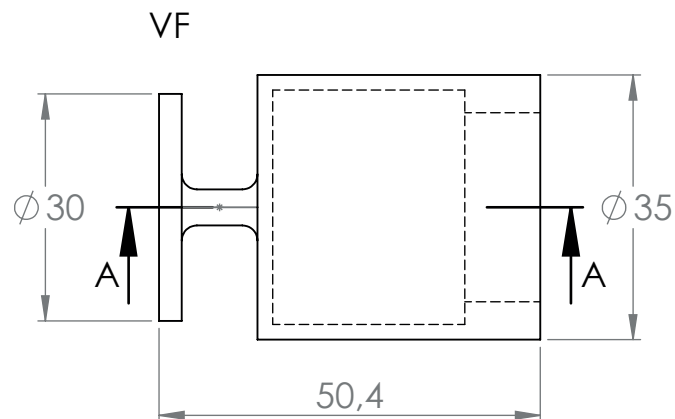


SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

Título: ENSAMBLE A MOTOR			Página 12 de 22	GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN
Material: NYLON 6			Acabado: Liso	
Especificaciones: Espesor de 3mm, Guaya para el acople de 5/8"	Peso: 8.86 gramos	Autor: Lina María Rivera	Medidas dadas en milímetros	
	Volumen: 7914 mm ³	Fecha: 15 de Abril de 2020	Formato de Hoja: A4	

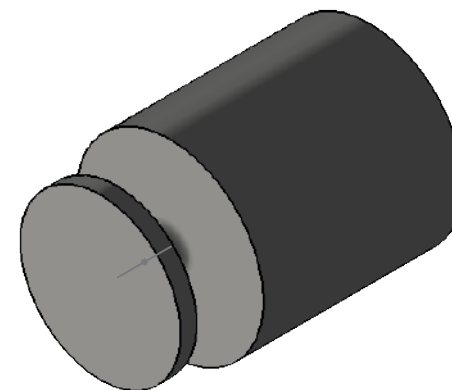
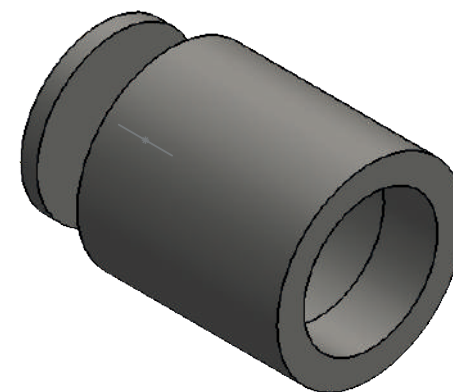
GEOACCESS

PIEZA DEL ACOPLE VISTAS PRINCIPALES



SECCIÓN A-A

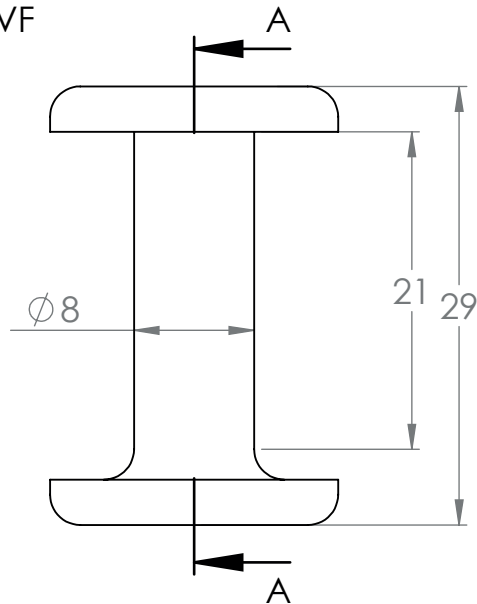
VISTA PERSPECTIVA



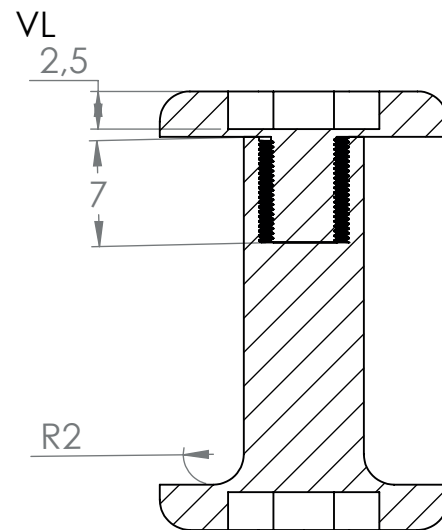
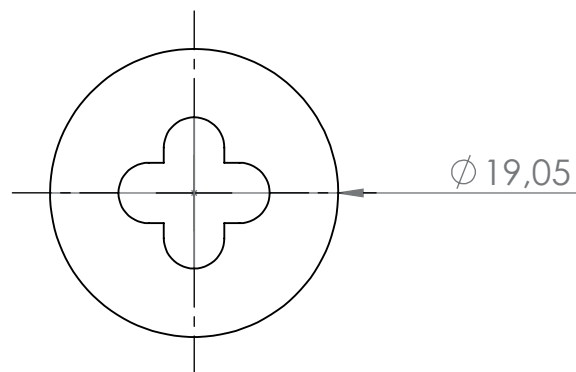
SECCION A-A		Título: PIEZA DE ENCAJE		Página 13 de 22	GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN		
		Material: NYLON 6		Acabado: Liso		Escala: 1:1	
Especificaciones: Espesor de 3mm, Guaya para el acople de 5/8"	Peso:	14.9 gramos	Autor:	Lina María Rivera		Medidas dadas en milímetros	
	Volumen:	14232 mm ³	Fecha:	15 de Abril de 2020		Formato de Hoja: A4	

GEOACCESS

BUJE 1
Cant: 1
VF

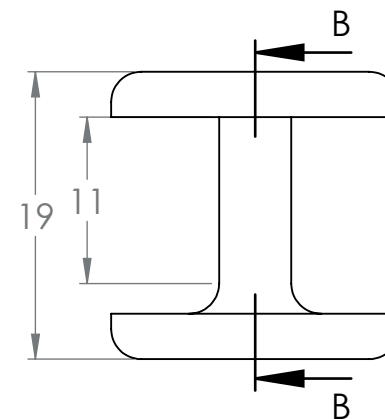


VS

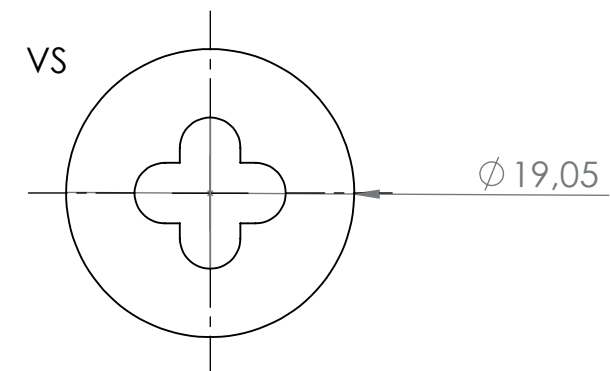


SECCIÓN A-A

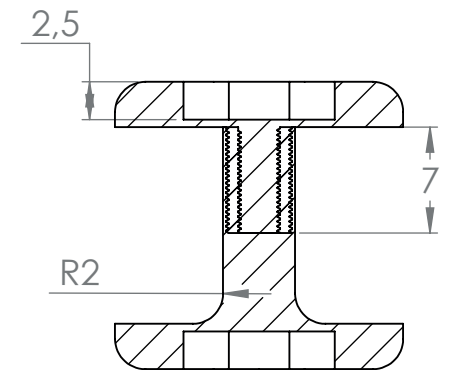
BUJE 2
Cant: 2
VF



VS



VL



SECCIÓN B-B

Título: BUJE

Material: NYLON 6

Página 14 de 22

Acabado: Liso

Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 2:1

Especificaciones: Espesor de 3mm.

Peso: 1.83 gramos

Volumen: 1632 mm³

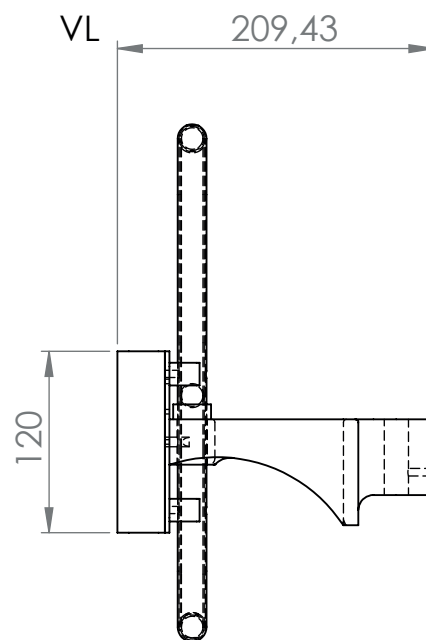
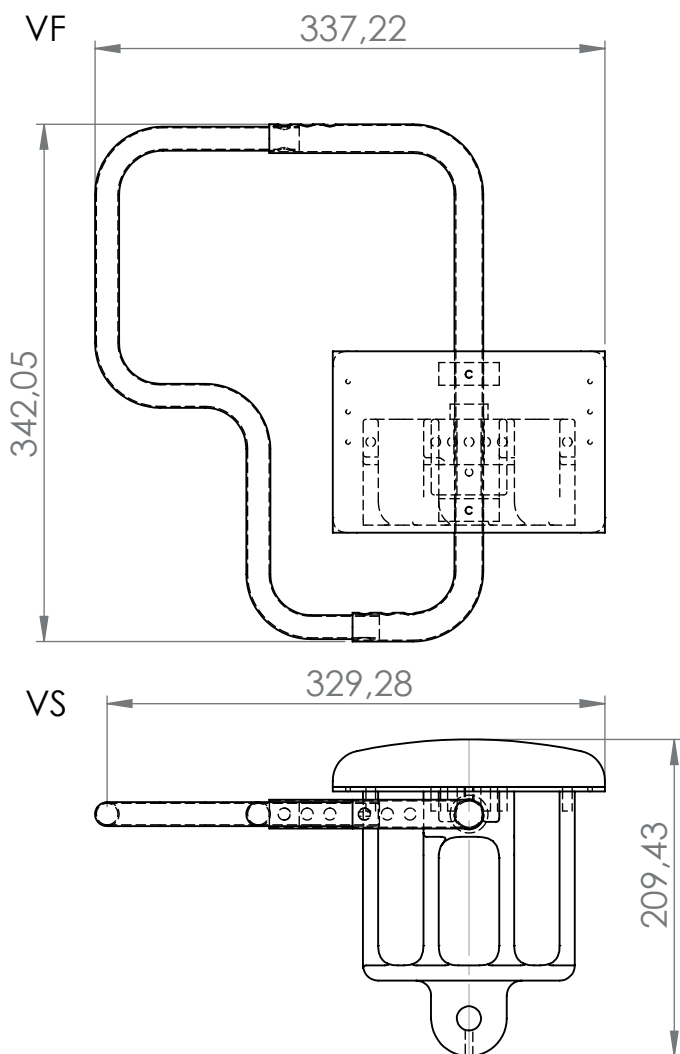
Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

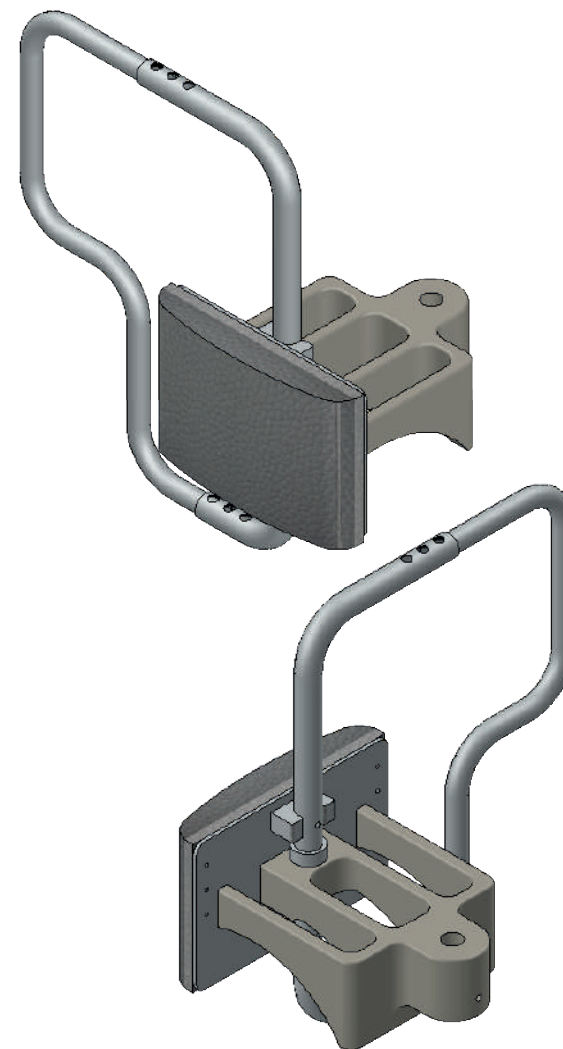


GEOACCESS

SOPORTE A ESPALDA VISTAS PRINCIPALES



VISTA PERSPECTIVA



Título: SOPORTE A ESPALDA

Material: ALUMINIO, TEXTIL.

Página 15 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:5

Especificaciones: Tubería de Aluminio de 3/4" y 5/8" calibre 16.

Peso: 12044 gramos

Volumen: 1204869mm³

Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

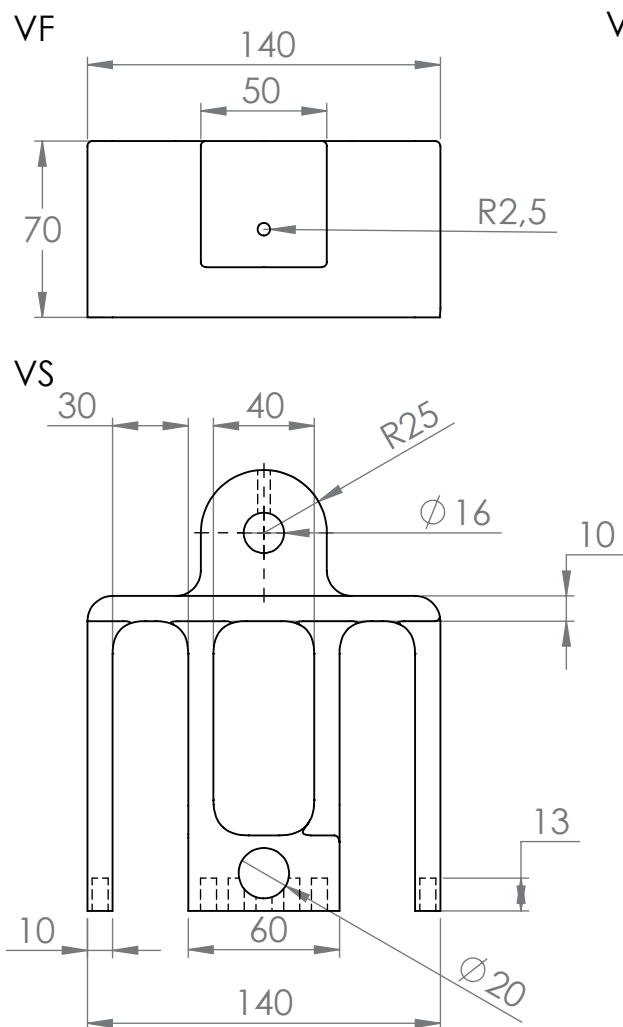
Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

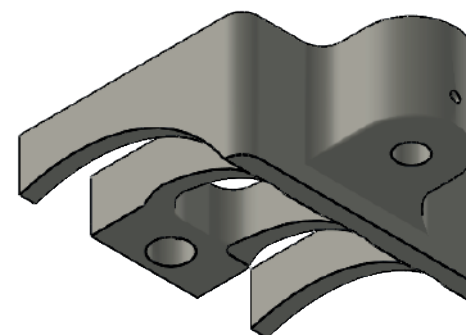
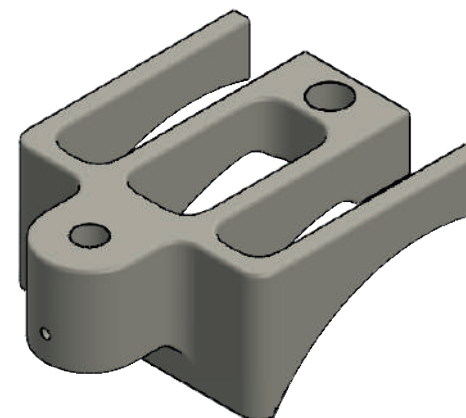


GEOACCESS

SOPORTE ARCO VISTAS PRINCIPALES



VISTA PERSPECTIVA



Título: SOPORTE ARCO

Material: ALUMINIO 3003

Página 16 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:3

Especificaciones:

Peso: 500 gramos

Autor: Lina María Rivera

Medidas dadas en milímetros

Volumen: 48232 mm³

Fecha: 15 de Abril de 2020

Formato de Hoja: A4



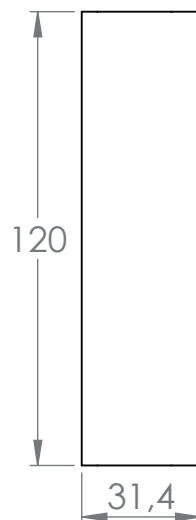
GEOACCESS

ALMOHADA VISTAS PRINCIPALES

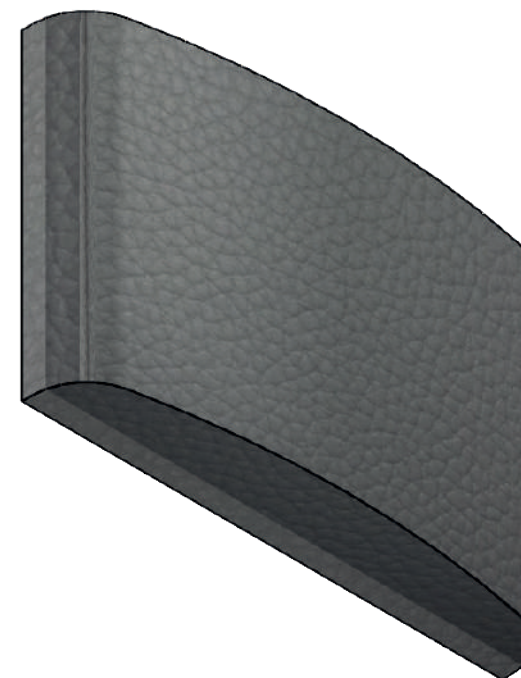
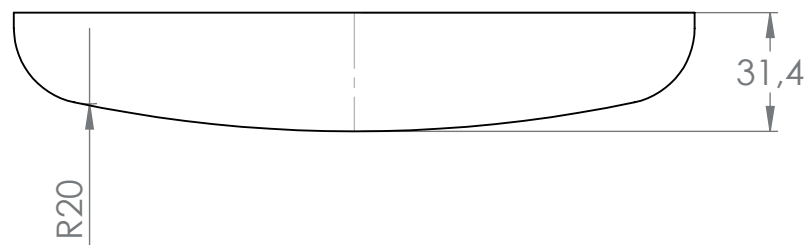
VF



VL



VS



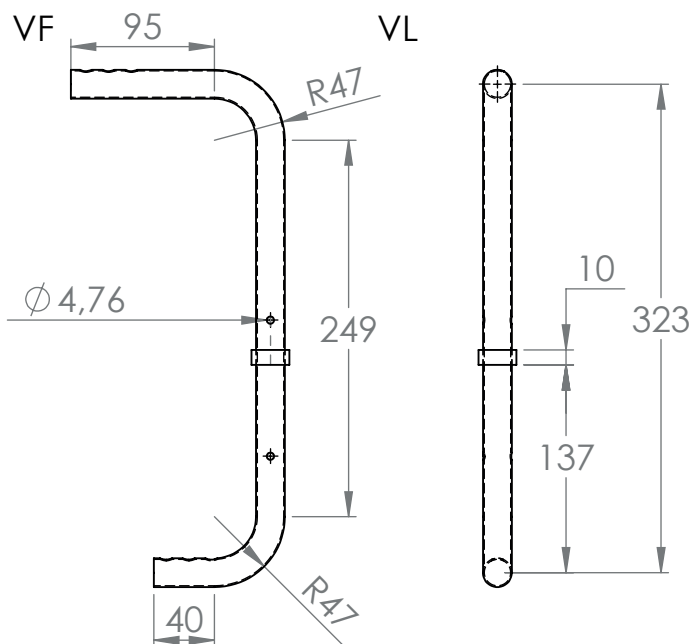
VISTA PERSPECTIVA

Especificaciones:	Título: ALMOHADA		Página 17 de 22	GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN
	Material: TEXTIL (CUERINA)		Acabado: Liso	Escala: 1:2
	Peso: 20 gramos	Autor: Lina María Rivera	Medidas dadas en milímetros	
	Volumen: 585162 mm ³	Fecha: 15 de Abril de 2020	Formato de Hoja: A4	

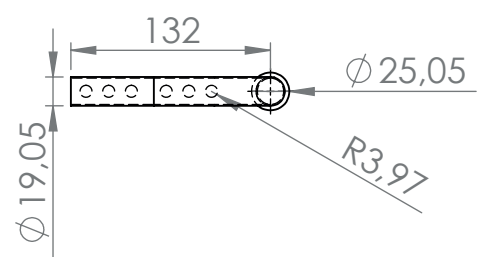
GEOACCESS

BARRAS DE AJUSTE BICROMIAL VISTAS GENERALES

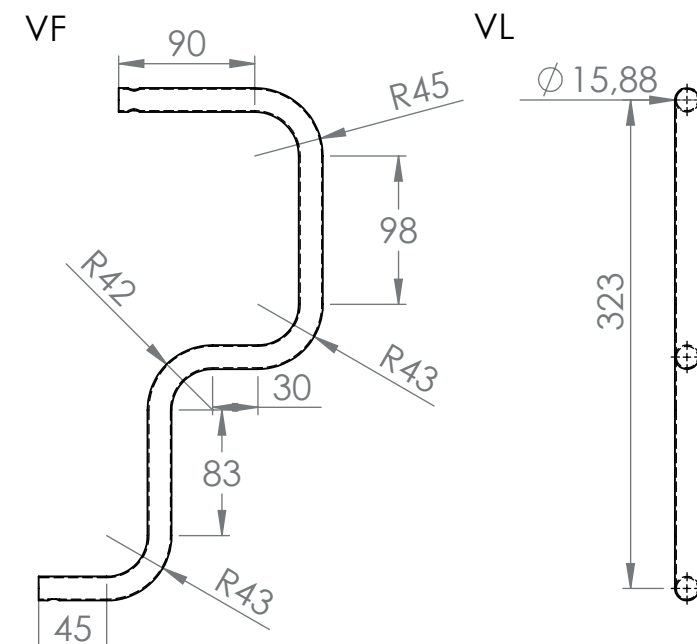
BARRA 1



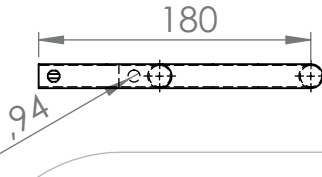
VS



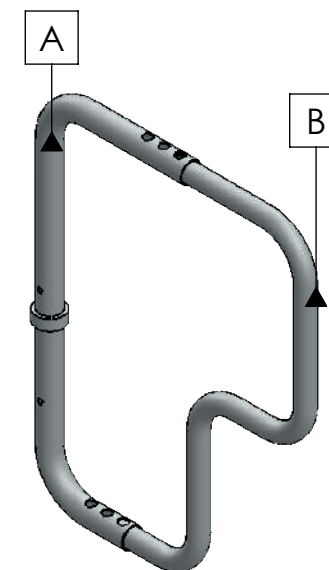
BARRA 2



VS



VISTA PERSPECTIVA



A. BARRA 1.
B. BARRA 2.

Título: ESTRUCTURA PARA REGULAR LA ANCHURA

Material: ALUMINIO 3003

Página 18 de 22

Acabado: Liso

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:5

Especificaciones: Tubería de Aluminio de 3/4" y 5/8" calibre 16.

Peso: 125 gramos

Autor: Lina María Rivera

Medidas dadas en milímetros

Volumen: 46137 mm³

Fecha: 15 de Abril de 2020

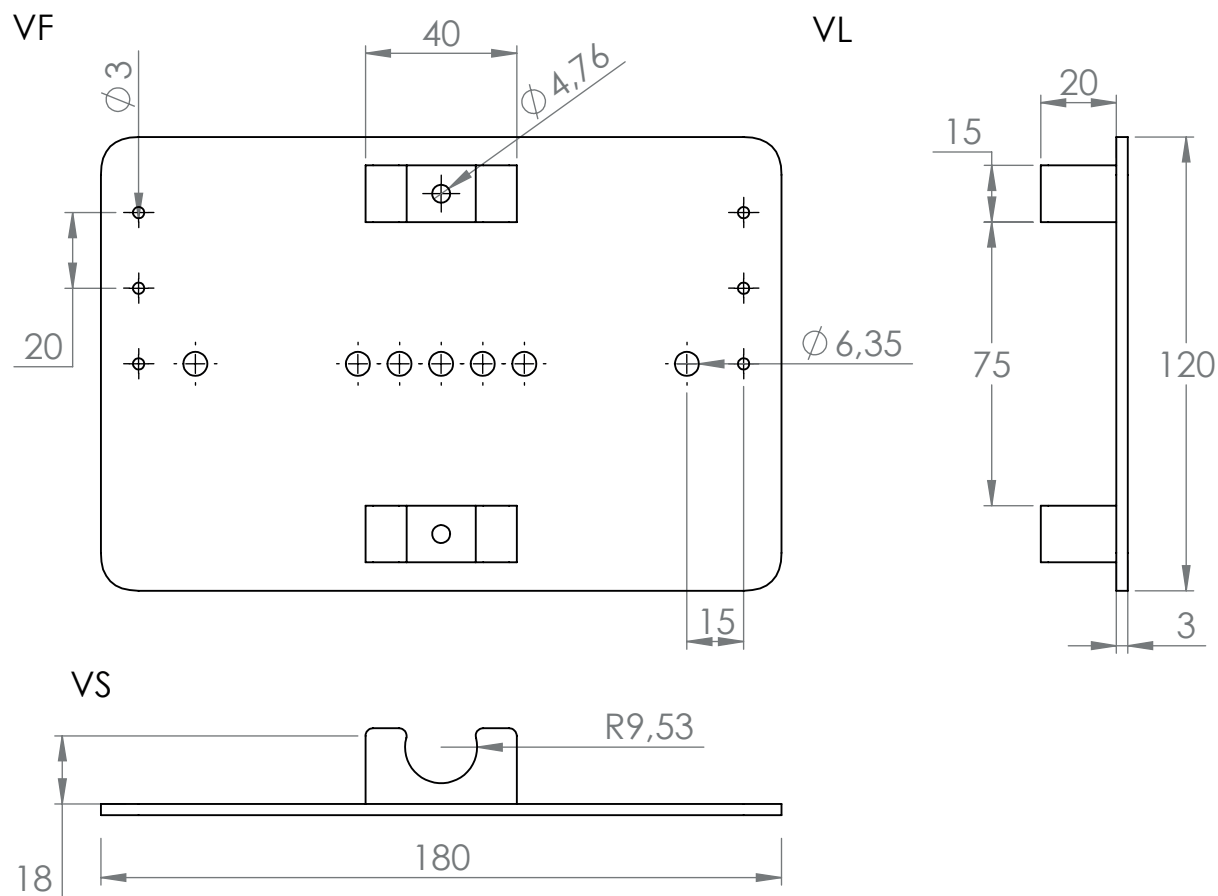
Formato de Hoja: A4



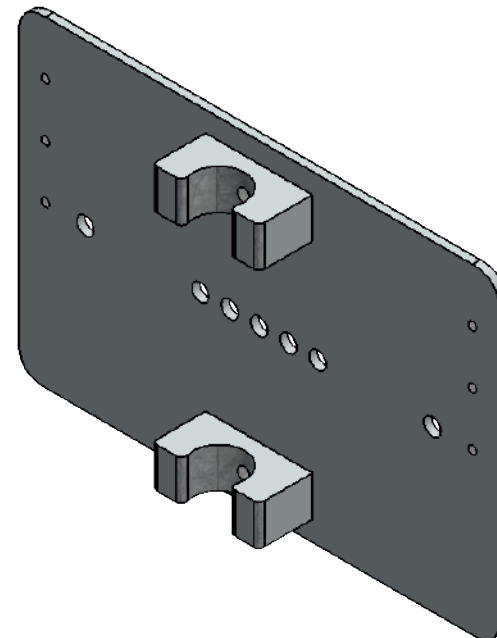
GEOACCESS

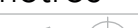
PLATINA

VISTAS PRINCIPALES



VISTA PERSPECTIVA



Título: PLATAFORMA			Página 19 de 22	GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN
Material: ALUMINIO 3003			Acabado: Liso	Escala: 1:5
Especificaciones: Platina de aluminio de 2mm.	Peso: 100 gramos	Autor: Lina María Rivera	Medidas dadas en milímetros	
	Volumen: 106426 mm ³	Fecha: 15 de Abril de 2020	Formato de Hoja: A4	

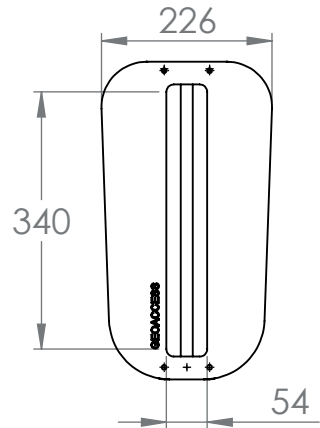
GEOACCESS

TELEREHABILITACIÓN

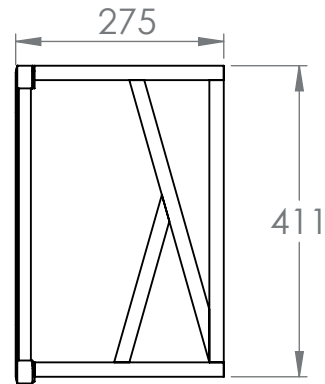
SOPORTE A ESPALDA

VISTAS PRINCIPALES

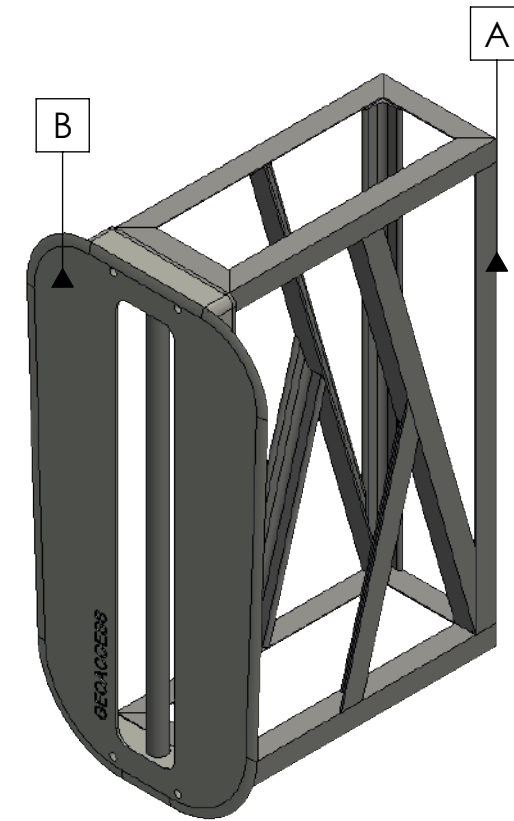
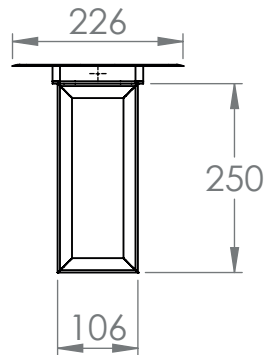
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



VISTA PERSPECTIVA
ESC 1:5

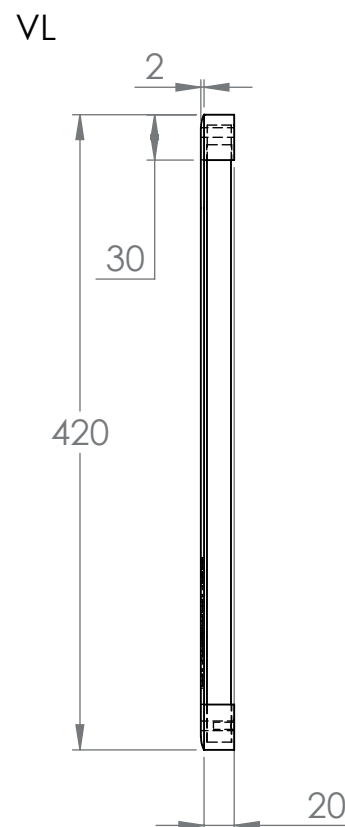
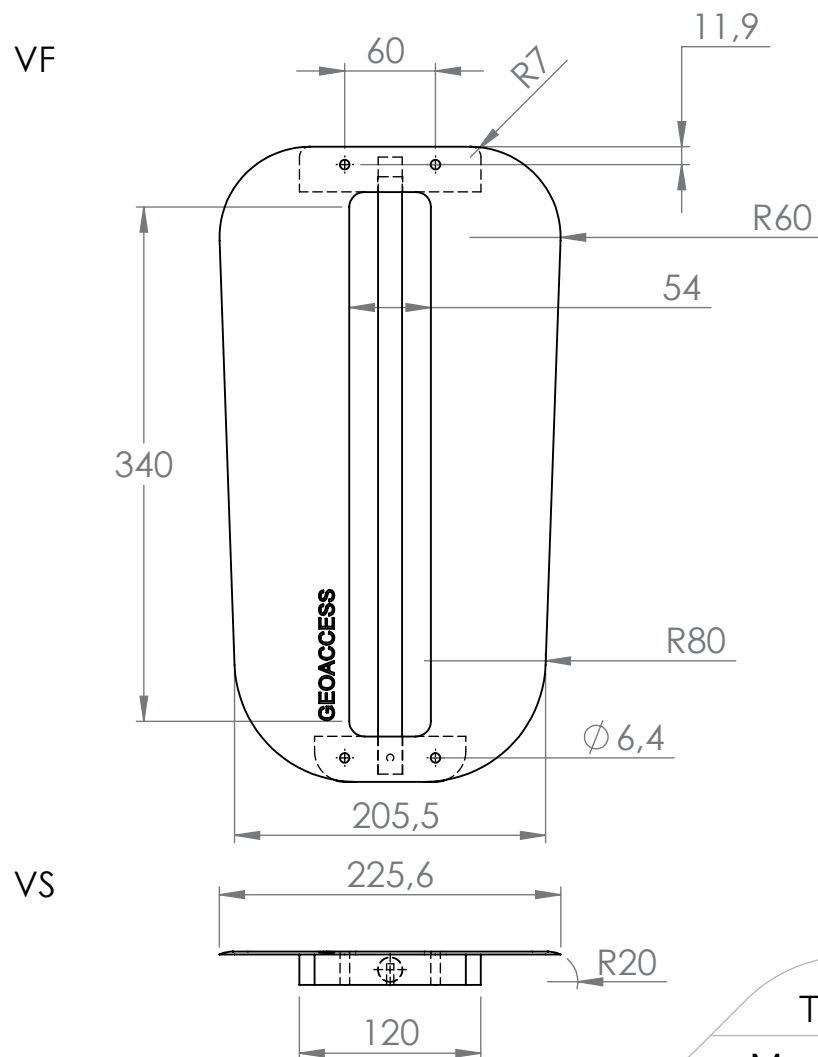
A. SOPORTE
B. CARCAZA

Título: SOPORTE A PARED		Página 20 de 22	GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN
Material: ACERO INOX. 414. y ALUMINIO		Acabado: Liso	
Especificaciones: Acero angular de 3/4".	Peso: 5744 gramos	Autor: Lina María Rivera	Medidas dadas en milímetros
	Volumen: 710868 mm ³	Fecha: 15 de Abril de 2020	Formato de Hoja: A4



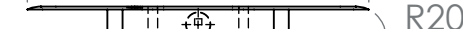
GEOACCESS

CARCAZA VISTAS PRINCIPALES



VISTA EN PERSPECTIVA

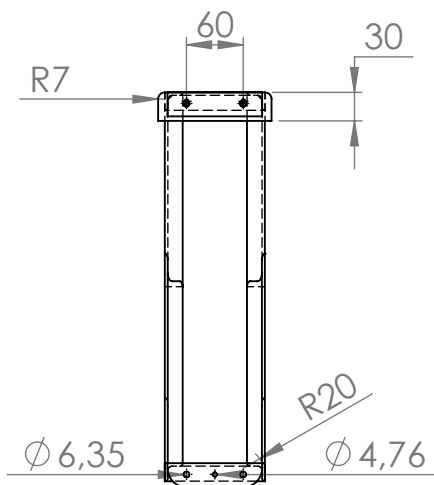


		Título: CARCAZA DE SOPORTE A PARED		Página 21 de 22		GEOACCESS TELEREHABILITACIÓN	
		Material: ALUMINIO 3003		Acabado: Liso		Escala: 1:5	
Especificaciones: Lamina de 2 mm.		Peso: 744 gramos		Autor: Lina María Rivera		Medidas dadas en milímetros	
		Volumen: 14232 mm ³		Fecha: 15 de Abril de 2020		Formato de Hoja: A4	
						 	

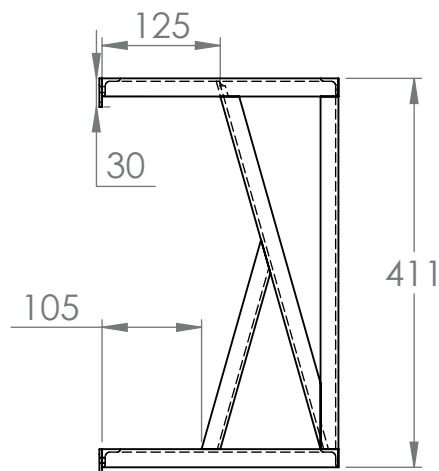
GEOACCESS

SOPORTE ESTRUCTURAL VISTAS PRINCIPALES

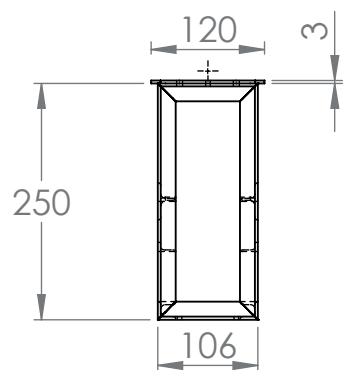
VISTA FRONTAL



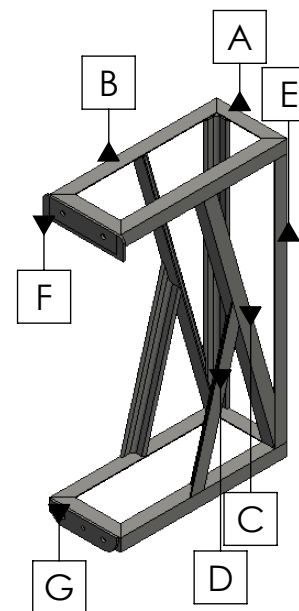
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



VISTA PERSPECTIVA



Nº	MEDIDAS DE CORTE	CANT
A	106	4
B	250	4
C	378	2
D	230	2
E	373	2
F	Platina 1" x 3mm / 120	1
G	Platina 1" x 3mm / 100	1

Especificaciones:

Perfil angular en Acero inoxidable de 5/8" de 3/4"

Título: SOPORTE ESTRUCTURAL

Material: ACERO INOXIDABLE 414

Peso: 5000 gramos

Volumen: 14232 mm³

Autor: Lina María Rivera

Fecha: 15 de Abril de 2020

Página 22 de 22

Acabado: Liso

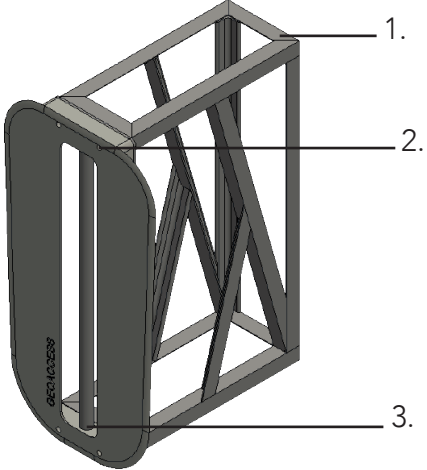
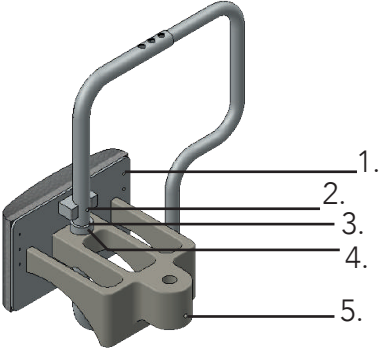
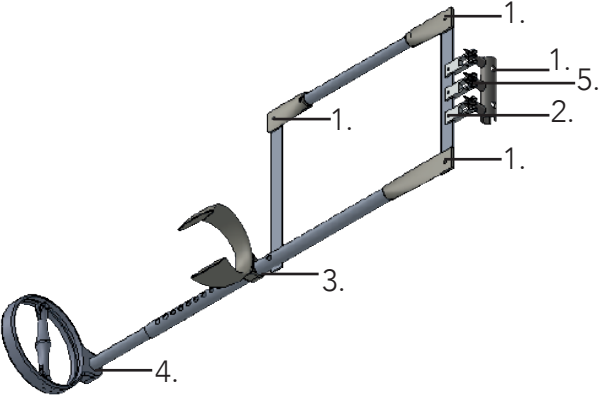
Medidas dadas en milímetros

Formato de Hoja: A4

GEOACCESS
TELEREHABILITACIÓN

Escala: 1:8



PIEZA	TORNILLERÍA USADA EN EL DISPOSITIVO	CANTIDAD
	1. Chazo de 5/16" con tornillo de madera de 3/16" de 1 1/2" de largo. 2. Tornillo de 1/4" por 2" de largo + Tuerca. 3. Tornillo de precisión 3/16" de 1 1/2" de largo.	2 4 1
	1. Tornillo de 1/8" con arandela y tuerca 1" de largo. 2. Tornillo de 3/16" por 2" de largo, apriete perilla de mano de estrella con tuerca. 3. Tornillo de precisión 3/16" de 1" de largo. 4. Perfil de cilindro hueco de 3/4", en Nylon 6. 5. Tornillo apriete perilla de mano de estrella 1/4" por 1 1/2" de largo.	6 2 6 1 1
	1. Prisionero de 5X20. 2. Tornillo de 3/16" por 1" de largo + Tuerca ciega. 3. Tornillo de 5/16" con cabeza mariposa + Tuerca, de 1 1/2" de largo. 4. Tornillo de 1/4" por 1 1/2" de largo. 5. Perfil de cilindro hueco de 1/4", en Nylon 6.	5 3 1 1 1