

**DISEÑO DE DISPOSITIVO TELEOPERADO
PARA REHABILITACION DE LESIONES DE HOMBRO
EN POBLACIONES VULNERABLES DEL CAUCA Y VALLE DEL CAUCA**

MARIA CLEMENCIA ALZATE



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI 2014**

**DISEÑO DE DISPOSITIVO TELEOPERADO
PARA REHABILITACION DE LESIONES DE HOMBRO
EN POBLACIONES VULNERABLES DEL CAUCA Y VALLE DEL CAUCA**

MÀRIA CLEMENCIA ALZÀTE
TESIS DE GRADO
PARA OPTAR AL TITULO DE:
DISEÑADORA INDUSTRIAL

DIRECTOR
CRISTIAN CHAMORRO
DISEÑADOR IDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
DISEÑO INDUSTRIAL
SANTIAGO DE CALI 2014



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

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

La Estudiante MARIA CLEMENCIA ALZATE GUARNIZO identificada con Cédula de ciudadanía número 34616954 de Santander de Quilichao (Cauca) y código 200710208, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado "*Diseño de un dispositivo teleoperado para rehabilitación de lesiones de hombro en poblaciones vulnerables del Cauca y Valle del Cauca.*", el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador: Ángel Miguel Uribe Becerra
Jurado Asesor: María Nora Hurtado
Jurado Experto: Arlex Leyton

Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali, el 3 de marzo de 2015, según Acta 2-2015 del Comité del Programa.



CRISTIAN DAVID CHAMORRO RODRÍGUEZ
Director del Proyecto



PABLO ANDRÉS JARAMILLO ROMERO
Vo. Bo. Director del Programa Académico

Sandra P. Franco G.



ÁNGEL MIGUEL URIBE BECERRA
Vo. Bo. Jefe Departamento de Diseño

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

A mi amada madre y hermanos

INDICE

INDICE	1
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS	15
1.1.1. OBJETIVO GENERAL.....	15
1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA....	15
2.1. DEFINICIÓN	18
2.2. JUSTIFICACIÓN.....	18
3. MARCO CONCEPTUAL.....	20
3.1. SISTEMA DE SALUD COLOMBIANO	20
3.2. CONCEPTO DE VULNERABILIDAD Y POBLACION VULNERABLE	21
3.3. CALIDAD DE VIDA	22
3.4. ERGONOMÍA.....	22

3.5. PERCEPCIÓN.....	23
3.6. CONFORT.....	24
3.7. SISTEMAS MÈDICOS.....	24
3.8. TELEMEDICINA: GENERALIDADES Y BENEFICIOS	25
3.9. ACCESIBILIDAD	26
3.9.1. LA ACCESIBILIDAD GEOGRÁFICA	27
3.9.2. LA ACCESIBILIDAD FINANCIERA.....	27
3.9.3. LA ACCESIBILIDAD CULTURAL	27
3.9.4. LA ACCESIBILIDAD ORGANIZACIONAL	27
3.10. FISIOTERAPIA	28
3.11. EL HOMBRO.....	28
3.11.1. GRADOS DE LIBERTAD	28
3.11.2. MOVIMIENTOS DEL MIEMBRO SUPERIOR	29
3.11.3. FUNCIONES DEL HOMBRO.....	32

3.12. ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA (AVD)	33
3.13. LESIONES EN RELACIÒN CON LA FUNCIÒN Y ACTIVIDAD DEL MIEMBRO SUPERIOR - HOMBRO	34
3.14. LESIONES INFLAMATORIAS MUSCULARES	36
3.14.1. CLASIFICACIÒN DE LAS LESIONES MUSCULARES	37
3.14.2. TRAUMATISMOS DIRECTOS	37
3.14.3. ESTADIOS DE INFLAMACIÒN Y REPARACIÒN	38
3.14.4. ESTADIO CRÒNICO (MADURACIÒN Y REMODELACIÒN)	39
3.15. EVALUACIÒN SEMIOLOGICA DE HOMBRO	39
3.16. MODALIDADES TERAPEUTICAS PARA LA REHABILITACIÒN DE UNA LESIÒN	40

3.17. EJERCICIOS PARA LA RECUPERACIÒN DE AMPLITUD DEL MOVIMIENTO EN FISIOTERAPIA	41
3.17.1. CINESITERAPIA	41
3.17.2. CINESITERAPIA PASIVA	41
3.17.3. CINESITERAPIA ACTIVA	41
3.17.4. CINESITERAPIA ACTIVA-ASISTIDA	42
3.17.5. INDICACIONES Y OBJETIVOS DE LOS EJERCICIOS DE MOVILIDAD	42

4. METODOLOGIA..... 44

4.1. ETAPA 1 – REVISION DE ANTECEDENTES 45	
4.2. ETAPA 2: –PROBLEMA DE INVESTIGACIÒN 45	
4.3. ETAPA 3 –MATRIZ DE ANÁLISIS, ESTADO DEL ARTE Y DE LA TÉCNICA	46
4.4. ETAPA 3- APLICACIÒN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÒN	47

4.5. ETAPA 5 – CONCLUSIÓN DE MATRICES DE ANÁLISIS INFORMACIÓN CUANTITATIVA.....	50
4.6. ETAPA 6 –NORMATIVIDAD DE DISEÑO DE DISPOSITIVOS.....	54
4.7. ETAPA 7 –REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	55
4.8. ETAPA 8 – SELECCIÓN Y DISEÑO DE LA PROPUESTA.....	56
5. DESARROLLO DEL PROYECTO	56
5.1. DESCRIPCIÓN FORMAL	58
5.1.1. FORMA GENERAL.....	60
5.1.2. FORMA BASE	60
5.1.3. SUB-FORMAS.....	61
5.2. CAPACIDADES DE MOVJOB	63
5.2.1. VISTAS DEL DISPOSITIVO	65
5.3. CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	65

5.4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL DEL DISPOSITIVO	68
5.5. SECUENCIA DE USO.....	69
5.5.1. MATERIALES	74
6. CONCLUSIONES	77
7. BIBLIOGRAFIA	80
ANEXOS	85

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág		Pág
Gráfica 1. Diagrama que indica el concepto de sistemas dispersos locales y a distancia.	12	Gráfica 25. Matriz de procesos Máquina 9	49
Gráfica 2. Concepto Situación Actual y Objetivo de la ampliación de cobertura.	25	Gráfica 26. Matriz de procesos Máquina 10	49
Gráfica 3 Grados de Libertad- Hombro.	25	Gráfica 27 Esquema Análisis de referentes	50
Gráfica 4. Movimiento de Flexión	26	Gráfica 28. Gráfica requerimientos de forma	52
Gráfica 5. Movimiento de Extensión	26	Gráfica 29. LOGO	52
Gráfica 6. Movimiento de Aducción	26	Gráfica 30. Categorización Geométrica.	55
Gráfica 7. Movimiento de Abducción	26	Gráfica 31. Diagramación Forma General.	56
Gráfica 8. Movimiento de Rotación Externa	27	Gráfica 32. Diagramación Sub-Formas.	57
Gráfica 9 Movimiento de Rotación Interna.	27	Gráfica 33. Evaluación cuantitativa Cuarta propuesta.	58
Gráfica 10. Movimiento de Flexión Horizontal	28	Gráfica 34. Selección de Cromática, usuario y Zona Funcional	59
Gráfica 11. Movimiento de Extensión Horizontal	28		
Gráfica 12. Medición cualitativa de la Gravedad de la lesión según la pérdida funcional.	31		
Gráfica 13. Matriz Incidencia de Lesiones en movimientos del Hombro.	32		
Gráfica 14. Signos estados de inflamación	34		
Gráfica 15. Niveles de Dolor Durante Lesión	35		
Gráfica 16 Tratamiento de una Lesión Aguda	36		
Gráfica 17. Esquema Metodológico.	41		
Gráfica 18. Aspectos técnicos y formales evaluados	42		
Gráfica 19. Pacientes entrevistados	45		
Gráfica 20. Datos cuantificables	45		
Gráfica 21. Profesionales entrevistados	45		
Gráfica 21. Matriz Criterios de Selección	47		
Gráfica 22. Matriz de Ponderación	47		
Gráfica 23. Matriz de percentiles antropométricos	47		
Gráfica 24. Matriz de Matriz de procesos Máquina 6.	48		

LISTA DE FIGURAS

	Pág		Pág
Figura 1. Componentes MOVJOB.	59		
Figura 2. MOVJOB	59	Figura 22. Explosión Zona mecánica y Electrónica	
Figura 3. Vistas MOVJOB	61	MOVJOB	72
Figura 4. Zona de electrónica y brazalete MOVJOB	62	Figura 23. Explosión Zona de Confort y Electrónica	
Figura 5. Protocolo de Inicio "INICIAL-HOME"	62	MOVJOB	73
Figura 6. Interfaz de Registro	63		
Figura 7. Cadena Cinemática MOVJOB	64		
Figura 8. Sistema mecánico y electrónico	64		
Figura 9. Zona de Confort. Reposo Pies	66		
Figura 10. Protocolo de uso, Ubicación MOVJOB	67		
Figura 11. Riel de Ajuste Z. Electrónica MOVJOB	67		
Figura 12. Mecanismo de Ajuste Brazalete	67		
Figura 13. Mecanismo de Ajuste Altura Lumbar	68		
Figura 14. Simulación Interfaz de control	68		
Figura 15. Movimiento de Flexión 90°	69		
Figura 16. Movimiento de Flexión 64° y 154°	69		
Figura 17. Movimiento de Flexión Horizontal	69		
Figura 18. Movimiento de Extensión	69		
Figura 19. Movimiento de Abducción 180° y Aducción 45°	70		
Figura 20. Movimiento de Rotación Interna	70		
Figura 21. Movimiento de Rotación Externa	70		

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 1: MATRIZ ESTADO DE LA TECNICA “MATRIZ DE DECISIÓN	81
ANEXO 2: MATRIZ ESTADO DEL ARTE “ARTICULOS DE REVISION”	82
ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN –ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA	82
ANEXO 4: RESUMEN DE LAS RESPUESTAS Y CONCLUSIONES DE LAS ENTREVISTAS	86
ANEXO 5: REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	88
ANEXO 6: MATRIZ AVD (ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA)	89
ANEXO 7: MATRICES DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA	90
ANEXO 8: DIMENSIONAMIENTO LUMBAR	91
ANEXO 9: PLANOS TÉCNICOS	92

GLOSARIO

POBLACION VULNERABLE: Para efectos de este trabajo, la población vulnerable será definida como aquellas poblaciones que habitan en zonas de difícil acceso a centros médicos, específicamente, zonas rurales alejadas de las cabeceras municipales en donde se encuentran ubicados los centros de atención primaria.

CALIDAD DE VIDA:

la Organización mundial de la salud, ha definido la calidad de vida como "la percepción de un individuo de su situación de vida, en su contexto, su cultura y sistemas de valores, en relación a sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones". "La calidad de vida de una persona en un momento dado se mide por el grado en que las preferencias que tiene en ese momento son satisfechas" (Nussbaum y Sen, 1996, pg. 247).

ERGONOMÍA: La Ergonomía, como disciplina científica estudia la interacción entre los elementos del sistema (persona-máquina-ambiente) y en la actualidad se extiende a otros aspectos de las actividades humana como lo define la IEA (International Ergonomics Association), la cual promueve una visión holística

desde las dimensiones física, cognitiva, social, organizacional y ambiental, así como otros factores relevantes que pueden ser tenidos en cuenta.

PERCEPCIÓN: Se refiere al proceso de información que se lleva a cabo gracias a mecanismos receptores.

CONFORT: "el estado, ya sea físico, psicológico o sociológico, ideal para que una persona pueda desarrollar cualquier tipo de actividad sin ninguna molestia y de una manera sana y grata." Villarreal (2013)

SISTEMAS MÉDICOS: Se define los sistemas como "conjuntos o grupos de elementos ligados entre sí por relaciones estructurales o funcionales, diseñados para lograr colectivamente un objetivo

TELEMEDICINA: "el intercambio de información médica, desde un punto/sitio hacia otro, por medio de las comunicaciones electrónicas con el objeto de mejorar el estado de salud de un individuo".

ACCESIBILIDAD: La Organización Mundial de la Salud (OMS) define de forma normativa la accesibilidad como la organización de una oferta de servicios que sea geográfica, financiera, cultural y organizacionalmente alcanzable para toda la comunidad.

FISIOTERAPIA: la parte de la asistencia médica que trata de desarrollar las capacidades funcionales y psicológicas del individuo y, si es preciso, sus mecanismos de compensación, a fin de permitirle llevar una existencia autónoma y activa”. (OMS, 1968, p. 7)

EL HOMBRO: El hombro es la articulación proximal del miembro superior. Por ser un complejo articular compuesto por cinco articulaciones y dado que es la articulación corporal de mayor movilidad, es una articulación con distintos niveles y grados de disfunciones y patologías. (Martinez G, 2006, p. 244)

RESUMEN

La población vulnerable del Cauca y Valle del Cauca (población ubicada en la zona rural de estrato 0 y 1) para quienes el sistema de salud colombiano no ha mejorado sus condiciones de acceso en especial para la rehabilitación de lesiones de hombro, se convierte en el tema de interés de este proyecto. Así el objetivo de este proyecto fue diseñar un dispositivo médico teleoperado (manejo a distancia de equipos a través de internet) para la valoración y rehabilitación de lesiones de hombro, buscando mejorar la calidad de vida para esta población; intentando solucionar una problemática social. La metodología empleada en el desarrollo de este proyecto de grado se dio entre mayo del 2012 a septiembre del 2013, tiempo en el que se desarrolló una etapa de investigación, reflexión y conceptualización, una de análisis, construcción de datos cualitativos, cuantitativos y de instrumentos metodológicos, finalizando con una etapa de definición de criterios y

requerimientos de diseño para optimizar la intervención formal mostrada como una propuesta de diseño industrial. Entre los principales resultados se comparan las investigaciones realizadas a nivel mundial entre proyectos de dispositivos médicos creados por ingenieros y creados a nivel comercial evaluando los mejores atributos para la construcción de requerimientos de diseño para dar a paso al diseño del dispositivo médico teleoperado para rehabilitación de lesiones de hombro.

Basado en los análisis antropométricos que contemplan la variación de edad y sexo de la población interés, se diseñó un dispositivo médico, que sirve para la etapa de rehabilitación activa-asistida de lesiones de hombro, dispositivo no desarrollado hasta ahora en Colombia para estas poblaciones.

Palabras claves: población vulnerable, accesibilidad, sistema de salud colombiano, Hombro, calidad de vida, teleoperación, diseño, innovación.

INTRODUCCIÓN

En este documento se desarrollará un trabajo de investigación y diseño de un dispositivo médico teleoperado (manejo a distancia de equipos a través de internet) para la valoración y rehabilitación de lesiones de hombro, específicamente en poblaciones con problemas de accesibilidad al sistema de salud, población ubicada en las zonas rurales con difícil acceso geográfico, financiero, cultural de estrato 1 del departamento del Cauca y Valle del Cauca. Población para la que el sistema de salud no brinda mayores soluciones pues su interés está enfocado principalmente en las áreas y poblaciones con mejores condiciones financieras debido a que representa mayores ingresos económicos. Por esta razón, el proyecto se enfoca en dar solución a una problemática social desde el diseño industrial a través de la investigación interdisciplinar, una sinergia entre la ingeniería, la fisioterapia y el diseño.

Esta sinergia además, de proveer avances al campo de la investigación, puede aportar al desarrollo de la industria de la producción nacional, pues actualmente los dispositivos utilizados en Colombia son importados de otros países, los cuales representan altos costos para nuestra población desde la oferta y la demanda, generando indiscutiblemente restricciones para las poblaciones con menores capacidades financieras. Otro beneficio importante de la producción y diseño desde la industria nacional para la población colombiana es la investigación a nivel cualitativo y cuantitativo de nuestra población, de su realidad laboral y sus características biométricas; lo que permite que se establezcan parámetros ergonómicos y antropométricos, factores dejados de lado por la ausencia de investigación y de actitud crítica ante el producto extranjero, que quizá goza de una fascinación por parte del consumidor nacional. En este orden de ideas, establecer parámetros ergonómicos, antropométricos y socioculturales aporta, además, al mejoramiento de la salud y calidad de vida de nuestra

población, pues estaríamos haciendo uso de productos hechos a nuestra medida para la satisfacción de nuestras necesidades, dejando así de adaptarnos a productos diseñados para realidades ajenas.

1.OBJETIVOS

1.1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un dispositivo médico teleoperado para la valoración y rehabilitación de lesiones de hombro para población vulnerable del Valle del Cauca y del Cauca.

1.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

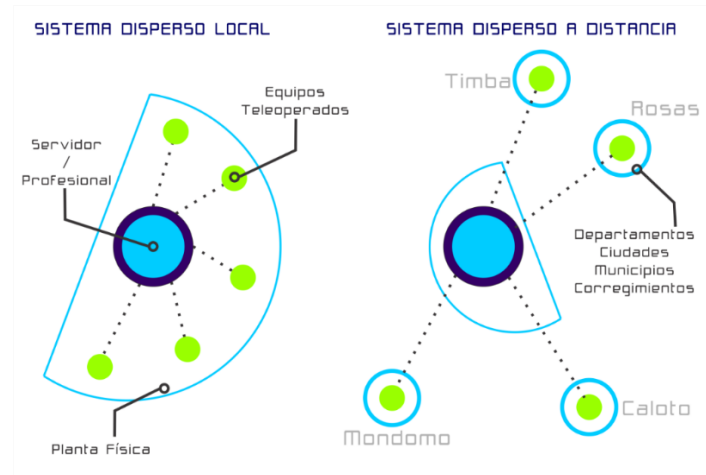
- Caracterizar y analizar la población objetivo y las lesiones de mayor incidencia en la articulación del hombro.
- Caracterizar las variables de diseño de un dispositivo médico Teleoperado para lesiones de hombro.

Integrar las variables de diseño con los requerimientos fisioterapéuticos en el dispositivo médico teleoperado.

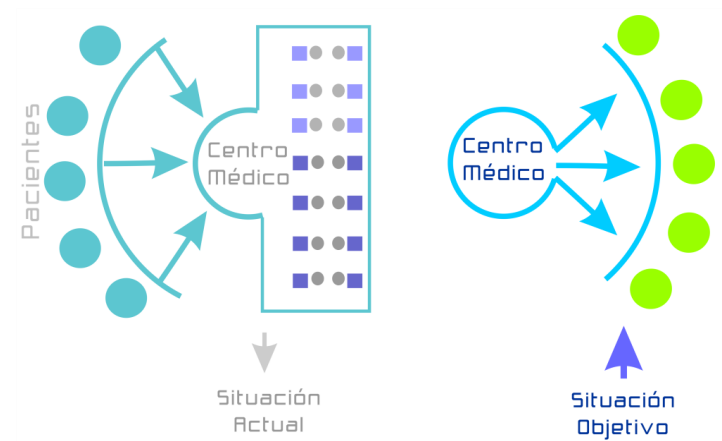
2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente la cobertura del sistema de salud en Colombia se centra en beneficiar solo algún tipo de población, cuando en realidad los esfuerzos deberían centrarse en las poblaciones vulnerables con necesidades y pocas posibilidades para solucionarlas. Cuestión que generó el interés de abordar esta problemática desde un punto de vista específico, en el cual se pretende aportar a las condiciones que generen una mejor calidad de vida para dichas poblaciones en el Cauca y Valle del Cauca, a través del cambio de estrategia en los tratamientos de rehabilitación de lesiones, esto se lograría llevando los equipos para la

rehabilitación de los pacientes hasta los centros de salud ubicados en veredas (Gráfica 1). A través de la teleoperación (manejo de equipos a través de internet) de sistemas dispersos locales y a distancia se busca reemplazar en cabeceras municipales la presencia física de los terapeutas. Estos sistemas dispersos locales y a distancia (Gráfica 2) permitirían el aumento de atención de pacientes e iniciar los protocolos de rehabilitación, en donde un profesional puede asistir a varios pacientes, no uno a la vez como es realizado actualmente y estar más cerca de lograr los principios básicos de eficiencia, universalidad, solidaridad, integralidad, unidad y calidad contemplados en la Ley 1419 de 2010.



Gráfica 1. Diagrama que indica el concepto de sistemas dispersos locales y a distancia. FUENTE: AUTOR MOVJOB



Gráfica 2. Concepto Situación Actual y Objetivo de la ampliación de cobertura. FUENTE: AUTOR MOVJOB

La actividad laboral de esta población depende de su salud y sus capacidades físicas, además de ello son condiciones necesarias para la independencia en la realización de las Actividades de la Vida Diaria (AVD) y la participación en las actividades de su contexto. Como consecuencia a la exposición de factores de riesgo, las lesiones osteomusculares ocasionan en las personas repercusiones en su calidad de vida, ausentismo laboral, disminución de la productividad, aumento de los costos económicos en los cuidados de salud y restricción de la participación.

El hombro es la articulación con el mayor rango de movilidad y con mayor riesgo de inestabilidad, por ello, da lugar a un gran número de lesiones y traumatismos que requieren tratamiento terapéutico o quirúrgico, éste se determina según el tipo y gravedad de la lesión, que hace necesario, posteriormente, el tratamiento de rehabilitación, con el fin de recuperar la funcionalidad en la articulación, permitiéndole al paciente recuperar sus condiciones de bienestar, retornar a la realización

de las AVD con independencia y comodidad, participando de nuevo en las actividades de su contexto.

Sin embargo para dar inicio a un programa de rehabilitación, los terapeutas se hacen una impresión de la lesión a través de una evaluación semiológica de naturaleza perceptiva y cualitativa, lo cual carece de comprobación científica, pues hasta ahora no se han desarrollado dispositivos que permitan evaluar la lesión de forma cuantitativa con el fin de incrementar la precisión en la evaluación de la lesión, y así de forma más acertada diseñar un programa de rehabilitación acorde a las características, capacidades y patologías presentadas en cada paciente. Esto, ha motivado la necesidad de mejorar los protocolos actualmente aplicados.

En Colombia la accesibilidad de los Hospitales Nivel 1 y 2 a estos dispositivos terapéuticos es casi nula, debido a que los costos generados por la adquisición y mantenimiento son elevados, por ende esta población

se ve restringida al acceso a este servicio, pues sus recursos económicos son insuficientes para solventar los costos que representan, por ello los pacientes deben vivir con una lesión sin recuperación.

Por lo anterior, surge el interés de plantear desde el diseño industrial el siguiente problema de investigación; el cual intenta abordar esta problemática social.

2.1. DEFINICIÓN

¿Cómo diseñar un dispositivo médico teleoperado para rehabilitación de lesiones de hombro en poblaciones vulnerables del Cauca y Valle del Cauca?

2.2. JUSTIFICACIÓN

Los análisis, reflexiones y soluciones de diseño presentadas en este proyecto de investigación se desarrollaron por diversos factores, principalmente poder desarrollar intervención desde la disciplina del

diseño Industrial a través, de la investigación con la ingeniería y el campo de la salud en una problemática de orden social.

Lo anterior, implicó conocer a través del trabajo de campo minucioso la situación problemática y su población en situación de vulnerabilidad, para entender, porque factores como la distancia, desplazamientos, cuestiones económicas y organizacionales establecidas por un sistema de salud, dificultan la vida de las personas con mayores necesidades. Esta situación generó el interés de desarrollar investigación y diseño buscando a través del planteamiento de nuevas estrategias y las relaciones de uso de un producto, se logre mejorar la calidad de vida de la población vulnerable del Cauca y el Valle del Cauca.

La investigación consignada en este proyecto, enfocada en variables como población vulnerable, lesiones de hombro, calidad de vida, parámetros de diseño antropométricos, ergonómicos y teleoperación,

permiten avanzar en el proceso de establecer resultados y conclusiones útiles, esbozando un camino que puede generar acercamientos al desarrollo de producto de dispositivos médicos Teleoperados en la industria nacional para la necesidad de la población nacional; Hasta ahora un campo vagamente explorado y que de lograrlo, no solo habrían beneficios a nivel económico, sino también en la salud de la población y su realidad social.

Esta sinergia enfocada en los dispositivos de rehabilitación Teleoperados, tiene como objeto lograr establecer metodologías de trabajo interdisciplinar que permitan obtener resultados satisfactorios en el desarrollo de producto para el mercado nacional, entender las condiciones de la rehabilitación en el contexto nacional y departamental, especialmente a los usuarios en procesos de rehabilitación, haciendo posible establecer parámetros ergonómicos y percentiles antropométricos que nos acerquen cada vez más al desarrollo Colombiano para la población

Colombiana, promoviendo de esta forma tanto el diseño, la ingeniería, la producción y el desarrollo de la industria nacional, pues a través del análisis contextual, construcción del estado del arte y de la técnica, se devela que el mercado de los dispositivos de rehabilitación a los que tiene alcance nuestra población, es desarrollado con percentiles extranjeros, por la industrial extranjera y a elevados costos, lo que dificulta considerablemente el acceso a la rehabilitación para una gran parte de la población, especialmente estratos 0-1-2 y en condiciones geográficas, económicas y culturales especiales que no son más que problemas en el acceso al sistema de Salud.

Finalmente, el análisis consignado permitió entender y establecer la importancia de la percepción de cuestiones estéticas y formales, su relación con el confort y usabilidad en la propuesta de diseño de un producto, lo que permite teorizar desde la disciplina del diseño como retroalimentación para el futuro trabajo disciplinar e interdisciplinar.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. SISTEMA DE SALUD COLOMBIANO

El sistema de salud colombiano está compuesto por el sector de seguridad social financiado con recursos públicos y el sector privado. Su eje central es el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS). La afiliación al sistema es obligatoria y se hace a través de las entidades promotoras de salud (EPS), públicas o privadas, que reciben las cotizaciones y, a través de las instituciones prestadoras de servicios (IPS), ofrecen el Plan Obligatorio de Salud (POS) o el POS-S para los afiliados al régimen subsidiado (RS). En cuanto a la población vulnerable cubierta por el seguro de salud, en realidad no existen esfuerzos sistemáticos para probar la eficacia de la estrategia de aseguramiento con relación a la eliminación de barreras al acceso. (Céspedes y otros, 2000:157). Este sistema de salud está constituido por tres niveles de atención, el NIVEL I lo caracteriza la atención básica prestada por puestos y

centros de salud y los hospitales locales los cuales cuentan con servicios de consulta externa y odontológica, urgencias y hospitalización bajo la atención de médicos generales y los Centros de Atención Médica Inmediata. El NIVEL II lo caracteriza la atención intermedia dada por médicos generales y de las especialidades básicas de: medicina interna, cirugía ginecoobstetricia, pediatría, psiquiatría, anestesiología, línea de Trauma y Fisiatría, así como la atención de partos de bajo y mediano riesgo, urgencias, consulta externa, odontología, cirugía ambulatoria y hospitalización, los cuales serán prestados por hospitales de este nivel y NIVEL III caracterizado por la atención de alta complejidad brindada por médicos y odontólogos generales, especialistas básicos y subespecialistas.

La Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud se enmarca en tres ejes estratégicos: Accesibilidad a los servicios de salud, entendida como la condición que relaciona la población que necesita

servicios de salud con el sistema de prestación de servicios. En donde se tiene en cuenta las siguientes dimensiones: *Geográfica*: En términos de distancias, facilidades de transporte, condiciones topográficas, etc. *Económica*: En términos de la capacidad de pago, de los costos de acceso al lugar de la atención, y de la prestación del servicio. *Cultural*: En términos de los conocimientos, actitudes y prácticas de la población en relación con la utilización de los servicios. *Organizacional*: En términos de las condiciones locativas, administrativas y de información de las instituciones a cargo de administrar o prestar los servicios. (Ministerio de la protección social, 2005, p.20) La calidad de la atención de salud se entiende como la provisión de servicios accesibles, equitativos, con un nivel profesional óptimo que tiene en cuenta los recursos disponibles y logra la adhesión y satisfacción del usuario. La eficiencia se refiere a la obtención de los mayores y mejores resultados, empleando la menor cantidad posible de recursos. (Ministerio de la protección social, 2005, p.28). Debido a la falta de

ejecución de estrategias efectivas para mejorar el acceso a las poblaciones vulnerables, se aborda esta problemática desde el diseño industrial, buscando aportes a nivel estratégico y ejecutivo, que beneficien dichas poblaciones.

3.2. CONCEPTO DE VULNERABILIDAD Y POBLACION VULNERABLE

La vulnerabilidad social de sujetos y colectivos de población se expresa como fragilidad e indefensión ante cambios originados en el entorno. Para efectos de este trabajo, la población vulnerable será definida como aquellas poblaciones que habitan en zonas de difícil acceso a centros médicos, específicamente, zonas rurales alejadas de las cabeceras municipales en donde se encuentran ubicados los centros de atención primaria. En esta población se puede identificar 3 tipos de problemas, problemas de *accesibilidad geográfica(OMS)* por las distancias a las que se encuentran obligados a recorrer para acceder a los servicios médicos, problemas de *accesibilidad*

financiera(OMS) por los costos de los desplazamientos que deben realizar y gastos de la manutención mientras finalizan las diligencias, problemas *en la accesibilidad de tipo organizacional(OMS)* por la localización de los centros médicos, la calidad de la atención, la capacidad resolutoria, los dilatados tiempos de espera y citas secuenciales requeridas para la continuidad de los tratamientos, los cuales requieren una inversión económica que excede las capacidades de dichas poblaciones, y problemas *en la accesibilidad de tipo cultural(OMS)* pues son poblaciones que por las experiencias negativas en la búsqueda de la atención primaria y oportuna desarrollan predisposición frente al sistema de salud, negativa valoración de la experiencia de uso y percepciones de la misma índole respecto a la resolución brindada de sus necesidades, lo cual los conduce a renunciar a la asistencia médica como alternativa para el mejoramiento de su salud, obteniendo, consecuentemente un desmejoramiento en su calidad de vida.

3.3. CALIDAD DE VIDA

la Organización mundial de la salud, ha definido la calidad de vida como "la percepción de un individuo de su situación de vida, en su contexto, su cultura y sistemas de valores, en relación a sus objetivos, expectativas, estándares y preocupaciones". "La calidad de vida de una persona en un momento dado se mide por el grado en que las preferencias que tiene en ese momento son satisfechas" (Nussbaum y Sen, 1996, pg. 247). En este sentido, que el sistema de salud de nuestro país no proporcione soluciones al alcance de estas poblaciones incrementa su vulnerabilidad.

(Consultado en: <http://www.who.int/whr/es/index.html>
Consultado el 26 de Abril de 2013.)

3.4. ERGONOMÍA

La Ergonomía, como disciplina científica estudia la interacción entre los elementos del sistema (persona-máquina-ambiente) y en la actualidad se extiende a

otros aspectos de las actividades humana como lo define la IEA (International Ergonomics Association), la cual promueve una visión holística desde las dimensiones física, cognitiva, social, organizacional y ambiental, así como otros factores relevantes que pueden ser tenidos en cuenta. “la ergonomía propone alternativas para el bienestar, la comodidad y el buen desempeño de las actividades laborales a través de la aplicación de métodos, organización de espacios y dotación adecuada para quienes trabajan.” (Sáenz, 2005)

Sáenz (2005) propone en su texto áreas de la ergonomía que tienen un campo de aplicación en los procesos inherentes al desarrollo de productos. Para el desarrollo de este proyecto fueron de interés dos de ellas, expuestas a continuación:

Ergonomía Cognitiva: Área de la ergonomía ligada a procesos mentales en la relación usuario-producto. Se refiere a la actividad mental de los usuarios a través de las funciones de percepción cerebrales y de

aprendizaje o memoria; así como, la selección y decisión de respuestas que influyen en el proceso de las personas.

Ergonomía Biométrica: Se encarga del estudio de factores como la Antropometría, dimensiones, carga física y comodidad postural. (Sáenz, 2005)

3.5. PERCEPCIÓN

Se refiere al proceso de información que se lleva a cabo gracias a mecanismos receptores. Es la comunicación que se establece con el mundo que nos rodea a través de los canales sensoriales y procesos perceptivos, que transmiten características y procesan significados de las formas, el espacio, el tiempo, entre otros. Los productos establecen un sistema permanente de información con el usuario: cómo funcionan? cuáles procedimientos son necesarios para ser puestos en marcha? cuáles variaciones son posibles durante el uso? entre otros. (Sáenz, 2005)

3.6. CONFORT

Villarreal (2013), expone el término como “el estado, ya sea físico, psicológico o sociológico, ideal para que una persona pueda desarrollar cualquier tipo de actividad sin ninguna molestia y de una manera sana y grata.”

Con lo anterior se puede decir, que factores definidos en los requerimientos para el desarrollo de esta propuesta de diseño están comprendidos, en los ítems de FORMA y CONFORT tales como: antropometría, impacto de uso (percepción de la dimensión), sonido, impresión táctil y la comunicación con el usuario a través de la forma y el color; son el análisis y el desarrollo en busca de una relación cómoda y tranquila entre el usuario y el producto, en pro de la satisfacción del paciente durante el uso del dispositivo de rehabilitación, a través de esto se busca alcanzar secuencialmente la rehabilitación de la lesión, solucionando de esta manera una necesidad de salud, que en términos de Naussbaum y Sen (2005), serían

preferencias satisfechas en la población objetivo, logrando así que perciban un mejor grado de su calidad de vida.

3.7. SISTEMAS MÉDICOS

Se define los sistemas como “conjuntos o grupos de elementos ligados entre sí por relaciones estructurales o funcionales, diseñados para lograr colectivamente un objetivo. En particular, los sistemas tecnológicos involucran componentes, procesos, relaciones, interacciones y flujos de energía e información, y se manifiestan en diferentes contextos: la salud, el transporte, el hábitat, la comunicación, la industria y el comercio, entre otros”. (Organización Mundial de la Salud, 2012, p.44)

DISPOSITIVO MÉDICO: Un artículo, instrumento, aparato o máquina que se utiliza para la prevención, el diagnóstico o el tratamiento de una enfermedad, o para detectar, medir, restablecer, corregir o modificar la

estructura o la funcionalidad del organismo con algún propósito médico o sanitario. Generalmente, un dispositivo médico no actúa a través de mecanismos farmacológicos, inmunitarios ni metabólicos. (Organización Mundial de la Salud, 2012, p.05)

Las siguientes consideraciones ilustran el modo en que las políticas sobre dispositivos médicos (tecnologías sanitarias) pueden integrarse en una política nacional de salud general:

- La reglamentación de los dispositivos médicos minimiza el riesgo para la población.
- El uso seguro y la disponibilidad de los dispositivos médicos mejoran la prestación de los servicios de salud.
- La asequibilidad de los dispositivos médicos aumenta la cobertura de los servicios de salud.
- La telemedicina refuerza la atención centrada en el paciente.

- La evaluación de tecnologías sanitarias proporciona una base para el establecimiento de prioridades y la toma de decisiones fundamentadas.
- La evaluación de las necesidades contribuye a la asignación racional de los recursos.
- La investigación y las innovaciones responden a las necesidades de un sistema de salud y una población determinados. (Organización Mundial de la Salud, 2012, p.48)

3.8. TELEMEDICINA: GENERALIDADES Y BENEFICIOS

Por medio de la telemedicina la interacción entre el paciente y el médico trasciende las fronteras geográficas y temporales: evita desplazamientos innecesarios, acorta los tiempos de espera en la atención y permite el diagnóstico y tratamiento a distancia desde centros especializados, cubriendo el bache generado por la falta de recursos humanos calificados y recursos físicos necesarios o, por ejemplo,

su concentración urbana en detrimento de las zonas rurales no atendidas. En este sentido, la aplicación de la telemedicina representa una nueva manera de hacer y organizar la provisión de servicios sanitarios en beneficio de los pacientes, de los profesionales médicos y del sistema sanitario en general. En la actualidad, la Asociación Norteamericana de Telemedicina (ATA) define la telemedicina como “el intercambio de información médica, desde un punto/sitio hacia otro, por medio de las comunicaciones electrónicas con el objeto de mejorar el estado de salud de un individuo”.

Entre los beneficios de la implementación de programas de telemedicina el más evidente es la posibilidad de ofrecer acceso a los servicios de salud a las personas ubicadas en lugares lejanos a aquellos donde normalmente se concentran estos servicios, y en particular los especializados.

- Acceso más equitativo a los servicios sanitarios.
- Acceso a mejores prestaciones de salud.

- Reducción de traslados innecesarios de los pacientes al permitir que el especialista evalúe la condición del paciente antes de su traslado y recomiende el manejo adecuado, el cual en un alto porcentaje podrá ser realizado localmente.

- Optimización de los sistemas de atención primaria. El personal de atención primaria puede obtener conceptos de profesionales especializados de manera oportuna que le permitirán tomar decisiones en campo.

- Facilita el manejo precoz de pacientes críticos desde la atención prehospitalaria hasta la mejora de las condiciones de recepción al permitir contar con información oportuna.

- Mejora la eficiencia del sistema de salud porque se eliminan costos directos e indirectos de las atenciones y especialmente de los traslados. (Ortiz, 2012, p.2)

3.9. ACCESIBILIDAD

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define de forma normativa la accesibilidad como la organización

de una oferta de servicios que sea geográfica, financiera, cultural y organizacionalmente alcanzable para toda la comunidad.

3.9.1. LA ACCESIBILIDAD GEOGRÁFICA

Hace referencia al grado de ajuste que existe entre la distribución espacial de la población y los recursos. Para que éstos sean accesibles, deben localizarse cerca del lugar de residencia de la población, es decir, la distancia, el tiempo de viaje y los medios deben ser aceptables.

3.9.2. LA ACCESIBILIDAD FINANCIERA

Implica que para cualquier método de pago, los servicios deben ser asequibles, es decir, debe tenerse en cuenta el costo asumido por el servicio de manera directa, así como otros costos, entre ellos, el valor del transporte y del tiempo utilizado en la búsqueda y obtención de la atención.

3.9.3. LA ACCESIBILIDAD CULTURAL

Tiene que ver con la utilización de métodos técnicos y de gestión que respeten los patrones culturales de la comunidad, analizando la interacción que se establece entre prestadores y usuarios potenciales, ya que se entiende que esta mediada por las creencias en torno a la salud, los estilos de vida, el idioma, la religión, etc.

3.9.4. LA ACCESIBILIDAD ORGANIZACIONAL

Comprende aquellos elementos que inciden en la utilización de los servicios de salud, que dependen de la dinámica de la institución y la manera como se lleve a cabo la disposición de los recursos. Ejemplo de ello lo constituyen los tiempos de espera, los horarios para la atención, el tiempo y tipo de contratación de los prestadores de servicio, entre otros aspectos.

Este concepto de accesibilidad no solo engloba la relación con los servicios de atención primaria, también incluye la medida en que los problemas más complejos

pueden ser resueltos y las personas que requieren una atención más compleja, tratadas en los otros niveles del sistema de salud (Gulzar, 1999) (Mogollón, 2009, p. 138)

3.10. FISIOTERAPIA

La Organización Mundial de la Salud la define como “la parte de la asistencia médica que trata de desarrollar las capacidades funcionales y psicológicas del individuo y, si es preciso, sus mecanismos de compensación, a fin de permitirle llevar una existencia autónoma y activa”. (OMS, 1968, p. 7)

3.11. EL HOMBRO

El hombro es la articulación proximal del miembro superior. Por ser un complejo articular compuesto por cinco articulaciones y dado que es la articulación corporal de mayor movilidad, es una articulación con distintos niveles y grados de disfunciones y patologías.

Los movimientos de la articulación del hombro se desarrollan en los tres planos del espacio, lo que permite la orientación tridimensional del miembro superior. Tiene tres ejes de movimiento o 3 grados de libertad: (Martinez G, 2006, p. 244)

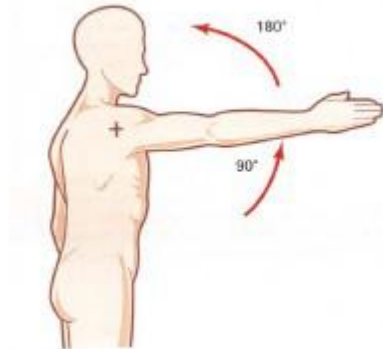
3.11.1. GRADOS DE LIBERTAD



Gráfica 3 Grados de Libertad- Hombro. Fuente: A.I. Kapandji. “Fisiología Articular”. Editorial Médica

3.11.2. MOVIMIENTOS DEL MIEMBRO SUPERIOR

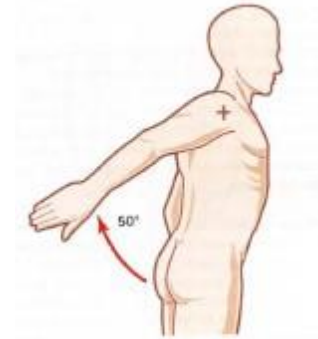
De flexión (FLX): es un movimiento de gran amplitud en el hombro, logra alcanzar los 180° de recorrido. Este movimiento tiene como pivote el eje transversal que se ubica en el plano sagital. 1) (Kapandji, 2006, p.07)



Gráfica 4. Movimiento de Flexión Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006. Pág. 7.

De extensión (EXT.): es un movimiento de menor amplitud que el de flexión, logra entre 45 y 50° de recorrido, al igual que el movimiento de flexión se ubica en el plano sagital y tiene como pivote el eje transversal, la combinación de estos dos movimientos se conoce

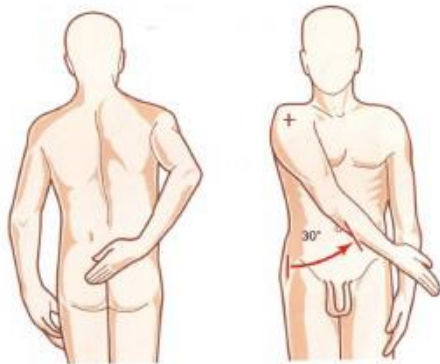
como la flexo-extensión. 1) (Kapandji, 2006, p.09)



Gráfica 5. Movimiento de Extensión Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006. Pág. 7.

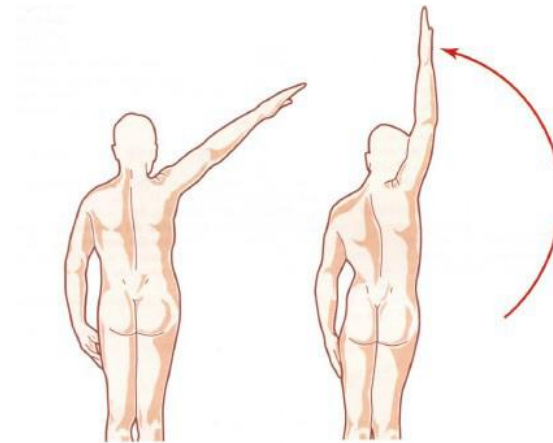
De aducción (ADC): se desarrolla en el plano frontal, a diferencia de la flexión y la extensión, el movimiento individual de la aducción es mecánicamente imposible por la presencia del tronco o torso, debido a esto, el movimiento de aducción se realiza en combinación con los dos movimientos de extensión y flexión. La aducción combinada con una flexión leve, permite una amplitud de movimiento de entre 30° y 45°, por otra parte, la aducción combinada con una extensión logra un

movimiento con amplitud muy leve. (Kapandji, 2006, p.10)



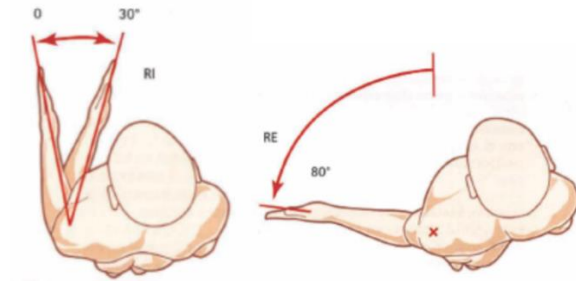
Gráfica 6. Movimiento de Aducción Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006. Pág. 7.

De abducción (ABDC): es un movimiento de gran amplitud que se lleva a cabo en el plano frontal teniendo como pivote el eje antero-posterior del hombro, su recorrido es de 180°, este movimiento posee dos etapas, la primera de 0° a 90°, el miembro superior se aleja del torso, y la segunda de los 90° a los 180°, el miembro superior se acerca al plano sagital, la posición final de la abducción se puede lograr llevando a cabo un movimiento total de flexión. (Kapandji, 2006, p.11)



Gráfica 7. Movimiento de Abducción Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006. Pág. 9.

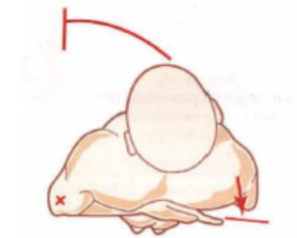
De rotación externa (R.EXT): su amplitud es de 80°, jamás alcanza los 90°. Ésta amplitud total de 80° no se utiliza habitualmente en esta posición, con el brazo vertical a lo largo del cuerpo. Por el contrario, la rotación externa más empleada y por lo tanto la más importante desde el punto de vista funcional, es el sector comprendido entre la posición anatómica fisiológica (rotación interna 30°) y la posición anatómica clásica (rotación 0°). (Kapandji, 2006, p.11)



Gráfica8. Movimiento de Rotación Externa Fuente: A.I. Kapandji.
"Fisiología Articular". Editorial Médica

De rotación interna (R.INT): su amplitud es de 100 a 110°. Para alcanzarla, se requiere necesariamente que el antebrazo pase por detrás del tronco, lo que asocia cierto grado de extensión al hombro. La libertad de este movimiento es indispensable para que la mano pueda alcanzar la espalda. Es condición indispensable para poder realizar la higiene perineal posterior. En cuanto a 10< 90 primeros grados de rotación interna, se asocian ineludiblemente con una flexión de hombro mientras que la mano quede por delante del tronco. Por lo que respecta a la rotación longitudinal del brazo en las demás posiciones distintas a la anatómica, no puede medirse de forma precisa más que mediante un sistema de coordenadas polares o con la prueba del meridiano.

Los músculos rotadores intervienen de manera distinta para cada posición, unos pierden su acción rotadora mientras que otros la adquieren. (Kapandji, 2006, p.11)



Gráfica 9 Movimiento de Rotación Intera.Fuente: A.I. Kapandji.
"Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006.
Pág. 11.

FLEXOEXTENSIÓN HORIZONTAL: Se trata del movimiento del miembro superior en el plano horizontal en torno al eje vertical, o más exactamente, en torno a una sucesión de ejes verticales, ya que el movimiento se realiza no sólo en la articulación glenohumeral sino también en la escapulotorácica. La amplitud total de este movimiento de flexoextensión horizontal alcanza casi los 180°. De la posición extrema anterior a la posición extrema posterior se activan sucesivamente, como si se tratase de la escala musical de un piano, las distintas porciones del músculo deltoides, que resulta

ser el principal músculo de este movimiento. (Kapandji, 2006, p.12)

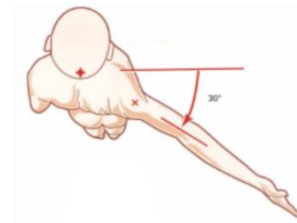
FLEXIÓN HORIZONTAL (FLX.H): movimiento que asocia la flexión y la aducción de 140° de amplitud, activa los siguientes músculos: Músculo deltoides (porción antero interna I y antero externa II en una proporción variable entre ellas), músculo subescapular, músculos pectorales mayor y menor, músculo serrato anterior. (Kapandji, 2006, p.12)



Gráfica 10. Movimiento de Flexión Horizontal Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006. Pág. 13.

EXTENSIÓN HORIZONTAL (EXT.H): movimiento que asocia la extensión y la aducción de menor amplitud, 30-40°, activa los siguientes músculos: músculo deltoides (haces postero externos postero internos en una proporción variable entre ellos), músculo supraespinoso, músculo infraespinoso; músculos

redondos mayor y menor, músculo romboides, músculo trapecio, músculo dorsal ancho. (Kapandji, 2006, p.12)



Gráfica 11. Movimiento de Extensión Horizontal Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006. Pág. 13.

3.11.3. FUNCIONES DEL HOMBRO

La extremidad superior es importante y necesaria en la vida del hombre, esta es una herramienta que le permite realizar las Actividades de la Vida Diaria (AVD), Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD) y desempeñarse como un ser independiente, permitiéndoles satisfacer sus necesidades y mejorando su calidad de vida a través de la realización de las actividades de autocuidado (higiene personal, vestirse y alimentarse), actividades laborales, responsabilidades personales, actividades de

recreación, de comunicación, de desplazamiento, de participación social y comunitaria.

3.12. ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA (AVD)

Dentro de las diferentes posibilidades de actuación hay un tipo de actividades que son comunes a las distintas culturas y tiempos y tienen que ver con la supervivencia y mantenimiento personal. Otras conductas son rutinarias, esperables y, a veces, responden a las responsabilidades personales en función de los distintos roles. A estas actividades se las conoce habitualmente como actividades de la vida diaria (también conocidas como AVD). Las AVD se caracterizan por ser universales, estar ligadas a la supervivencia y condición humana, a las necesidades básicas, estar dirigidas a uno mismo y suponer un mínimo esfuerzo cognitivo, automatizándose su ejecución tempranamente (alrededor de los 6 años), con el fin de lograr la independencia personal. Habitualmente dentro de las AVD se incluyen la

alimentación, el aseo, baño, vestido, movilidad personal, sueño y descanso. No obstante, conviene reconocer el hecho de que las actividades relacionadas con la supervivencia son actividades dependientes de cada cultura, que regula el modo para llevarlas a cabo adecuadamente, a través de rituales que en algunas ocasiones hacen difícil su asimilación y comprensión, así como su desempeño eficaz. Poseen además, “una función social básica, puesto que son indispensables para ser admitido y reconocido como un miembro perteneciente a una determinada comunidad. Es decir, constituyen el soporte mínimo para que se dé una integración social básica, permitiendo a cada sujeto realizar actividades que lo incorporan a lo social y, a la vez, se conforman en insignias que permiten reconocer a un individuo como perteneciente a una determinada cultura y sociedad” (Moruno 2003). Las AVD están relacionadas con el logro de la independencia personal y la autonomía. En este sentido, se entiende que la independencia personal es la capacidad del individuo para satisfacer sus necesidades básicas, o realizar las

actividades de la vida diaria. De este modo, la situación de dependencia puede ser definida como el estado de carácter permanente en que se encuentran las personas que, por razones derivadas de la edad, la enfermedad o discapacidad, y ligadas a la falta o a la pérdida de autonomía física, mental, intelectual o sensorial, precisan de la atención de otra u otras personas o ayuda importantes para realizar las AVD, éstas también construyen la identidad personal, están relacionadas con determinadas responsabilidades personales y sociales, son una forma de expresión y diferenciación personal. las Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD) conllevan un mayor sesgo cultural, están ligadas al entorno, suelen ser instrumentales, frente a las primeras que son finalistas, son un medio para obtener o realizar otra acción, suponen una mayor complejidad cognitiva y motriz e implican la interacción con el medio, tales como utilizar distintos sistemas de comunicación, escribir, hablar por teléfono, movilidad comunitaria (conducir, uso de medios de transporte), mantenimiento de la propia

salud, manejo de dinero, realización de compras, establecimiento y cuidado del hogar, cuidar de otro, uso de procedimientos de seguridad y respuesta ante emergencias. (Romero, 2007, p. 08)

3.13. LESIONES EN RELACIÓN CON LA FUNCIÓN Y ACTIVIDAD DEL MIEMBRO SUPERIOR - HOMBRO

Las lesiones pueden ser de dos tipos, Lesiones inflamatorias musculares o Lesiones óseas. Las Lesiones musculares pueden clasificarse en lesiones Agudas o lesiones Crónicas, las cuales tienen dos mecanismos lesionales o de producción, de forma directa o indirecta. Las lesiones óseas o fracturas son la pérdida de continuidad de un hueso que ocasiona una lesión en los tejidos, no sólo en el óseo sino también en las partes blandas vecinas en proporción directa al tipo y grado de trauma, la presencia de una patología previa, el estado físico, fisiológico y psicológico de cada paciente. Se clasifican según su mecanismo de producción, su Etiología o causa, Según el Trazo de Fractura y Según la Lesión Asociada.

Todas las lesiones en el hombro, de tipo muscular u ósea comprometen la funcionalidad e independencia de la extremidad superior completa, entre mayor sea la gravedad de la lesión será menor el rango de movimiento, la comodidad y la independencia de la persona para realizar las actividades de la vida diaria. La gravedad de la lesión, el estado de inflamación y el proceso de rehabilitación son factores que determinan el proceso de rehabilitación de una persona lesionada.

Hasta ahora la gravedad de la lesión puede medirse cualitativamente según la pérdida funcional, la cual comprende tres niveles que pueden ser Leve (rango de movilidad casi normal), Moderada (Movilidad entre el 75% y el 50% del arco funcional) y Severa (Movilidad menor del 50% del arco funcional) (Gráfica 12)

	FLEX	EXT	ROT INT- EXT	ADB-ADD	SUP PRON
HOMBRO	180º	45º	90º	180º	
ARTICULACIÓN CODO	145º	0º			
ANTEBRAZO					90º

Gráfica 12. Medición cualitativa de la Gravedad de la lesión según la pérdida funcional. Fuente: Autor MOVJOB

Basándose en esta medición de la pérdida funcional puede decirse que cuando la lesión es leve las personas tienen dificultad para realizar las AVD pero cuando la lesión es moderada o severa hay limitación y consecuentemente impedimento para la realización de las AVD, específicamente en actividades que requieren el movimiento del hombro, brazo, antebrazo o la mano como peinarse, vestirse, cepillarse los dientes, enjuagar la cara y la boca, calzarse, ponerse los pantalones, comer, levantar objetos livianos o pesados, lavar, barrer, trapear, planchar, lavar platos, transportar y levantar cargas, complejidad para la movilidad y desplazamiento, realizar trabajos manuales, actividades de interacción y recreación. Según la

investigación realizada sobre las lesiones, su clasificación, protocolos de rehabilitación y su frecuencia, se decide incluir en el marco teórico las lesiones óseas ya que no puede ser ignorada su existencia, pero el presente trabajo se enfocara en la investigación y rehabilitación de lesiones musculares, ya que por protocolo el primer manejo de las lesiones óseas es llevado a cabo por especialistas médicos, hasta la consolidación del área ósea, posteriormente viene el trabajo de rehabilitación muscular llevado a cabo por especialistas y dispositivos médicos de fisioterapia .

MATRIZ DE LESIONES MAS COMUNES Y SU COMPROMISO EN LOS MOVIMIENTOS DEL HOMBRO							
ZONA DEL HOMBRO- MUSCULAR / ARTICULAR							
MOVIMIENTOS DEL HOMBRO		BURSITIS	PINZAMIENTO DE HOMBRO	CAPSULA ADHESIVA	MANGUITO ROTADOR	TENDINITIS	ARTROSIS
	FLX	X		X	X	X	X
	EXT	X		X	X	X	X
	ADC		X	X	X	X	X
	ABDC		X	X	X		X
	R.EXT	X	X	X		X	X
	R.INT	X	X	X			X
	RTP.M			X			X
	ANTPM			X			X
	FLX.H	X		X		X	X
	EXT.H	X		X		X	X
	CRCD	X		X		X	X

Gráfica 13. Matriz Incidencia de Lesiones en movimientos del Hombro.
Fuente: autor MOVJOB

3.14. LESIONES INFLAMATORIAS MUSCULARES

- Lesión de la fibra muscular por isquemia producida por insuficiencia vascular (aguda o crónica).

- Lesión de la fibra muscular por parálisis secundaria a lesión neurológica (de primera o de segunda neuronas). A diferencia de la lesión muscular directa, en las lesiones indirectas existe una capacidad reducida para la regeneración y reparación muscular. (Ballesteros, 2001, p.432)

3.14.1. CLASIFICACIÓN DE LAS LESIONES MUSCULARES

Existen lesiones agudas y crónicas. Las lesiones agudas pueden producirse mediante dos mecanismos lesionales responsables: traumatismos directos o indirectos

LESIONES MUSCULARES AGUDAS

- Traumatismo directo Laceración
- Contusión
- Hematoma
- Traumatismo indirecto Contractura

- Distensión
- Desgarro

LESIONES MUSCULARES CRONICAS

- Seudoquiste
- Nódulo fibroso
- Miositis osificante
- Desgarro recidivante (Ballesteros, 2001, p.230)

3.14.2. TRAUMATISMOS DIRECTOS

LACERACIÓN MUSCULAR: Una herida incisa puede seccionar todo o parcialmente un vientre muscular. (Ballesteros, 2001, p.231)

CONTUSIÓN MUSCULAR: Las contusiones musculares generalmente son causadas por agentes traumatizantes romos no penetrantes. La gravedad del cuadro depende de la intensidad del traumatismo. El

tratamiento finaliza con un programa de rehabilitación funcional y ejercicios de resistencia progresiva.

La gravedad de la lesión puede cuantificarse según la pérdida funcional:

- LEVE: Rango de movilidad casi normal
- MODERADA: Movilidad entre el 75% y el 50% del arco funcional
- SEVERA: Movilidad menor del 50% del arco funcional (Ballesteros, 2001, p.232)

3.14.3. ESTADIOS DE INFLAMACIÓN Y REPARACIÓN

Después de cualquier lesión del tejido conjuntivo, proceda de una lesión mecánica (incluida cirugía) o de un irritante químico, las respuestas del cuerpo y los estadios de curación son parecidos. El número de días de cada estadio es aproximado y los estadios se superponen. Las diferencias entre pacientes deben tenerse en cuenta pues la respuesta del paciente es la mejor pauta para determinar cuándo debe avanzar el

tratamiento de un estadio al siguiente. (Kisner y Allen, 2005, p. 621)

CARACTERÍSTICAS Y SIGNOS DE LOS ESTADOS DE INFLAMACIÓN, REPARACIÓN Y MADURACIÓN DEL TEJIDO

	Estadio Agudo Reacción Inflamatoria	Estadio Subagudo Reparación y curación	Estadio Crónico Maduración y Remodelación
Características	- Cambios Vasculares - Exudación de células y sustancias químicas - Formación de coágulos - Fagocitosis, Neutralización de irritantes - Actividad Fibrilástica temprana	- Eliminación de estímulos nocivos - Crecimiento de lechos capilares en el área - Formación de colágeno - Tejido de granulación - Tejido muy frágil y fácil de dañar	- Maduración del tejido - Contractura del tejido cicatrizal - Remodelación de la cicatriz - El colágeno se alinea con la tensión
Signos Clínicos	- Inflamación - Dolor antes de encontrar resistencia en el tejido	- Se reduce la inflamación - Dolor sincrónico con la resistencia del tejido	- ausencia de inflamación - Dolor después de encontrar resistencia en el tejido
Intervención Fisioterapia	- Fase de protección - Control de los efectos de inflamación - Modalidades - Reposos selectivo/inmovilización - Favorece la temprana curación y previene los efectos perniciosos del reposo - Movimiento pasivo, masaje y ejercicios	- Fase movimiento controlado - Favorecer una curación; desarrollar una cicatriz móvil - Activo no destructivo resistido - Estabilización de cadena abierta y cerrada, ejercicios de resistencia muscular cuyo progreso en intensidad y amplitud es cuidadoso	- Vuelta a la fase funcional - Aumento de la fuerza y al alineamiento de la cicatriz; Desarrollo de independencia funcional - Estiramientos progresivos - Fortalecimiento, resistencia aeróbicas, Ejercicios funcionales y actividades específicas

Gráfica 14. Signos estados de inflamación Fuente: Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby; *Therapeutic exercise: Foundation and Techniques* 2005 Pág. 204.

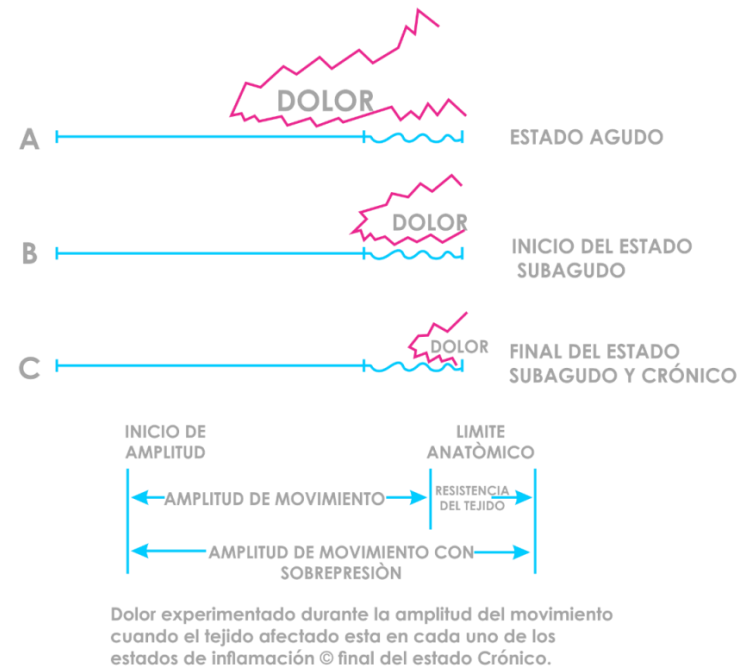
ESTADIO AGUDO: estadio de reacción inflamatoria. Durante las primeras 48 horas después de la lesión de los tejidos blandos, predominan los cambios vasculares. Normalmente, este estadio dura de 4 a 6 días a menos que se perpetúe la lesión. (Kisner y Allen, 2005, p. 203)

ESTADIO SUBAGUDO: estadio de reparación-curación

A medida que decrece la inflamación (durante el segundo al cuarto día), comienza la resolución del coágulo y la reparación del lugar dañado. Esto suele durar de 10 a 17 días más (14 a 21 días después de la lesión), pero puede durar hasta 6 semanas. (Kisner y Allen, 2005, p. 205)

3.14.4. ESTADIO CRÓNICO (MADURACIÓN Y REMODELACIÓN)

El período comprendido por los últimos estadios de la reparación o recuperación del tejido sin signos de inflamación, aunque el paciente no haya recuperado la función completa (se superpone con el estadio subagudo hacia el día 14 a 21 después de la lesión) (Kisner y Allen, 2005, p. 205)



Gráfica 15. Niveles de Dolor Durante Lesión Fuente: Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby; *Therapeutic exercise: Foundation and Techniques*; 2005 Pág. 205.

3.15. EVALUACIÓN SEMIOLOGICA DE HOMBRO

El terapeuta solo puede hacerse una impresión válida de una lesión a través de una evaluación semiológica completa, una evaluación cualitativa, un solo componente de la evaluación no suele aportar toda la

información necesaria. Únicamente a través de una integración de todas las observaciones derivadas de la historia y de la exploración física podrá tener el examinador una impresión general de la lesión. Con esta información se podrá establecer un plan de rehabilitación y tratamiento apropiados: Inspección, Palpación, Movilidad, Exámenes regionales. (Pretenci, 2001, p.500)

3.16. MODALIDADES TERAPEUTICAS PARA LA REHABILITACIÓN DE UNA LESIÓN

Las modalidades terapéuticas son herramientas extraordinariamente útiles en la rehabilitación de las lesiones, su eficacia está limitada por el conocimiento, la técnica y la experiencia del terapeuta que las aplica. (Pretenci, 2001, p.225)

FASE DE LESION AGUDA INICIAL

El uso de modalidad en la fase de tratamiento inicial debe ir dirigida a limitar el grado de hinchazón y a

reducir el dolor que se produce de forma aguda. La fase aguda se caracteriza por la hinchazón y el dolor al tacto y a los movimientos tanto activo como pasivo. Cuanto menos sea la hinchazón inicial menor será en tiempo de rehabilitación, tradicionalmente la modalidad elegida ha sido y sigue siendo, el hielo. (Pretenci, 2001, p.236)

TOMA DE DECISIONES SOBRE EL USO DE DIVERSAS MODALIDADES TERAPÉUTICAS EN EL TRATAMIENTO DE UNA LESIÓN AGUDA

FASE	TIEMPO APROXIMADO	CUADRO CLÍNICO	POSIBLES MODALIDADES UTILIZADAS	RAZÓN DE USO
Aguda Inicial	Lesión día 3	Hinchazón, dolor al tacto, dolor con el movimiento	CRYO ESC IC LPL Reposo	↓ Hinchazón, ↓ dolor ↓ Dolor ↓ Hinchazón ↓ Dolor
Respuesta Inflamatoria	Día 2-día 6	Remite la hinchazón, caliente al tacto, decoloración, dolor al tacto, dolor con el movimiento.	CRYO ESC IC LPL Amplitud de movimiento	↓ Hinchazón, ↓ dolor ↓ Dolor ↓ Hinchazón ↓ Dolor
Respuesta Fibroblástica	Día 4-día 10	Dolor al tacto, dolor con el movimiento, Hinchazón	THERMO ESC LPL IC Amplitud de movimiento, Potenciación	↑ Levemente ↑ circulación ↑ Dolor-bombeo muscular ↑ Dolor Facilitar el flujo linfático
Maduración Remodelación	Día 7- recuperación	Hinchazón ya no duele al tacto, menos dolor con el movimiento	ULTRA ESC LPL SWC MWD Amplitud de movimiento, Potenciación, Actividades Funcionales	calentamiento intenso para ↑ circulación ↑ Amplitud de movimiento, ↑ Fuerza ↑ Dolor ↑ Dolor calentamiento intenso para ↑ circulación calentamiento intenso para ↑ circulación

CRYO, crioterapia; ESC, corrientes eléctricas simultáneas; IC, Compresión intermitente; LPL, Láser de baja Potencia; MWD, Diatermia de microonda; SWD, Diatermia de onda corta; THERMO, termoterapia; ULTRA, Ultrasonido;

↓=Disminución; ↑=Aumento

Gráfica 26 Tratamiento de una Lesión Aguda Fuente: Carolyn Kisner, Lynn Allen Colby; *Therapeutic exercise: Foundation and Techniques*; 2005 Pág. 237.

3.17. EJERCICIOS PARA LA RECUPERACIÓN DE AMPLITUD DEL MOVIMIENTO EN FISIOTERAPIA

Las actividades de la amplitud del movimiento se describen con mayor facilidad haciendo referencia a la movilidad articular y la extensibilidad muscular. Para describir la movilidad articular se emplean términos como flexión, extensión, abducción, aducción y rotación. Desde el punto de vista terapéutico, las actividades de la amplitud del movimiento tienen como fin el mantenimiento de la articulación existente y la movilidad de los tejidos blandos, lo cual reduce al mínimo los efectos de la formación de contracturas. (Kisner y Allen, 2005, p. 621)

3.17.1. CINESITERAPIA

Se puede definir como el conjunto de procedimientos terapéuticos cuyo fin es el tratamiento de las enfermedades mediante el movimiento: ya sean activos, pasivos o comunicados mediante algún medio

externo (electricidad, masajes, gimnasia, etc.) (Kisner y Allen, 2005, p. 35)

3.17.2. CINESITERAPIA PASIVA

Movimiento dentro de los límites de la movilidad articular (ROM) sin restricción de un segmento que se produce por completo por acción de una fuerza externa; no hay contracción muscular voluntaria. La fuerza externa puede proceder de la gravedad, de una máquina o de otra persona u otra parte del propio cuerpo de la persona. (Kisner y Allen, 2005, p. 36)

3.17.3. CINESITERAPIA ACTIVA

Movimiento dentro de los límites de la movilidad sin restricción de un segmento, que se produce por acción de una contracción activa de los músculos que cruzan esa articulación. (Kisner y Allen, 2005, p. 36)

3.17.4. CINESITERAPIA ACTIVA-ASISTIDA

Un tipo de movilidad activa donde una fuerza externa proporciona ayuda, mecánica o manual, dado que el músculo principal requiere asistencia para completar el movimiento. (Kisner y Allen, 2005, p. 37)

3.17.5. INDICACIONES Y OBJETIVOS DE LOS EJERCICIOS DE MOVILIDAD PASIVA

1. Cuando un paciente no puede o se supone que no puede mover activamente un segmento o segmentos del cuerpo, como en estado de coma, parálisis o reposo completo en cama, o cuando hay una reacción inflamatoria (lesión) y la movilidad activa es dolorosa, se emplea movilidad pasiva controlada para reducir las complicaciones de la inmovilización con el fin de:

a. Mantener la integridad de la articulación y los tejidos blandos.

b. Reducir al mínimo los efectos de la formación de contracturas.

c. Mantener la elasticidad mecánica de los músculos.

d. Ayudar a la circulación y la dinámica vascular

e. Mejorar el movimiento sinovial para la nutrición de los cartílagos y la difusión de materiales en la articulación.

f. Reducir o inhibir el dolor

g. Ayudar al proceso de curación después de una lesión o cirugía

h. Ayudar a mantener la conciencia de movimiento del paciente.

2. Cuando un terapeuta evalúa las estructuras inertes, la movilidad pasiva se emplea para determinar las limitaciones del movimiento, determinar la estabilidad articular y determinar la elasticidad de los músculos y otras partes blandas. Cuando un terapeuta está enseñando un programa de ejercicio activo, la movilidad pasiva se emplea para demostrar el movimiento deseado. Cuando un terapeuta está preparando un paciente para los estiramientos, la

movilidad pasiva se emplea con frecuencia antes de las técnicas de estiramiento pasivo.

3. Cuando un terapeuta está enseñando un programa de ejercicio activo, la movilidad pasiva se emplea para demostrar el movimiento deseado.

4. Cuando un terapeuta está preparando un paciente para los estiramientos, la movilidad pasiva se emplea con frecuencia antes de las técnicas de estiramiento pasivo. (Kisner y Allen, 2005, p. 37)

MOVILIDAD ACTIVA Y ACTIVA-ASISTIDA

1. Cuando un paciente pueda contraer activamente los músculos y mover un segmento con o sin ayuda, y no hay contraindicaciones, se empleará la movilidad activa para:

a. Cumplir los mismos objetivos de la movilidad pasiva con los beneficios añadidos producto de la contracción muscular

b. Mantener la elasticidad y contractilidad fisiológicas de los músculos participantes.

c. Proporcionar retroalimentación sensorial procedente de los músculos que se contraen

d. Proporcionar un estímulo para la integridad de los huesos y tejidos articulares

e. Aumentar la circulación y prevenir la formación de trombos

f. Desarrollar la coordinación y las destrezas motoras para actividades funcionales.

2. Cuando un paciente presenta una musculatura débil (grado malo a regular en la prueba muscular), se emplea la movilización activo-asistida con el fin de ofrecer ayuda suficiente a los músculos de modo cuidadosamente controlado para que puedan funcionar al máximo nivel y fortalecerse de modo progresivo

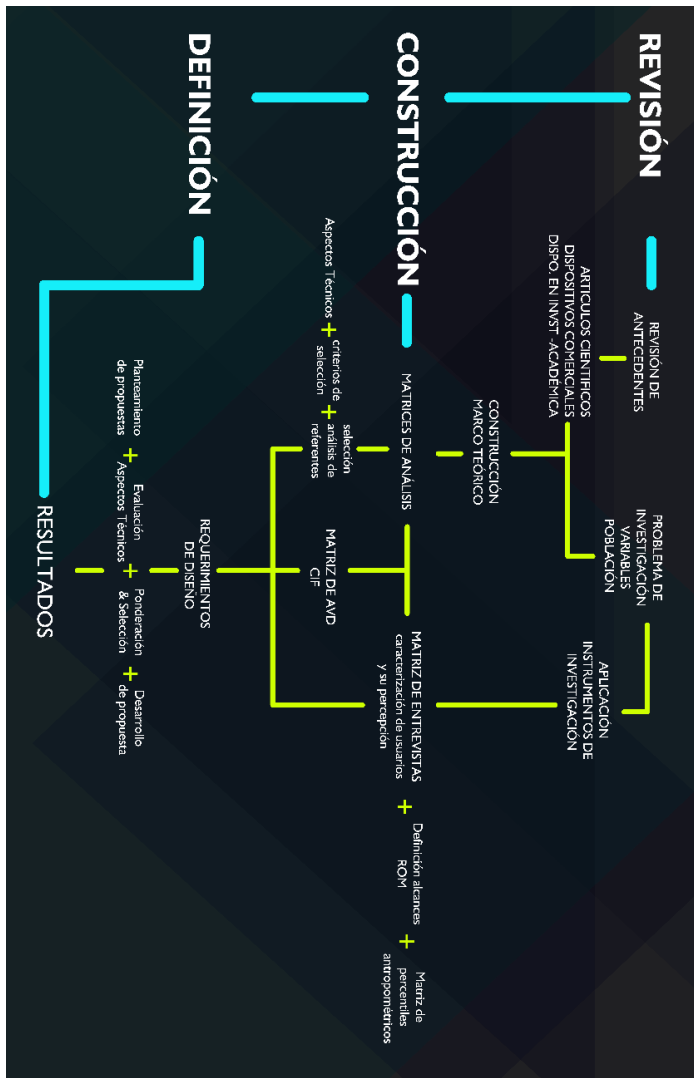
3. Cuando un paciente entra en un programa de preparación física aeróbica, se usa la movilización activa-asistida o activa para mejorar las respuestas cardiovascular y respiratoria si se hace con múltiples repeticiones y se controlan los resultados. (Kisner y Allen, 2005, p. 37)

La Población Objetivo de este proyecto, población de la zona rural del Cauca fue seleccionada debido a que existía una cercanía experiencial con la problemática de afrontar las barreras en el acceso al sistema de salud, relación con el contexto y otras personas que también afrontaron la situación, razón que hacía posible observar, analizar y comprender detalladamente y sensiblemente el fenómeno, además de ello, logrando una cercanía con los autores principales durante el trabajo de campo, lo que permitió aplicar los instrumentos de investigación de forma natural, es decir, consiguiendo que éstas personas compartieran sus experiencias de vulnerabilidad sin asumir actitudes de predisposición durante las entrevistas. La segunda razón por la que se seleccionó, fue por que existía mayor cantidad de datos consignados por instituciones como el DANE, Hospitales, clínicas, profesionales y artículos científicos que permitían realizar investigación y análisis de manera más extensa y sistemática, lastimosamente los organismos encargados de construir datos censales parecen no estar interesados

en cabeceras municipales y zonas rurales, por ejemplo veredas del Cauca, pues es ahí en donde se encuentra en mayor proporción la población que experimenta diariamente la problemática de este proyecto de investigación.

4.METODOLOGIA

La metodología empleada en el desarrollo de este proyecto de grado se dio entre mayo del 2012 a septiembre del 2013, tiempo en el que se desarrolló una etapa de investigación, reflexión y conceptualización, una de análisis, construcción de datos cualitativos, cuantitativos y de instrumentos metodológicos, finalizando con una etapa de definición de criterios y requerimientos de diseño para optimizar la intervención formal mostrada como una propuesta de diseño industrial.



Gráfica 37. Esquema Metodológico. Fuente: Autor MOVJOB

4.1. ETAPA 1 – REVISION DE ANTECEDENTES

En esta etapa se realizó una intensiva indagación, análisis, reflexión y registro a nivel teórico y empírico, con el fin de seleccionar las nociones y variables que construyen y cimentan el marco teórico y el enfoque de este proyecto de grado, este proceso se acompañó de una serie de asesorías formales con especialistas en el campo del diseño, fisioterapia e ingeniería para obtener correcciones a nivel teórico, metodológico e instrumental, buscando definir los límites y acotaciones del proyecto, proceso que tendrá continuidad hasta el final, debido a las variaciones de los conceptos que responde a las dinámicas interdisciplinarias y nuevos descubrimientos teóricos y prácticos que se evidencian en el proceso de investigación.

4.2. ETAPA 2: –PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En esta etapa ya se encuentra construido un marco teórico, contextual y legal, creando un panorama claro en cuanto a nociones, datos epidemiológicos, trabajo empírico y etnográfico. Se ha definido la población

específica, fenómenos o variables que afectan a dicha población y herramientas conceptuales, lo cual trae consigo conocimiento y sensibilidad frente a la situación para plantear el problema de investigación.

4.3. ETAPA 3 –MATRIZ DE ANÁLISIS, ESTADO DEL ARTE Y DE LA TÉCNICA

Bajo parámetros recibidos en asesorías con expertos en ingeniería mecánica, diseño industrial y el criterio del autor de este proyecto, se construye una matriz de análisis, nombrada matriz de decisión, en donde se seleccionan los dispositivos de rehabilitación y sistemas de teleoperación obtenidos de la consulta bibliográfica que permitió identificar once dispositivos técnicos con diferentes propósitos de rehabilitación. Dichos dispositivos fueron elegidos considerando su actualidad y relevancia. Es decir, estos representan los últimos y más desarrollados esfuerzos (del ámbito nacional e internacional) en el área de rehabilitación con sistemas robóticos **ANEXO 1**, a los que se les asigna una

valoración descriptiva de tipo técnico-mecánico, productivo, funcional, antropométrico y ergonómico con el fin de establecer una comparación sistemática de todos los dispositivos de rehabilitación rastreados en el estado del arte y la técnica, obteniendo de esta forma tanto, las mejores características como sus falencias. Análisis crítico que sirve para conocer el estado actual de estos dispositivos para posteriores propuestas.

1. Tipo Producto	16. Aceleración	31. Ajuste Dimensiones
2. Imagen	17. Peso [Kg]	32. Temperatura
3. Lugar de Desarrollo	18. Dimensiones [m]	33. Impreción Táctil
4. Año de última publicación	19. Portabilidad	34. Sonido
5. Modelo Máquina	20. Estrategia de Control	35. Estético Formal
6. Objetivo de la Máquina	21. Instrumentación	36. Color
7. Costo/Producción	22. Restricción de Mvto	37. Impacto de uso de la máquina
8. Tipo de Terapia	23. Manufacturabilidad	38. Percepción de seguridad
9. Posición de la Terapia	24. Materiales	39. Forma
10. Torque	25. Proceso de producción	40. Antropometría
11. Mecanismo	26. Seguridad	41. Funcionalidad
12. Tipo de contacto: músculo/mecanismo	27. Teleoperación Geográfica Local	42. Ciclo de vida
13. Movimientos	28. Teleoperación Geográfica Distribuida	43. Conclusiones
14. RoM	29. Valoración	
15. Velocidad	30. Mantenimiento	

Gráfica 48. Aspectos técnicos y formales evaluados Fuente: Autor MOVJOB

Se construye otra matriz con el análisis de los artículos de mayor relevancia en relación al diseño, rehabilitación y teleoperación **ANEXO 2**, con el mismo fin de la matriz anterior.

4.4. ETAPA 3- APLICACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

- Basados en los datos recolectados (estadísticos y etnográficos) se realiza la categorización de usuarios: i] se identifica el perfil del usuario primario (población vulnerable) éstos son pacientes con lesiones en el hombro en sus diferentes estados (pacientes rehabilitados o pacientes activos, paciente con lesión y paciente con lesión recidivante) con el propósito de entender las diferentes necesidades, problemas presentados y soluciones brindadas por los profesionales en los tres estados de lesión anteriormente mencionados, ii] Se identifica el perfil del usuario secundario, especialistas en la salud, quienes están en contacto directo con el usuario primario, profesionales que laboraran en diferentes tipos de entidades de salud (públicas y privadas) con el fin de obtener un paralelo de la calidad actual de atención, así mismo,

conocer la disponibilidad, el nivel de desarrollo tecnológico y de innovación de los dispositivos médicos para realizar las terapias de rehabilitación, iii] Se realiza la selección de instituciones de rehabilitación que cumplan con los requerimientos y posibilidades del usuario primario y secundario, teniendo en cuenta las condiciones actuales ofertadas por el sistema de salud, con el fin de que exista una estrecha relación y coherencia en la información.

- Una vez realizada la categorización de usuarios, se aplican los instrumentos de investigación a través de entrevistas semiestructuradas (ver **ANEXO 3**) y su respectivo registro en archivos de audio, buscando información sobre:
 - La forma de resolver las necesidades de salud por parte del usuario primario en situación de lesión
 - Las alternativas y calidad de atención brindadas por parte del usuario secundario

- los requerimientos médicos para la rehabilitación de lesiones y devolver al usuario principal la independencia en la realización de sus AVD.

Posteriormente se sistematizaron como datos cualitativos y cuantitativos mediante matrices de análisis. Se concluyó junto con la investigación alterna para obtener los requerimientos de diseño.

Los objetivos de dichos instrumentos de investigación fueron los siguientes:

PACIENTES (ACTIVOS Y RECUPERADOS):
EXPERIENCIAS

- Cumplimientos de los deberes.
- Percepción de los protocolos y los equipos.
- Efectividad de la recuperación.
- Como son los canales de comunicación (recibir información de rehabilitación).
- Lesión vs afectación AVD.
- Razón de lesión vs Acciones prevención futuras lesiones

PROFESIONALES DE LA SALUD: PROTOCOLOS

- Lesiones más comunes.
- Como son los canales de comunicación (brindar información).
- Cumplimiento de las citas y los deberes.
- Cuáles son los principales movimientos a recuperar.
- Razón de lesión vs Acciones prevención futuras lesiones

En el **ANEXO 4** se enseña una matriz que resume las respuestas de cada uno de los usuarios a los que se les aplicó la entrevista y las conclusiones de cada grupo. Con este procedimiento se caracterizó de manera general la opinión del usuario primario, información que se utilizó para obtener parte de los requerimientos de diseño **ANEXO 5**, requerimientos de Confort (ergonomía y antropometría) y de tipo Formal (diseño, percepción del producto, sus atributos formal estéticos, de seguridad y de comunicación)

RESULTADOS

En las siguientes Tablas se presenta un resumen de los aspectos cuantificables de la entrevista con los que se caracteriza a cada usuario.

1) Resumen de Datos cuantificables de pacientes entrevistados

Paciente	Nombre
1	Rafael Hernandez
2	Henry Ramos Dominguez
3	Bayron Villamil
4	Jhoan betancourt

Gráfica 19. Pacientes entrevistados Fuente: Autor MOVJOB

Pacientes		Edad [años]	Peso [Kg]	Talla [cm]	IMC	Hombro lesionado		Hombro dominante		Episodios	Ocupación
						D	I	D	I		
Actuales	1	19	89	181	27,17	X	X	X		2	Estudiante-Nadador Alto rendimiento
	2	53	67	172	22,65	X			X	1	Domiciliario
Recuperados	3	50	71	180	21,91		X	X		1	Diseñador Industrial - Docente
	4	23	70	165	25,71	X		X		1	Animador 3D

Gráfica 20. Datos cuantificables Fuente: Autor MOVJOB

2) Resumen de Datos cuantificables de profesionales entrevistados

Profesional	Nombre	Ocupación	Lesión más tratada
1	Cristian Restrepo	Fisioterapeuta	Fractura de clavícula
2	Yuli paulina Ceron	Fisioterapeuta	Manguito rotador
3	Harold Lopez Fe.	Fisioterapeuta. Especializacion: cuidado de paciente en estado Crítico	Bursitis, tendinitis manguito rotador, esguinces de hombro

Gráfica 21. Profesionales entrevistados Fuente: Autor MOVJOB

Se procesa la información cualitativa obtenida de las entrevistas durante el trabajo de campo, datos formales, estéticos, simbólicos, ergonómicos y secuencias de uso de los dispositivos médicos extraídos del análisis y observación durante el trabajo de campo. En esta etapa se develan las situaciones problema respecto a protocolos de rehabilitación aplicados por los profesionales, el sistema de salud a nivel organizacional y la carente inversión en infraestructura, dispositivos terapéuticos, actitudes de los pacientes antes, durante y posterior al proceso de rehabilitación.

- Posterior a las entrevistas con pacientes y profesionales, la experiencia dentro de los sitios de rehabilitación y el uso de dispositivos, se realiza una matriz de las AVD Vs. Movimientos del hombro **Anexo 6**, corregida por expertos en fisioterapia. El objetivo de esta matriz fue identificar cuáles son los movimientos requeridos para realizar las AVD y los principales movimientos a recuperar durante el proceso de

rehabilitación. Dicha matriz fue construida con algunos aspectos establecidos y la observación del autor. Del análisis de esta matriz se obtuvo que el orden de los movimientos a recuperar debía ser:

1. Flexión.
2. Rotación interna.
3. Abducción.
4. Rotación externa.
5. Aducción.
6. Extensión.
7. Flexión horizontal.
8. Extensión horizontal.

4.5. ETAPA 5 – CONCLUSIÓN DE MATRICES DE ANÁLISIS INFORMACIÓN CUANTITATIVA

Una vez evaluados los once dispositivos en la matriz de decisión **Anexo 1**, se realiza una matriz de ponderación, cuyos ítems nombrados criterios de

selección fueron elegidos con base a los aspectos técnicos y formales de la matriz de selección.

Criterio de selección	Resumen aspectos
RoM	Movimientos
	RoM
Complejidad mecánica	Torque
	Mecanismo
	Velocidad
	Aceleración
	Instrumentación
	Manufacturabilidad
	Materiales
	Proceso de producción
Tamaño/peso/ portabilidad	Mantenimiento
	Peso [Kg]
	Dimensiones [m]
	Portabilidad
Seguridad/ restricción	Restricción de Mvto
	Seguridad
Diseño	Estético Formal
	Impacto de uso de la máquina
Confort (Ergo. y Antro.)	Postura para la Terapia
	Tipo de contacto: músculo/mecanismo
	Ajuste Dimensiones
	Temperatura
	Impresión Táctil
	Sonido
	Antropometría
Percepción	Color
	Impacto de uso de la máquina
	Percepción de seguridad

Gráfica 21. Matriz Criterios de Selección Fuente: Autor MOVJOB

Para otorgar los puntajes a cada ítem se procedió a seguir el siguiente algoritmo: El dispositivo que presente mejor desempeño en cierto ítem se le otorga el puntaje máximo (10), y a partir de un proceso de comparación se asignan valores al resto de dispositivos

siendo 0 el valor mínimo. Adicionalmente, los pesos porcentuales de cada ítem fueron asignados tomando en cuenta los intereses del usuario principal (paciente) y secundario (profesional de la salud).

Criterio de selección	Peso [%]	Máquina 1	Máquina 2	Máquina 3	Máquina 4	Máquina 5	Máquina 6	Máquina 7	Máquina 8	Máquina 9	Máquina 10	Máquina 11
RoM	20	5	10	8	2	4	8	3	5	8	5	5
Complejidad mecánica	10	6	8	8	7	5	10	6	8	9	7	7
Tamaño/peso/portabilidad	15	5	0	0	6	5	10	3	7	0	8	0
Seguridad/restricción	15	5	6	8	5	2	6	2	2	10	6	6
Diseño	10	6	4	6	5	4	7	5	6	8	10	8
Confort (Ergo. y Antro.)	15	4	3	5	4	2	10	5	6	8	10	7
Percepción	15	3	1	4	4	2	6	3	5	5	10	3
Total		4,75	4,7	5,55	4,45	3,35	8,1	3,65	5,4	6,75	7,8	4,9

Gráfica 22. Matriz de Ponderación Fuente: Autor MOVJOB

Posterior a la caracterización de los usuarios se realizó una matriz en donde se consignaron los percentiles para dimensionar la propuesta de diseño, basados en parámetros antropométricos de la población laboral colombiana. (Estrada, 1995). En donde se seleccionaron las medidas del percentil 5 (dimensiones menos frecuentes dentro de la población) y 95 (dimensiones más frecuentes dentro de la población) para tener un amplio rango de dimensiones buscando proporcionar condiciones de confort a los usuarios. (ANEXO 8)

PERCENTILES ANTROPOMÉTRICOS APLICADOS EN EL DISEÑO DE MOVJOB

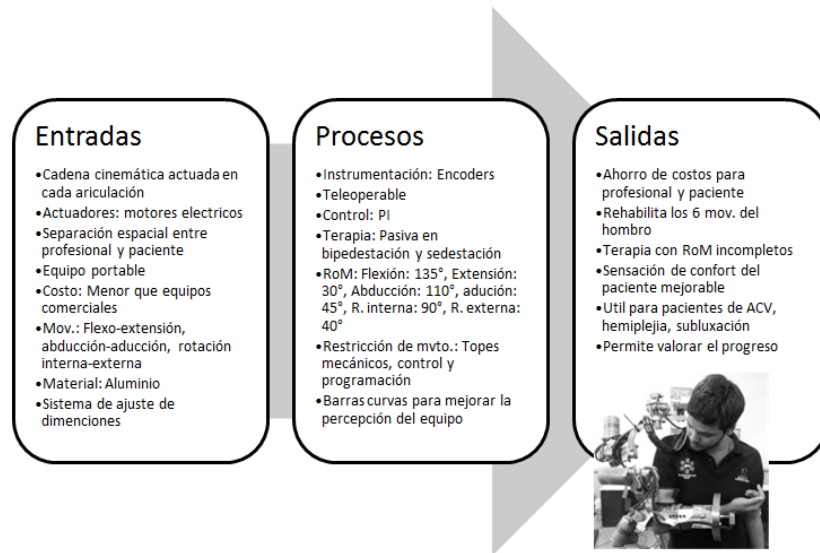
JAIRO ESTADA Equivalente	Codigos	Medidas Antropometricas Evaluadas	Valor			
			Mujeres		Hombres	
			P. 5	P. 95	P. 5	P. 95
5	5	Altura Sentado Normal	76,50	86,70	80,00	91,80
28	8	Anchura codo a codo	33,90	49,50	37,70	52,30
51	11	Perimetro brazo (sup) flexionado [cm]	23,50	33,80	27,00	35,60
52	12	Perim del brazo medio y relajado [cm]	23,30	33,60	25,20	34,20
11	17	Altura acromial [sentado]	51,30	59,20	54,50	63,20
29	24	Anchura de las caderas	32,6	42,6	30,9	39,2
18	28	Altura de fosa poplitea [sentado]	35,1	42	38,6	46,2
41	29	Larg. nalga fosa poplitea [sentado]	42	50,4	42,7	50,9
36	30	Anchura de pie	8,2	9,9	9,1	10,5
44	31	Largura Planta del pie	17	19,8	18,8	21,8
35	32	Ancho de talon	5,4	7	6	7,6
Panero	33	Altura apoyapiés	250mm	Inclinación: entre 5° y 15°		
Autor	34	Longitud Lumbar	15,1			18,6

Gráfica 23. Matriz de percentiles antropométricos basada en datos de Estrada, 1995 Fuente: Autor MOVJOB

ANTECEDENTES:

Los dispositivos que obtuvieron las tres mejores calificaciones en la matriz de ponderación fueron evaluados en una matriz nombrada **Matriz de Procesos** con el objetivo de caracterizar las **ENTRADAS** o forma de iniciar cada sistema, los **PROCESOS** empleados o desarrollados durante el uso del sistema y las **SALIDAS**, resultados o beneficios obtenidos al terminar el uso del dispositivo o sistema, lo anterior desde la perspectiva de la ingeniería, respecto al diseño se evaluó desde el confort y percepción, comodidad brindada al paciente e información que

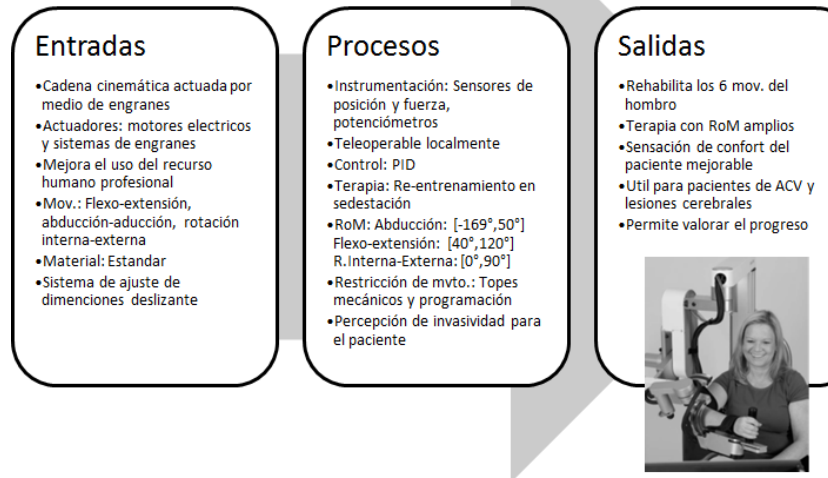
transmitía a través de su forma y estética durante el desarrollo de la terapia. Las máquinas 6, 9 y 10 fueron las mejor calificadas, todas realizaban la terapia en posición de sedestación.



Gráfica 24. Matriz de Matriz de procesos Máquina 6. Fuente: Autor
MOVJOB

El modelo de máquina 6 (Exoesqueleto portable con implementación biomecatrónica para rehabilitación de miembro superior, desarrollado en la universidad de KwaZulu-Natal, Sudafrica, Dasheek, 2011), obtuvo la

mejor calificación, desde el punto de vista mecánico como el movimiento actuado por articulación, teleoperabilidad, el control a través de la programación, valoración del progreso y recuperación de todos los movimientos aunque con ROM incompletos. Desde el punto de vista del diseño, se encontró que el dispositivo era demasiado robusto afectando negativamente el impacto de uso de la máquina, sus piezas mecánicas como actuadores (motores) habían sido asignadas sin tener en cuenta la importancia de las dimensiones a nivel visual, lo que reducía a la vez, el confort por el ruido producido en el proceso de uso, a nivel estético, los materiales habían sido elegidos buscando producción de bajo costo dejando cuestiones del aspecto al azar, teniendo entonces un dispositivo con aspecto, sonido y dimensiones de un elemento robótico y robusto que además denunciaba la irrelevancia dada a factores de confort y percepción.



Gráfica 25. Matriz de procesos Máquina 9. Fuente: Autor MOVJOB

El modelo de maquina 9 desarrollado para población norteamericana, recibió la menor calificación de la selección, siendo el dispositivo comercialmente mejor establecido, desde el punto de vista mecánico esta adecuadamente desarrollado, pero a nivel de diseño, excedía las dimensiones de sus partes en relación al usuario (impacto de uso de la máquina) cuestión que puede transmitir temor en el uso, respecto a su aspecto, colores básicos blanco, negro y gris, selección sin

pretensiones estimulantes o intenciones ambiguas.
(Dispositivo comercial)



Gráfica 26. Matriz de procesos Máquina 10. Fuente: Autor MOVJOB

El modelo de maquina 10 desarrollado para población norteamericana, siendo el más interesante desde el punto de vista del diseño por sus formas simples que transmitían ligereza reduciendo al máximo el impacto de uso. Se criticó que no estuviera desarrollado como sistema, pues se componía de una silla y superficie de apoyo estándar más el mecanismo de rehabilitación,

mostrando que no había una modulación o propuesta de diseño del dispositivo como sistema, dejando la estética al azar, cuestiones importantes en el desarrollo de producto. De este dispositivo se concluyó que es importante que el sistema no sea invasivo de forma que pueda percibirse la seguridad y confianza en el dispositivo por parte del usuario. En adición, la percepción y sensación de confort por parte del paciente durante el uso juega un papel crucial, pues de su motivación dependerá el uso y consecuentemente la evolución de su rehabilitación. (Dispositivo Comercial)

Con esta matriz de **PROCESOS** se caracterizó cada máquina o dispositivo como un sistema, para obtener coherentemente los requerimientos funcionales, formales, estructurales y de seguridad.



Gráfica 27 Esquema Análisis de referentes. Fuente: Autor MOVJOB

4.6.ETAPA 6 –NORMATIVIDAD DE DISEÑO DE DISPOSITIVOS

En el ámbito nacional, la norma que rige la aplicación de este tipo de dispositivos es el decreto 4725 de 2005, del cual se pueden obtener las siguientes restricciones.

- Eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible (seguridad inherente al diseño y a la fabricación).
- Adoptar las oportunas medidas de protección, incluso alarmas, en caso de que fuesen

necesarias, frente a los riesgos que no puedan eliminarse.

- Informar a los usuarios de los riesgos residuales debidos a la incompleta eficacia de las medidas de protección adoptadas.

4.7. ETAPA 7 –REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Posterior al rastreo bibliográfico para la creación del estado del arte y la técnica, aplicación de instrumentos de investigación, construcción de matrices, se obtuvo los requerimientos de diseño presentados en el **ANEXO 5**. Estos requerimientos se clasificaron en 4 categorías: Funcional, Estructural, Confort, Forma y de Seguridad. Cada uno de estos requerimientos fue descrito y se especificó a cual usuario beneficiaria, para asegurar que el dispositivo presente características que satisfagan las necesidades del usuario primario y secundario, Paciente y Profesional, respectivamente.

Funcional:

1. Medidas antropométricas de la población colombiana.

Estructura:

1. Sistemas estandarizados de ensamble.
2. Materiales resistentes a la corrosión y oxidación.
3. Materiales no reactivos ante el contacto de agentes como el sudor, o sangre.
4. Debe producirse por medios industriales a bajo costo.

Confort:

1. Forma segura que no cause daños físicos a la persona que lo utiliza.
2. La forma debe generar entendimiento del sistema.

Forma:

1. Diseño para la seguridad, confiabilidad y factibilidad del sistema.

REQUERIMIENTOS DE CONFORT Y FORMA

2. En la siguiente tabla se presentan los requerimientos de confort y forma para la propuesta de diseño, obtenidos del trabajo de campo y análisis de antecedentes.

Context	Percentil antropométrico	Ajustabilidad bajo el percentil 95	X		El sistema debe contar con los percentiles antropométricos de la población colombiana	Investigación recopilación de estudios antropométricos colombianos
	Niveles de ruido	Los actuadores y sistemas de transmisión deberán ser lo menos ruidosos posible	X	X	Los niveles de ruido producidos no deben incomodar al usuario	Actuadores con baja producción sonora o materiales aislantes de ruido
	Impacto de uso de la máquina	Percepción no invasiva del usuario frente al sistema	X		La estructura del dispositivo no deberá ser invasiva para el usuario	Estructura no amenazante en términos de balance de peso y equilibrio, (diseño conceptual/estructural)
	Sistema de ajuste de dimensiones	Mecanismos deslizantes		X	Las adaptaciones entre las diferentes medidas antropométricas deben ser fáciles de realizar	Mecanismos de ajuste y zonas de agarre sencillos de usar, diseño comunicativo
	Zonas de Agarre y contacto	Material cómodo, seguro, antielectro y gradable al tacto, formas sinuosas no anguladas	X	X	Eliminar bordes de contacto angulados que disminuyen la seguridad y faciliten la acumulación de polvo y demás contaminantes, evitar texturas en agarre y zonas de contacto que disminuyen la comodidad seguridad	Materiales texturizados para definir zonas de agarre con alto porcentaje de comodidad, asepsia y bordes sinuosos
Forma	Impacto visual	El sistema debe comunicar seguridad en cuanto a la estructura y su estabilidad	X		Estructuralmente debe estar proporcionado con el fin de que el sistema sea percibido por el paciente como estable y seguro	Estructura estable, no desequilibrada que transmita seguridad (diseño conceptual/estructural)
	Funcionalidad de aspecto formal-estético	Comunicación con el usuario a través del sistema formal	X	X	La forma debe transmitir al usuario la correcta relación de uso, confianza y seguridad	La forma (estructura, accesorios, agarres, zonas de reposo) deben tener un lenguaje formal claro que por ellos mismos se indique el uso
	Percepción cromática y de texturas	Percepción cromática y de texturas	X	X	El dispositivo debe tener colores y texturas que transmitan tranquilidad, seguridad y confianza	Selección cromática teniendo en cuenta el material aplicado y sus texturas en pro de obtener confianza-relajación
	Percepción de la seguridad	Evitar la visualización de elementos de transmisión de potencia mecánica y electrónica	X	X	La estructura no debe permitir al usuario visualizar los componentes internos y su funcionamiento	El dispositivo debe contar con materiales que permitan crear superficies para proteger el área mecánica/electrónica

Gráfica 28. Gráfica requerimientos de forma. Autor MOVJOB

4.8. ETAPA 8 – SELECCIÓN Y DISEÑO DE LA PROPUESTA

Evaluación de alternativas y selección de la propuesta mejor estructurada, en términos de determinantes y requerimientos de diseño.

ETAPA 9 – MODELADO

Desarrollo de la propuesta seleccionada y todos sus componentes, a nivel tridimensional, con la ayuda de software paramétrico Solid Works 2013

5. DESARROLLO DEL PROYECTO



Gráfica 29. LOGO. Fuente: Autor MOVJOB

El desarrollo investigativo, apuestas metodológicas e instrumentales, consignadas en este documento, hacen posible dar paso a esta propuesta de diseño. Esta investigación es el resultado del trabajo en equipo entre una estudiante de diseño industrial, Mária Clemencia Alzáte y un estudiante de ingeniería

mecánica, Miguel Andrés García Llanos, quienes fueron encargados de hacer investigación de la articulación de hombro durante los dos últimos semestres académicos. Durante este tiempo fuimos parte del grupo de investigación de la Universidad del valle Facultad de ingenierías, enfocado en el desarrollo de dispositivos de rehabilitación Teleoperados para diferentes grupos osteomusculares, Grupo dirigido por el Ingeniero y profesor José Isidro García Melo y por el ingeniero y diseñador y profesor Cristian David Chamorro Rodríguez. Iniciativa que busca establecer una comunicación efectiva, en términos de trabajo investigativo Interdisciplinar, entre estudiantes próximos a ser profesionales del diseño y la ingeniería, en donde cada estudiante se encarga de construir los datos, análisis y conclusiones de su competencia además del trabajo en equipo. El estudiante de ingeniería se encargó de definir cuestiones de mecánicas, electrónicas, análisis y tolerancia de materiales; Este proyecto de grado de diseño Industrial se encargó de definir cuestiones de diseño (valores

estético – formales) de confort (ergonomía y antropometría) cuestiones propias de la percepción (valores simbólicos del impacto de uso entre el entorno-usuario y objeto-usuario). Los datos pertenecientes al área de la salud, valga la pena mencionar, de gran importancia, son construidos a través de series continuas de entrevistas y asesorías con expertos en traumatología, fisioterapia y fisiatría, algunos pertenecientes a la Universidad del Valle, el resto, expertos en la materia vinculados a otras organizaciones, interesados en apoyar la investigación académica.

Los resultados obtenidos de esta sinergia enfocada en los dispositivos de rehabilitación Teleoperados, tiene como objeto lograr establecer metodologías de trabajo interdisciplinarias que permitan obtener resultados satisfactorios en el desarrollo de producto para el mercado nacional, entender las condiciones de la rehabilitación en el contexto nacional y departamental, especialmente a los usuarios en procesos de rehabilitación, haciendo posible establecer parámetros

ergonómicos y percentiles antropométricos que nos acerquen cada vez más al desarrollo Colombiano para la población Colombiana, promoviendo de esta forma tanto el diseño, la ingeniería, la producción y el desarrollo de la industria nacional, pues a través del análisis contextual, construcción del estado del arte y de la técnica, se devela que el mercado de los dispositivos de rehabilitación a los que tiene alcance nuestra población, es desarrollado con percentiles extranjeros, por la industrial extranjera y a elevados costos, lo que dificulta considerablemente el acceso a la rehabilitación para una gran parte de la población, especialmente estratos 1-2 y en condiciones geográficas, económicas y culturales especiales que no son más que problemas en el acceso al sistema de Salud.

5.1. DESCRIPCIÓN FORMAL

Se inició con la observación de los dispositivos existentes para el desarrollo conceptual, partiendo de esta manera de la forma convencional o general. Se

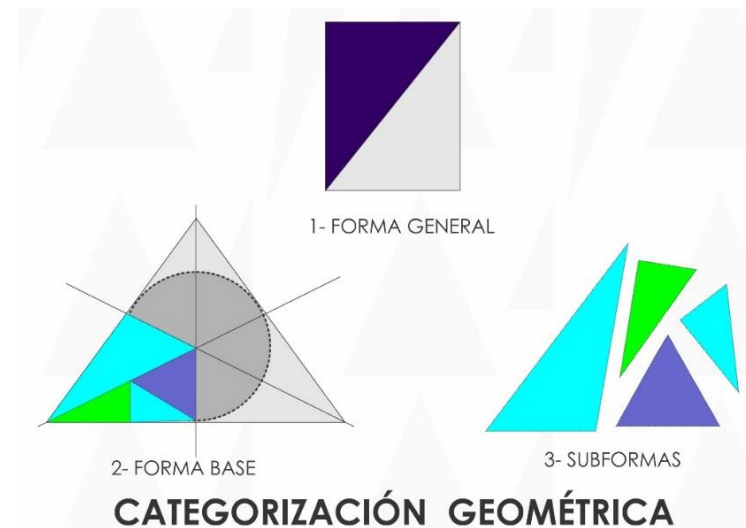
realizó la descomposición esquemática con el fin de obtener geometría más ligeras y menos robustas buscando nuevas perspectivas que cambiaran los esquemas básicos en la forma de los dispositivos, sin sacrificar los factores de seguridad. La selección cromática también se basó en la observación de los dispositivos existentes en los antecedentes y el trabajo de campo, buscando generar a través del uso y los colores seleccionados, despertar nuevas percepciones tanto del espacio como de la actividad de rehabilitación, actualmente definida por los pacientes como *“aburrida, tensa, obligatoria o clínica”* razón por la que no se eligieron los tonos “médicos” convencionales aplicados en los dispositivos del mercado ni los tonos elegidos al azar en proyectos académicos de ingeniería

Una vez registrados y analizados los datos en la matriz de decisión, se seleccionaron los ítems de mayor relevancia que definieron conceptualmente los parámetros formales y funcionales de la propuesta, resultados que indicaron que la forma, dimensiones,

color y texturas del dispositivo son parámetros de decisión para el usuario respecto a su actitud de uso, confort y la decisión de usarlo de nuevo o descartarlo de sus preferencias, hecho esto se inició el proceso creativo de exploración formal. Los dispositivos analizados en la matriz presentaban desarrollos formales básicos y tradicionales, dentro de su desarrollo pudo leerse una tendencia de composición formal, basadas principalmente en geometrías cuadradas, puntas anguladas y estructuraciones espaciales sobredimensionadas, que no solo transmitían al usuario la sensación de robustez sino que eliminaban de sus características la portabilidad.

En cuanto composición, la distribución visual de los pesos no era controlada develando que no había implícito un análisis formal ni cromático para convertirlo en un producto amigable con el usuario, dejando de producir aceptación y transmitir innovación, armonía, comodidad y portabilidad al usuario.

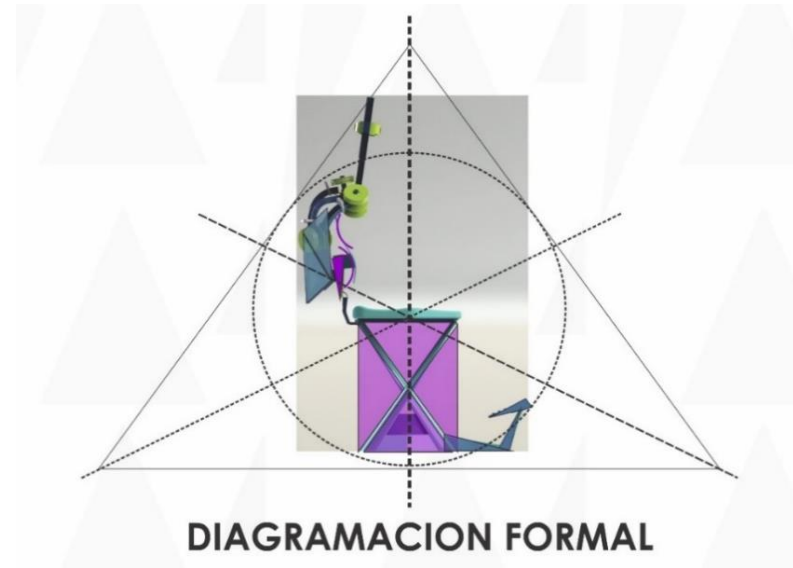
Los aciertos fueron hallados en la selección de materiales que afectan directamente a la función y percepción de seguridad y confort. Consecuentemente, seguridad, portabilidad, innovación y armonía visual se convirtieron en factores definitivos para la conceptualización formal del dispositivo, el cual partió de una composición geométrica, así:



Gráfica 30. Categorización Geométrica. Fuente: Autor MOVJOB

5.1.1. FORMA GENERAL

Esquemáticamente se siguió un patrón de composición el cual se basó en descomponer siempre que se encontraran geometrías cuadradas, buscando diferentes propuestas dentro de la forma general, geometría convencional observada frecuentemente en los robustos dispositivos del trabajo de campo y estado de la técnica. De esta manera al descomponer la forma general a través de una simetría axial se describen 2 polígonos, tomados posteriormente para descomponerlos, con el propósito de simplificar y explorar formalmente, logrando innovar la configuración estructural de los sistemas de apoyo o bases y su ligereza.

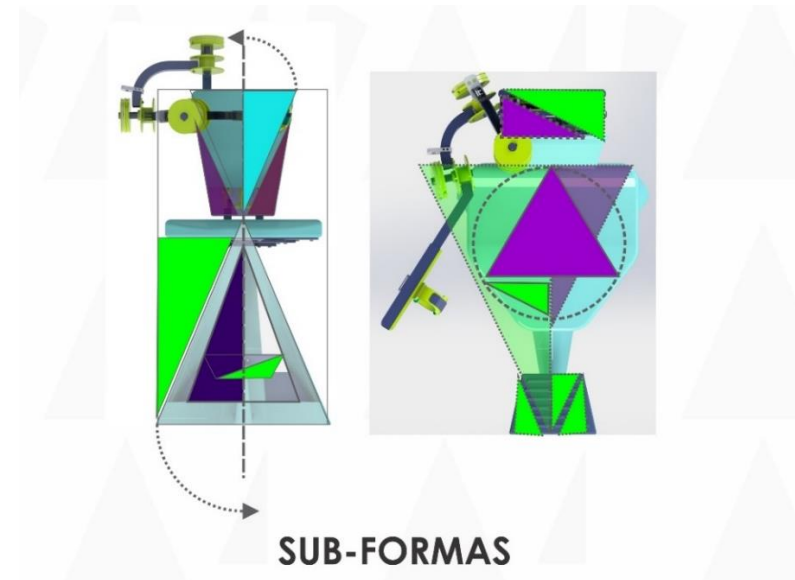


Gráfica 31. Diagramación Forma General. Fuente: Autor MOVJOB

5.1.2. FORMA BASE

Ubicada y distribuida la propuesta en un plano que describe los componentes del polígono, círculo y bisectriz, se descompuso nuevamente la forma general pero esta vez, en su vista lateral, lo cual arroja las SUBFORMA, definiendo así las opciones geométricas para conceptualizar la forma, triángulos equilátero, isósceles y escaleno con ángulos rectángulo,

acutángulo y obtusángulo. Una vez definidas estas geometrías, se dimensionó según los percentiles (percentil 5 y 95 requerimientos antropométricos) y se desarrolló diversas estructuraciones en el espacio (se gradó, reflejó y radió). Siendo el polígono más simple proporcionaba mayor libertad de composición sin alcanzar la saturación o robustez visual, buscando romper la estructuración convencional, basada en geometrías cuadradas y robustas, a través del planteamiento de la reconceptualización formal se busca que el usuario realice una lectura adaptativa logrando seducirlo y sumergirlo en una relación de aceptación, agrado y confort, según el concepto de ergonomía cognitiva. (Sáenz, 2005)



Gráfica 32. Diagramación Sub-Formas. Fuente: Autor MOVJOB

5.1.3. SUB-FORMAS

Teniendo esta variedad poligonal se logró trabajar con libertad, en términos de composición o diagramación espacial, pero con límites en términos formales y de estilo. Se dividió el diseño en Componentes (**C**) estructurales (C. apoyo, C. reposo, C. mecánicos, C. electrónicos) y Zonas funcionales (Z. mecánica, Z.

electrónica, Z. de usuario principal, Z. Usuario secundario). En cuanto a los componentes estructurales se trabajó por zonas la composición triangular y se aplicó en el funcionamiento de los mecanismos, buscando la cohesión final como sistema. En las Zonas funcionales se realizó distinción por valores de color, los cuáles cumplen la función de señalización del uso de los espacios y la contextualización perceptiva del usuario, así: azul Aguamarina para la zona de uso del usuario principal (pacientes), verde limón para el usuario secundario (profesional), azul turquí para el usuario terciario (personal de mantenimiento).

Expuesto al análisis crítico de propuestas, fue la forma mejor calificada en la Matriz de evaluación de conceptos (**ANEXO 7**)

Concepto 4				
	8 Movimientos	Flexión @ 154°	Extensión @ 50°	Abducción @ 180°
	100			
	Aducción @ 45°	R. Interna @ 100°	R. Externa @ 50°	Flexión H. @ 140°
	Extensión H. @ 30°	Terapia Activa	Terapia Pasiva	Velocidad Regulable
		100	100	100
	Valoración	Arquitectura Mecatrónica	Portable	S. Modular
	100	100	75	100
	Formas Comunes	Disipación Calor	Aislamiento Acustico	Tele-operable
	0	100	100	100
	Ajuste Dimensiones	Percepción Funcional	Confort	Percepción de Seguridad
	100	100	100	100
	Seguridad	Angulos Reales	TOTAL	
	100	100	1675	

EVALUACIÓN CUANTITATIVA CUARTA PROPUESTA

Gráfica 33. Evaluación cuantitativa Cuarta propuesta. Fuente: Autor
MOVJOB

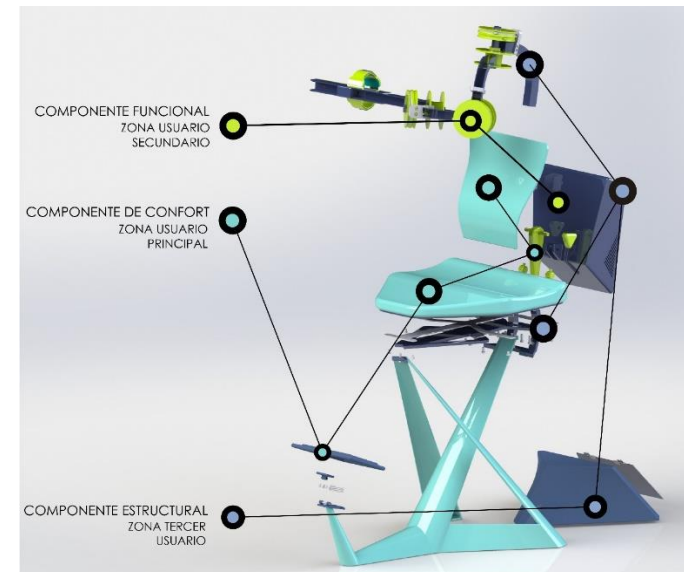


Figura 1. Componentes MOVJOB. Fuente: Autor MOVJOB



Gráfica 34. Selección de Cromática, usuario y Zona Funcional: Autor MOVJOB



Figura 2. MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

5.2. CAPACIDADES DE MOVJOB

- 1- Establece una Interacción amigable con el usuario en la relación de usabilidad debido a que su diseño comprende cuestiones estético-formales y de percepción para generar confort visual y seguridad al usuario principal (paciente).
- 2- Tiene las condiciones ideales de ergonomía y antropometría, pues se desarrolló basado en análisis de percentiles de población laboral colombiana.
- 3- Brinda las condiciones de confort al usuario principal (Paciente) y al secundario (profesional) a través de la ejecución de los requerimientos de diseño Funcionalidad, seguridad, confort y percepción.
- 4- Realiza Registro y evaluación cuantitativa del rango de movimiento en estado de lesión y a través de su evolución, lo que posteriormente es usado para complementar la valoración semiológica realizada por el profesional, finalmente, a través del registro se realiza una

comparación del rango de movimiento, al iniciar, en la mitad y al final del protocolo de rehabilitación, donde la articulación se encuentra en estado saludable. Así la valoración permite obtener un diagnóstico real del estado osteomuscular para posteriormente aplicar un protocolo personalizado, ya que actualmente aplican protocolos estándares sin conocer la condición real de la lesión. Ninguno de los dispositivos revisados en el estado de la técnica y contenidos en la matriz de análisis (**ANEXO 1**) posee valoración cuantitativa de los rangos de movimiento.

- 5- Es un dispositivo que puede aplicarse en la modalidad terapéuticas Pasiva y Activa-Asistida. Rehabilita los 8 movimientos que realiza naturalmente la articulación del hombro Flexión 154°, Extensión 50°, Abducción 180°, Aducción 45°, Rotación interna 100°, Rotación externa 50°, Flexión Horizontal 140°, Extensión Horizontal 30°. (ver **ANEXO 7**) rangos de

movilidad necesarios en esta articulación para recuperar el normal desempeño en las Actividades de la Vida Diaria.

- 6- Los pacientes son rehabilitados a distancia incluso en zonas de difícil acceso, disminuyendo los gastos de desplazamiento y riesgos para los pacientes y gastos en atención y actividades por parte de la Entidades prestadoras de servicio. Las entidades prestadoras del servicio de salud, invertirán menor capital económico en adecuaciones de plantas físicas ubicadas en cabeceras municipales y obtendrán más espacio para otro tipo de asistencia médica, disminuyendo consecuentemente la cantidad de pacientes en salas de espera y camillas
- 7- El dispositivo puede usarse en el modo disperso local o a Distancia, en donde hace posible que sea usado a través de un software de forma teleoperada. Así Los profesionales de la salud podrán monitorear simultáneamente sesiones

hasta de 10 pacientes ubicados en diferentes contextos geográficos.

5.2.1. VISTAS DEL DISPOSITIVO

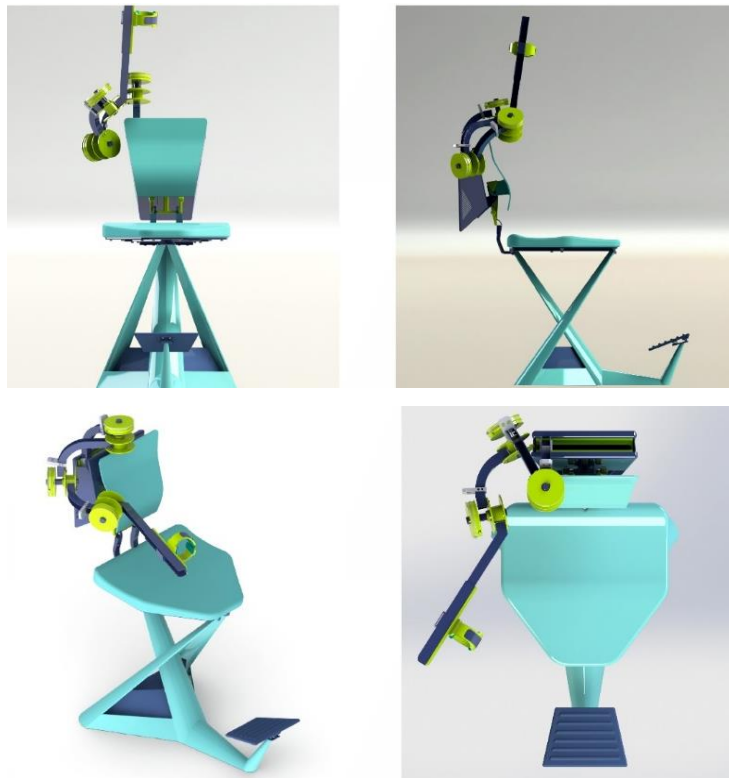


Figura 3. Vistas MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

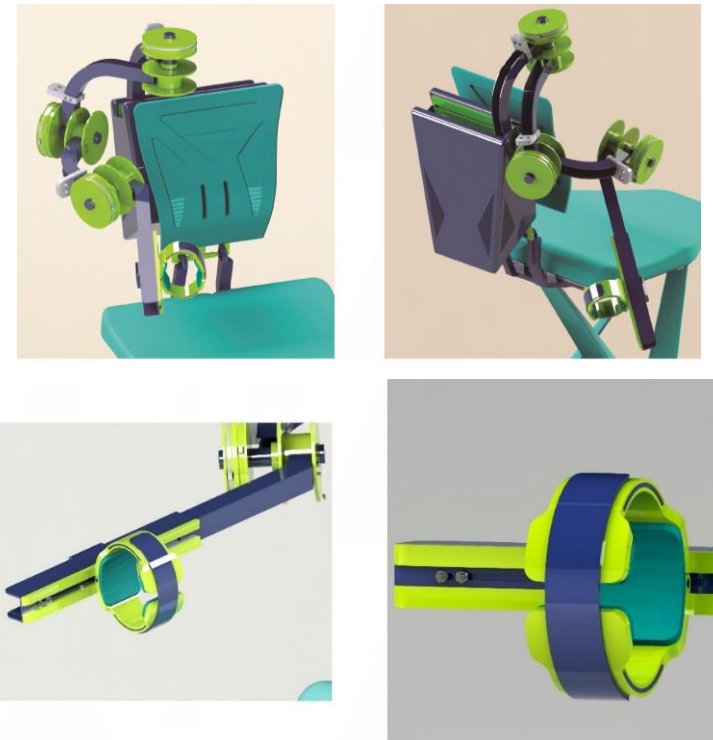


Figura 4. Zona de electrónica y brazalete MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

5.3. CONFIGURACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

- 1- A través de programación, el dispositivo tiene predefinido la condición **“INICIAL-HOME”**, es

decir que cuenta con una posición inicial de arranque que permite mantener el dispositivo en posición neutra para la ubicación del paciente para que posteriormente el sistema de ajuste se ubique en el brazo a rehabilitar, para dar inicio al protocolo de rehabilitación. Al finalizar el protocolo, el dispositivo retorna a su condición **“INICIAL- HOME”**

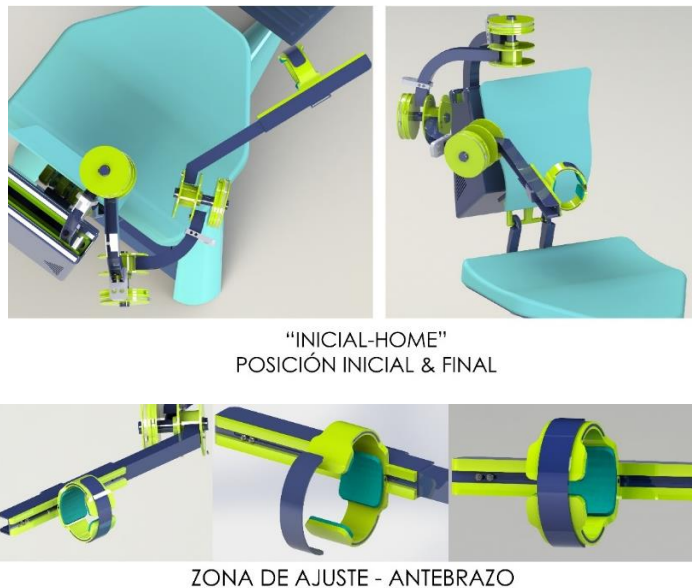


Figura 5. Protocolo de Inicio “INICIAL-HOME” MOVJOB, Fuente: Autor
MOVJOB

- 2- Por medio del protocolo de comunicación **(DICOM/HL7)** desarrollado para el intercambio, manejo, transmisión e impresión de pruebas médicas, el dispositivo es asistido por profesionales de la Rehabilitación de modo Disperso local o Disperso a Distancia, es decir de forma Teleoperada a través de la interfaz que funciona con redes de internet.
- 3- Por medio de la interfaz se efectúa el registro cronológico de la evolución del paciente y la evaluación cuantitativa, esto es medido a través de sensores de posición (ángulos, velocidad y fuerza) registro que posteriormente es almacenado en bases de datos y extraídos del dispositivo gracias a la comunicación de un puerto USB. Estos sensores y puertos están ubicados en la zona de almacenamiento electrónico, de uso y alcance exclusivo por el usuario secundario y terciario (profesional y

personal de mantenimiento). Por cuestiones de seguridad, el dispositivo se encuentra programado para que se dé inicio a la terapia si los datos del paciente se encuentran completos y adecuadamente registrados.



Figura 6. Interfaz de Registro. Fuente: Autor MOVJOB

- 4- Los movimientos a realizar por el sistema mecatrónico del dispositivo durante el procedimiento de terapia, son movimientos repetitivos desde un punto inicial hasta un punto final durante un tiempo y velocidad determinados, rango de velocidad regulable entre los 25 ° / seg. Estos valores serán

ingresados por el profesional para la configuración del protocolo a realizar en cada paciente, en la misma interfaz de evaluación cuantitativa de ángulos, velocidad y fuerza articular.

- 5- A través de cadenas cinemáticas con 3 grados de libertad, un sistema de transmisión de potencia y actuadores con rangos de movilidad de 180°, el dispositivo recupera los 8 movimientos del hombro controlando el rango de movilidad y velocidad requerido según el estadio de dolor y el protocolo de rehabilitación indicado para la modalidad terapéutica activa-asistida de cada paciente.

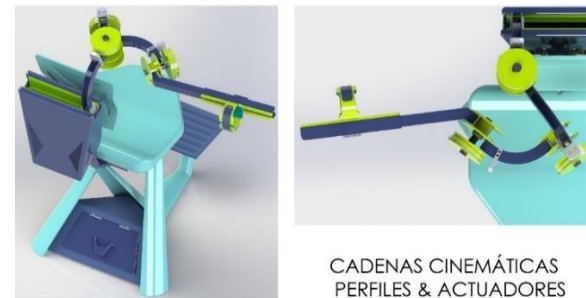
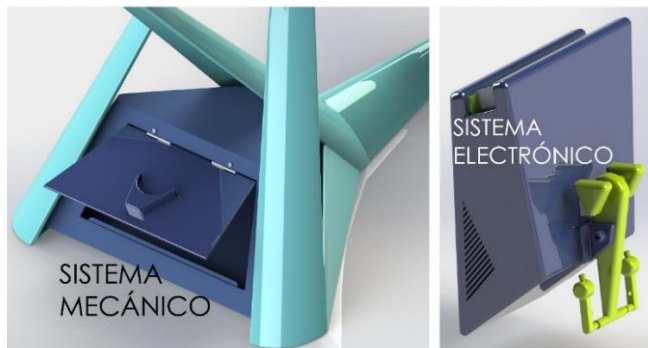


Figura 7. Cadena Cinemática, Fuente: Autor MOVJOB

- 6- Como medida de seguridad, posee un sistema mecánico-electrónico, que permite al dispositivo pausar o reanudar el protocolo, en caso de actividad ajena a la indicada por el profesional, actividades como alcances angulares mayores a los que tiene el paciente en situación de lesión o recién rehabilitada, evitando así, movimientos de choque o hiperextensión mayores a los alcances angulares permitidos por el protocolo del profesional.



*Figura 8. Sistema mecánico y electrónico, Fuente: Autor
MOVJOB*

- 7- Su funcionamiento está basado en el concepto de la teleoperación de sistemas dispersos locales y a distancia, es decir, puede ser operado de forma local o a distancia evitando que el paciente llegue al punto de atención, realice gastos de desplazamiento y causen congestión en la planta física.

5.4. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL DEL DISPOSITIVO

- 1- El dispositivo está compuesto por una arquitectura sinérgica, es decir que tiene una interacción alta entre sistemas. El Sistema mecánico es el encargado de realizar los movimientos requeridos en la terapia a través de cadenas cinemáticas compuesta por poleas, actuadores, guayas, perfiles, tornillos; Mecanismos de ajuste para las variaciones antropométricas de la población y plegabilidad del dispositivo. El Sistema electrónico es el encargado de controlar y

preestablecer los rangos de movilidad y velocidad del mecanismo y a la vez de definir cuantitativamente los rangos de movimiento de los pacientes para transmitirlo al Sistema informático el cuál es el encargado, finalmente, a través de una interfaz transmitir a los profesionales los resultados de los movimientos aplicados en los pacientes por el dispositivo.

- 2- En la fase de diseño se definen los siguientes materiales y características del dispositivo para permitir una óptima IHM- (interfaz hombre y maquina), materiales asépticos y eliminación de bordes de contacto angulados que disminuyan la seguridad y faciliten la acumulación de polvo y demás contaminantes, materiales livianos para facilitar la portabilidad, poca integración entre componentes para hacer menos complejo el recambio de piezas. Las piezas del

dispositivo que almacenan componentes electrónicos o mecánicos tienen ranuras de ventilación para evitar el calentamiento de estos componentes.

- 3- Cada pieza del dispositivo se dimensionó con percentiles antropométricos colombianos 5 Y 95, con el fin de abarcar un rango de medidas críticas, es decir, que sirviera para la población de mayor porcentaje o más frecuente pero sin perjudicar a la población menos frecuente, así tener en cuenta un amplio rango de dimensiones en cuestión de ajustes.

5.5. SECUENCIA DE USO

- 1- MOVJOB debe ubicarse sobre una superficie plana y estable, posicionando verticalmente el espaldar. (Imagen 10.)

- 2- El paciente debe ubicarse en el dispositivo en posición de sedestación y automáticamente el reposa pies se ajusta a su medida. (Imagen 9.)

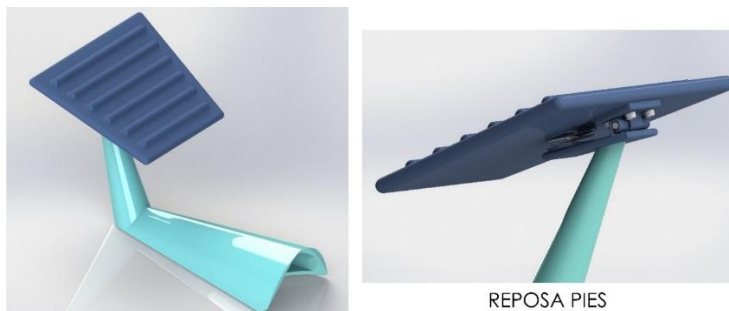


Figura 9. Zona de Confort. Reposo Pies, Fuente: Autor MOVJOB



Figura 10. Protocolo de uso, Ubicación MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

- 3- El profesional debe ubicar:
- El mecanismo deslizándolo por un riel, lado derecho o izquierdo, según el hombro a rehabilitar del paciente.

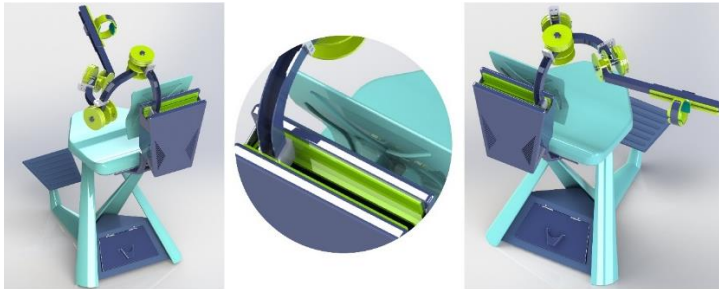


Figura 11. Riel de Ajuste Z. Electrónica MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

- Asegurar El mecanismo de ajuste del Antebrazo

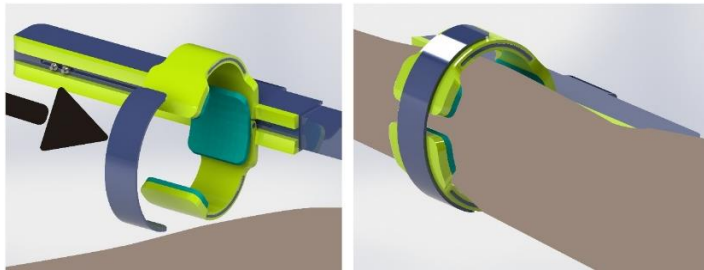


Figura 12. Mecanismo de Ajuste, Brazaletes MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

- Ajustar altura de Apoyo lumbar

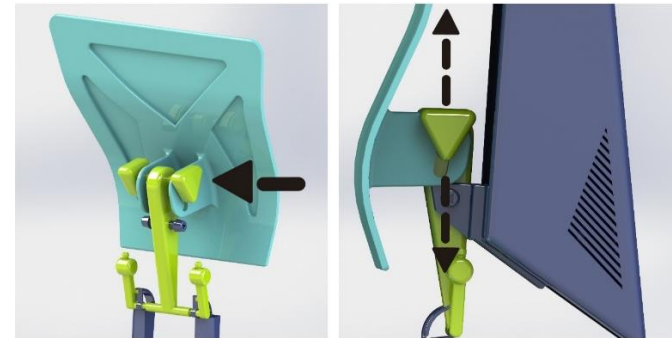


Figura 13. Mecanismo de Ajuste Altura Lumbar MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

4- Ingresar en la interfaz los datos personales del paciente a través de su computador, después de esto, Ingresar Datos de Grados, Velocidad, Fuerza y seleccionar, según criterios médicos, los movimientos a evaluar.

PACIENTE: HOMBRO: LESIÓN: FECHA:		PROTOCOLO # SESIONES	
EVALUACIÓN ESTADO ACTUAL		EVOLUCIÓN	
flex _____	flex H. _____	flex _____	flex H. _____
Ext. _____	Ext H. _____	Ext. _____	Ext H. _____
Add. _____		Add. _____	
Abd. _____	G°: _____	Abd. _____	G°: _____
Rot int. _____	VEL: _____	Rot int. _____	VEL: _____
Rot Ext. _____	FZA: _____	Rot Ext. _____	FZA: _____

Simulación Interfaz de control

Figura 14. Simulación Interfaz de control MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB

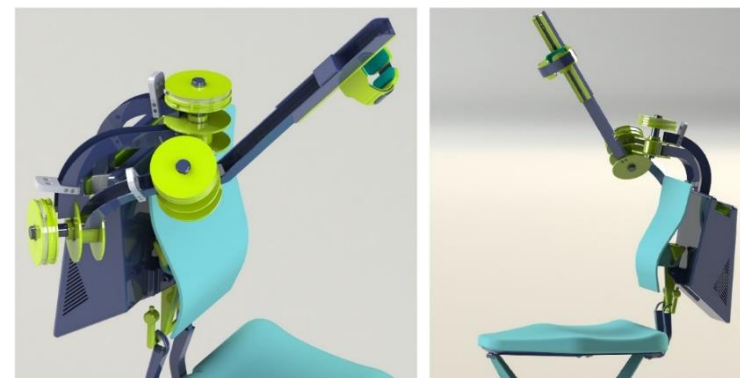
Según el resultado de la evaluación y el diagnóstico de la lesión, se da inicio al protocolo de rehabilitación consignando los datos en la interfaz, datos que electrónicamente se transmiten y activan el dispositivo.

- 4- Se realizan los movimientos indicados por el profesional aproximadamente de 30 a 40 min.



FLEXIÓN 90°

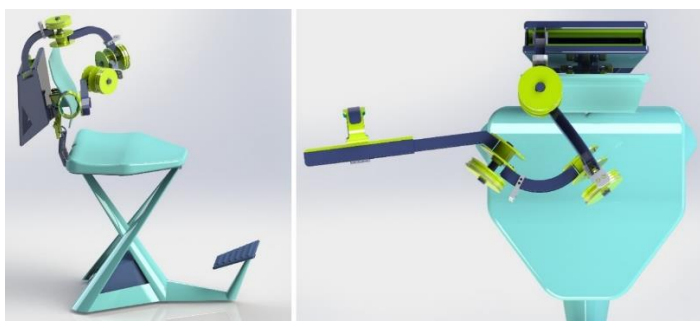
Figura 15. Movimiento de Flexión 90° MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB



FLEXIÓN 64°

FLEXIÓN 154°

Figura 16. Movimiento de Flexión 64° y 154° MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB



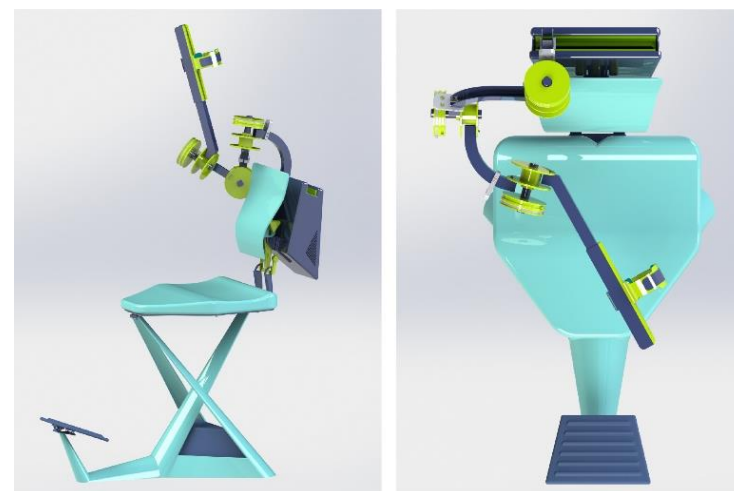
FLEXIÓN HORIZONTAL

Figura 17.Movimiento de Flexión Horizontal MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB



EXTENSIÓN 50°

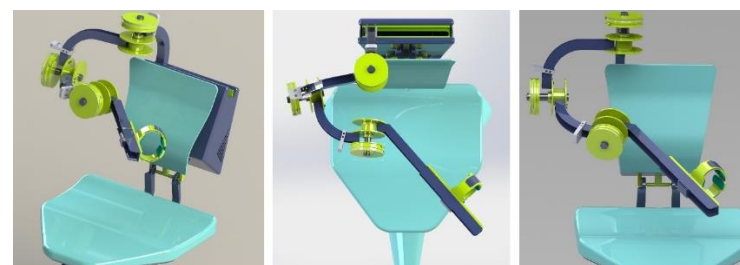
Figura 18.Movimiento de Extensión MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB



ABDUCCIÓN 180°

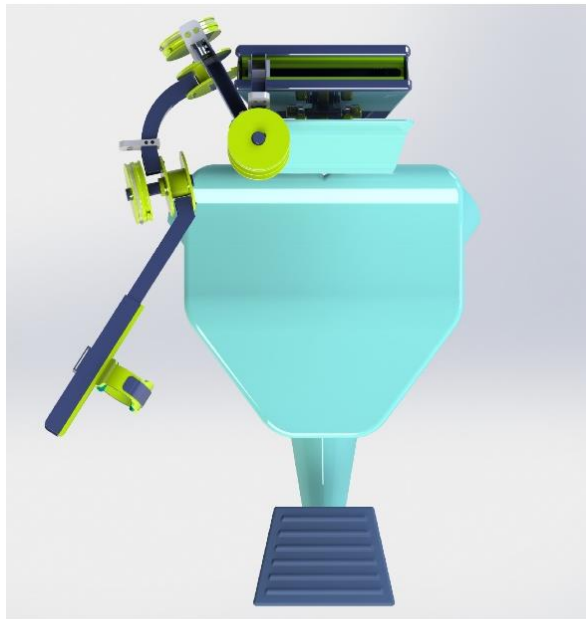
ADDUCCIÓN 45°

Figura 19.Movimiento de Abducción 180° y Aducción 45° MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB



ROTACIÓN INTERNA

Figura 20.Movimiento de Rotación Interna MOVJOB, Fuente: Autor MOVJOB



ROTACIÓN EXTERNA

*Figura 21. Movimiento de Rotación Externa MOVJOB, Fuente:
Autor MOVJOB*

- 1- Al finalizar la terapia, el profesional libera el antebrazo del paciente del mecanismo de ajuste, el paciente retorna a la posición de bidestracción y finaliza una sesión de rehabilitación.

5.5.1. MATERIALES

Para la producción de MOVJOB se plantearon conceptualmente cuatro (4) materiales cuyas propiedades mecánicas sean acordes con los requerimientos y establecidos (ver ANEXO 5 Matriz de requerimientos). Para esta selección se tuvo en cuenta el peso de los materiales por cuestiones de portabilidad ya que el dispositivo debe ser transportado a diferentes municipios o corregimientos, por lo cual se planteó que el dispositivo no deberá pesar más de 10 KG. Se tuvo en cuenta factores como manufacturabilidad, estabilidad y resistencia debían ser materiales y procesos presentes en nuestra industria y propiedades mecánicas acordes. Para cuestiones de Confort los materiales debían ser agradables al tacto, seguros y asépticos. Especialmente para el usuario primario con el fin de brindar una interacción agradable entre el dispositivo, su sentido del tacto y la vista.

En este orden de ideas los materiales planteados para la producción son:

- 1- DRI-FIT
- 2- Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS).
- 3- Poliuretano
- 4- Aluminio.

DRI-FIT es un tejido de punto con propiedades técnicas relativas al transporte y control de la humedad, un textil con características HIDROFUGAS. Posee micro-poros que permiten absorber y expulsar el sudor para evitar que la transpiración quede impregnada en las piezas durante la actividad, esta sudoración se transmite hacia la superficie exterior, provocando su rápida evaporación, aporta ventilación al cuerpo brindando mayor comodidad para el usuario. Este textil se propone para los recubrimientos en zonas de ajuste y confort como las correas de ajuste del brazalete para el antebrazo, los recubrimientos de las superficies del apoyo lumbar y asiento.

El ABS es un termoplástico con alta resistencia mecánica al impacto combinado con facilidad para el

procesado. Alta resistencia a la abrasión, resistencia a la permeabilidad, presenta propiedades relativas a la fricción pues no se degrada con los aceites ni en el sometimiento a cargas y velocidades moderadas posee alta resistencia a la fatiga de cargas cíclicas. Su estabilidad dimensional, por su baja capacidad de absorción de la resina y su resistencia a los fluidos fríos, hace que sea una de las características más sobresalientes pues permite que sea empleado en partes de tolerancia dimensional cerrada. Este material se une fácilmente entre sí con materiales plásticos de otros grupos mediante cementos y adhesivos. Tiene gran facilidad de maquinado pues se puede barrenar, fresnar, torneear, aserrar y troquelar. Se adapta a la operaciones secundarias de formado, los perfiles extruidos pueden estamparse y doblarse y a su vez estos permiten que se le den acabados superficiales mediante metalizado al vacío y electro plateado.

Se propone al ABS en la Base (pieza de soporte), contenedor de piezas mecánicas, contenedor de piezas electrónicas, estructura del apoyo lumbar, poleas del

mecanismo, piezas de ajuste dimensional como botones y estructura de ajuste para el antebrazo.

ALUMINIO

Este metal posee una combinación de propiedades que lo hacen ideal para la producción, tales como su baja densidad (2.700 kg/m^3) y su alta resistencia a la corrosión, mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica (hasta los 690 MPa). Presenta gran facilidad para el mecanizado pues es altamente maleable aplicación para diversos procesos de producción como fundición, forja y extrusión. Este material se plantea para el desarrollo de la articulación del mecanismo y las guías de las guayas que transmiten el movimiento de los actuadores, tornillos de todos los ajustes

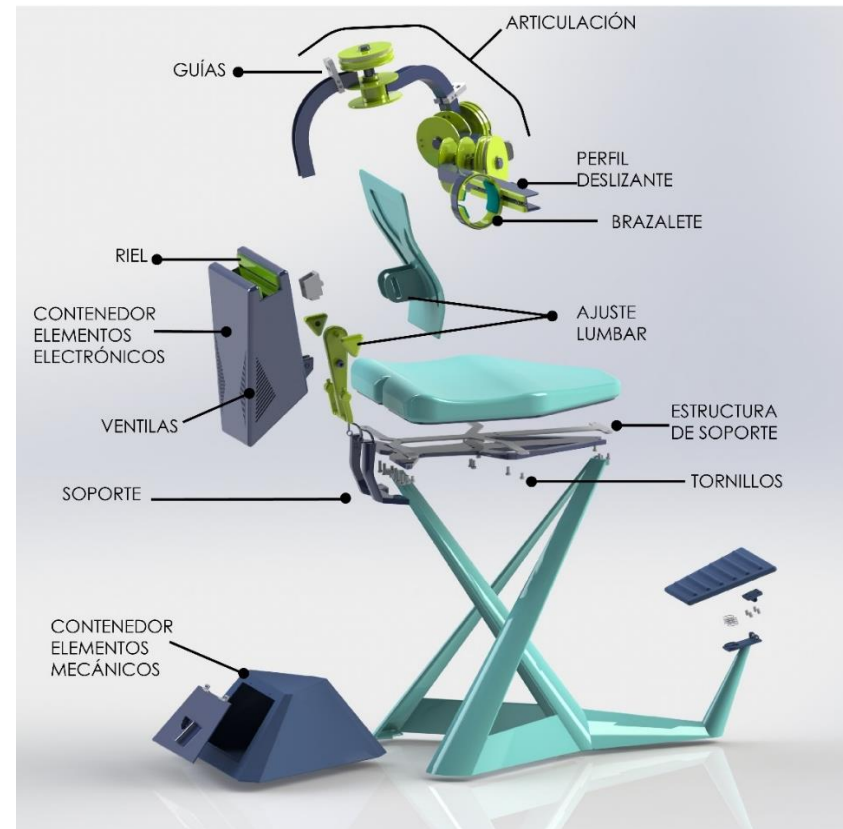


Figura 22. Exploción Zona mecánica y Electrónica MOVJOB,
Fuente: Autor MOVJOB

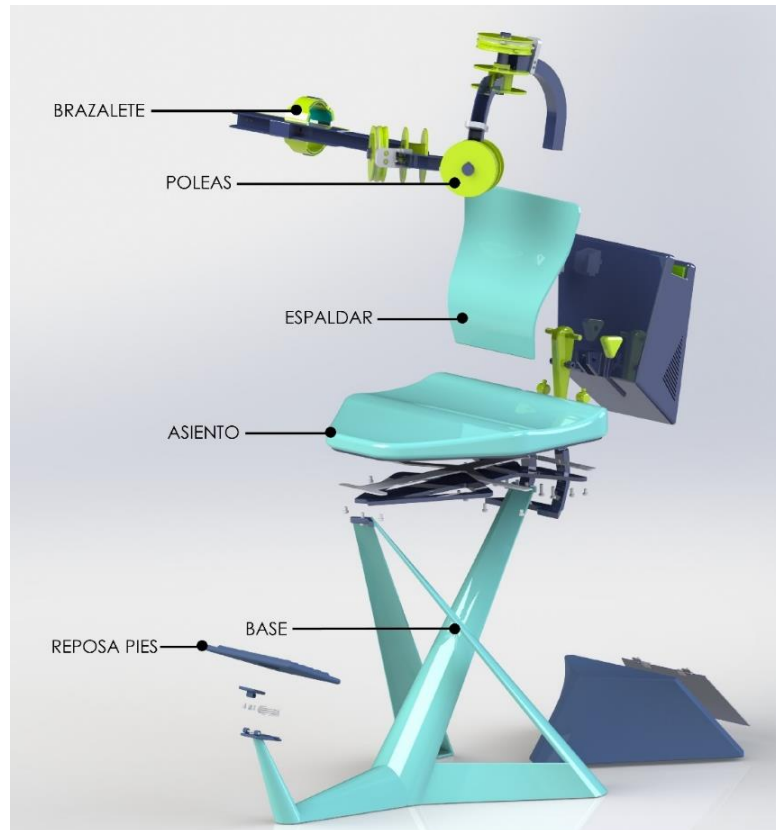


Figura 23. Exploción Zona de Confort y Electrónica MOVJOB,
Fuente: Autor MOVJOB

6.CONCLUSIONES

- 1- Se desarrolló una amplia investigación sobre las lesiones con mayor incidencia en el hombro en relación con las funciones del movimiento de esta articulación, necesarias para realizar las actividades de la vida diaria, fundamentales para la plena cotidianidad de una persona, específicamente poblaciones vulnerables del Cauca y valle del Cauca, con el fin de mejorar las condiciones de su calidad de vida. Investigación de la que pueden partir futuros trabajos enfocados en el diseño, ingeniería y la rehabilitación del miembro superior.
- 2- Se contribuyó desde el diseño industrial al desarrollo e innovación social, pues vale la pena mencionar que los diseñadores industriales no solo estamos en la capacidad de desarrollar objetos estética y funcionalmente viables para la producción en masa.

3- Este proyecto a través del trabajo de investigación interdisciplinar, basó el desarrollo de su propuesta en el interés por solucionar una problemática social, problemática vivida por comunidades con dificultades para solucionar sus necesidades de salud, lejos de ser escuchados por el sistema de salud colombiano, si bien no ha sido comprobado, deja un avance investigativo y en términos de diseño, un planteamiento y desarrollo de una propuesta que busca:

A -El mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones vulnerables, a través de la rehabilitación de lesiones, cuestiones sencillas pero necesarias para continuar con su día a día como bien lo merecen.

B - Los pocos dispositivos desarrollados aún se encuentran a nivel académico y son para la articulación de la rodilla y tobillo (Universidad del Valle y Universidad Nacional). En este orden de ideas, es un

avance para la industria del diseño y la producción Colombiana tener trabajos investigativos sobre dispositivos médicos de rehabilitación con impronta Nacional desarrollados bajo parámetros ergonómicos y antropométricos específicos para nuestra población.

C – MOVJOB se diseñó, basado en los análisis antropométricos que contemplan la variación de edad y sexo de la población interés, que sirve para la etapa de rehabilitación activa-asistida de lesiones de hombro, dispositivo no desarrollado hasta ahora en Colombia para estas poblaciones, sus mecanismos fueron diseñados basados en las necesidades funcionales y biomecánicas de la articulación, rehabilita los 6 movimientos necesarios para el funcionamiento pleno del hombro requerido para el proceso terapéutico Activo-Asistido.

D- Actualmente los dispositivos del mercado no han sido desarrollados para rehabilitar todos los movimientos ni su rango de movimiento necesario, pues su desarrollo ingenieril está basado en la solución

de patologías lesionares y no en la rehabilitación de las funciones del movimiento articular.

4. Durante el proceso de observación y acercamiento a los pacientes, profesionales y centros de atención en el trabajo de campo, se develan las situaciones problema respecto a protocolos de rehabilitación aplicados por los profesionales, el sistema de salud a nivel organizacional y la carente inversión en infraestructura y dispositivos terapéuticos, así como la actitud de los pacientes antes, durante y posterior al proceso de rehabilitación.

5. MOVJOB tiene la teleoperación, evaluación y registro de alcances y rangos de movimiento, como sus funciones principales para hacer posible su funcionamiento en zonas de difícil acceso y mejorar la calidad de vida de las poblaciones vulnerables del Cauca y Valle del Cauca, cumpliendo así uno de los objetivos de la normatividad del sistema de salud colombiano y aportando un plus de innovación como producto de diseño de la industria nacional.

6. Plantear y controlar el diseño desde la concepción formal y estética garantiza cumplir con los requerimientos de percepción y confort, razones determinantes para que los usuarios desarrollen una relación de aceptación durante el proceso de rehabilitación (dispositivo-usuario) cuestiones decisivas en términos perceptivos, vagamente ejecutadas por los dispositivos analizados en el estado del arte, razón por la cual, no llegan a convertirse en productos comerciales y principalmente, no logran una relación de uso exitosa con el usuario. Si bien todo lo anterior no se ha expuesto a comprobación, se deja una investigación planteada y desarrollada para trabajos futuros en el campo del diseño y la rehabilitación.

7.BIBLIOGRAFIA

- Malcolm Peat. (1986). Functional Anatomy of the Shoulder Complex, Anatomy and Physiology: Musculoskeletal System Injuries and Conditions: Shoulder. Journal of the American Physical Therapy Association. febrero 2, 2013, De PHYS THER Base de datos.
- *Dávila R. (2001). Luxación recidivante de hombro. Complejo científico-ortopedico "Frank Pais", vol vol. 15, nº 1, pp. 55-60.*
- Ministerio de la Protección Social. (2005). Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud. Bogotá D.C.,
- Rodríguez S. (2010) Barreras y Determinantes del Acceso a los Servicios de Salud en Colombia: particularidades del sistema de salud colombiano. Universitat Autònoma de Barcelona, Departament d'Economia Aplicada.
- Guerrero R. (2011) Sistema de Salud de Colombia. En: Solicitud de sobretiros: Ramiro Guerrero. Centro de Estudios en Protección Social y Economía de la Salud. Mayo 04, 2013, de SciELO - Scientific Electronic Library Online.
- Gobierno de la República. (2003) Plan Nacional de Desarrollo, "Grupos Vulnerables". Noviembre 12, 2005. De <http://pnd.presidencia.gob.mx/index.php?idseccion=51>
- Aday, L., Andersen, R., Loevy, M., y Kremer, B. (1985) Hospital-sponsored Medical Groups: Their impact on access to primary care in rural communities; Marketing and Impact. Junio 12, 2013, De Journal of Community Health, The

Publication for Health Promotion and Disease Prevention; Vol 10, Nº. 3.

- Ricur G. (2012). Telemedicina: generalidades y áreas de aplicación clínicas. Febrero 21, 2011. De Publicación de las Naciones Unidas; Manual de salud electrónica para directivos de servicios y sistemas de salud.
- Organización Mundial de la Salud. (2012). Formulación de políticas sobre dispositivos médicos; Serie de Documentos Técnicos de la OMS Sobre Dispositivos Médicos; L'IV Com Sarl, Villars-sous-Yens. Biblioteca de la OMS; Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos.
- Ortiz R. (2012) Telemedicina: mejorar la accesibilidad a los servicios de salud. Febrero 21, 2012. De Revista del observatorio de salud Pública de Santander; Nº 2; Mayo.

- Mogollón A. (2009) Reflexiones en Salud Pública, El acceso a los servicios de salud. Editorial Universidad del Rosario.
- Organización Panamericana de la Salud OPS/OMS (2002) Análisis de la Situación de Salud de la Población desplazada y de estrato 1 en Medellín. Mayo 11, 2013. De http://www.disaster-info.net/desplazados/informes/ops/perfilmedellin2003/perfilmed13ambien58acceso.htm#_ftn110
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINAY EL CARIBE – CEPAL (2001). VULNERABILIDAD SOCIAL: NOCIONES E IMPLICANCIAS DE POLÍTICAS PARA LATINOAMERICA A INICIOS DEL SIGLO XXI; NACIONES UNIDAS, COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINAY EL CARIBE – CEPAL. Santiago de Chile: Informe de la

Reunión de Expertos: Seminario Internacional Sobre las Diferentes Expresiones de la Vulnerabilidad Social en América Latina y el Caribe.

- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. (2008) "Definición", en Grupos Vulnerables Febrero 20, 2006 De www.diputados.gob.mx/cesop/ Q para la Educación en Tecnología; Ministerio de Educación Nacional, República de Colombia; N°. 30. Bogotá; Coordinación Editorial Espantapájaros Taller.
- Organización Mundial de la Salud (2012) Evaluación de Tecnologías Sanitarias Aplicada a los Dispositivos Médicos; Serie de Documentos Técnicos de la OMS Sobre Dispositivos Médicos: Garantizar un Mejor Acceso, Calidad y Uso de Los Dispositivos Médicos; L'IV Com Sarl, Villars-sous-Yens, febrero 21, 2011. De Biblioteca de la

OMS; Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos.

- Organización Mundial de la Salud; Formulación de políticas sobre dispositivos médicos; Serie de Documentos Técnicos de la OMS Sobre Dispositivos Médicos; L'IV Com Sarl, Villars-sous-Yens, Suiza; 2012; p.48; Biblioteca de la OMS; Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos; ISBN 978 92 4 350163 5
- COMITÉ DE EXPERTOS DE LA OMS EN REHABILITACIÓN MÉDICA (1969) SEGUNDO INFORME, Organización Mundial de la Salud Serie de Informes Técnicos. Ginebra
- Organización Mundial de la Salud (2001) Clasificación internacional del funcionamiento, de la discapacidad y de la salud: CIF. Ginebra.

- Confederación Mundial de Fisioterapia (1967) The Training of Physical Therapists, Londres.
- Kapandji A. (2006) Fisiología Articular; Esquemas Comentados de Mecánica Humana. Madrid; Médica Panamericana.
- Martínez G. (2006) Lesiones Del Hombro y fisioterapia. España; Aran Ediciones S.A.
-
- Estrada J. (1995) Parámetros antropométricos de la población, laboral Colombiana, Medellín, Colombia, Rev. Fac. Nac. Salud Pública 1998
- Romero D. (2007) Las Actividades de la Vida Diaria; En: Anales de Psicología; Vol. Nº 23; Nº 2.
- Osorio A. (2007) Lesiones deportivas. Junio 13, 2013. DE: Red de Revistas Científicas de

América Latina, el Caribe, España y Portugal, Sistema de Información Científica. Disponible en:

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180513859006>, Base de datos.

- Ballesteros R. (2001) Traumatología y Medicina Deportiva 1, Bases de la Medicina del Deporte; España; Ediciones Paraninfo Thomson
- Ballesteros R. (2001) Traumatología y Medicina Deportiva 2, Bases de la Medicina del Deporte; España; Ediciones Paraninfo Thomson
- Kisner C. y Allen L. (2005) Therapeutic exercise: Foundation and Techniques; Edición Nº1; Barcelona; Editorial Paidotribo;
- Prentice E. (2001) Técnicas de Rehabilitación en la medicina deportiva; Tercera Edición;

Barcelona; Editorial Paidotribo Colección
Medicina Deportiva.

- Nussbaum M. y Sen A (1996) La calidad de vida, México; Fondo de Cultura Económica.
- (Sáenz L. (2005) ergonomía & diseño de productos propuesta metodológica para la docencia y la investigación, MEdeU, Colombia; Universidad Pontificia Bolivariana.
- Villarreal M. (2009) “Confort Humano”. Marzo 3, 2013 de:
<http://www.buenastareas.com/ensayos/Confort-Humano/1052332.html>

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ ESTADO DE LA TECNICA

“MATRIZ DE DECISIÓN”

[illegible]

ANEXO 2: MATRIZ ESTADO DEL ARTE “ARTICULOS DE REVISION”

Título	Resumen	Palabras clave	Aportes	Conclusiones
Telehabilitation robotics: Bright lights, big future?	El diagnóstico y tratamiento de pacientes a través de internet usando robots y/o wear. La enorme cantidad de aplicaciones y las nuevas tendencias son prueba de ello. En este documento se registran algunos de los retos técnicos que deben ser superados por este tipo de tecnología y muestra un horizonte de desarrollo para próximos años.	Internet, cooperative therapy, force feedback, functional rehabilitation, haptics, rehabilitation robotics, shared virtual environments, teleoperation, telehabilitation, time-delay, virtual reality.	Los principales retos que debe superar esta tecnología son: -Relación preojo/correo de los actuadores y su tiempo de respuesta. -Control interactivo que sea más estable y seguro para el paciente. -Retraso de tiempo del internet. -Seguridad del paciente. La tendencia es buscar una configuración donde el especialista tenga contacto con el paciente, incluyendo cuando el último se encuentre fuera del centro de rehabilitación.	Retos técnicos y económicos son los principales a la hora de implementar un programa de rehabilitación basado en uso. Por un lado, el aspecto técnico, sistemas con dimensiones adecuadas capaces de desarrollar más terapias basadas en tareas que permitan recuperar un normal desempeño en ADL. El aspecto económico y de desarrollo de software son claves para el crecimiento de esta tecnología.
A Stewart Platform-Based System for Ankle Telehabilitation	Plataforma diseñada para usos de rehabilitación de tobillo. Este sistema cuenta con sensores y actuadores integrados en una arquitectura que le permite tener una comunicación estable con un PC en donde se pueden programar ejercicios y además recopilar información en una base de datos que puede ser consultada por internet. De esta, manera un paciente puede desarrollar la terapia en un medio ajeno al centro de rehabilitación mientras es monitorizado remotamente por un profesional. Esta sistema también presenta buenas prestaciones a la hora de realizar diagnósticos.	Telehabilitation, force feedback, ankle rehabilitation, virtual reality, Stewart platform, therapy, prosthetic robots, parallel robots.	Utilizaron una plataforma Stewart, la cual es un sistema de robot con seis paralelos muy desarrollados, como base para el diseño. El sistema propuesto permite realizar un programa de terapia basado en una plataforma de implementación necesaria para el especialista. La interfaz diseñada para este sistema permite otorgar diferentes modalidades de terapia. Este sistema también permite realizar diagnósticos.	Es importante incluir las experiencias de los usuarios en el proceso de diseño. Para ser realizados pruebas y se obtuvieron recomendaciones como: mayor más controlable la experiencia del paciente y aumentar los niveles de comunicación entre los tres entes (Professional-Patient-Display).
A telehabilitation platform for home-based automated therapy of arm function	Sistema basado en la terapia de movimiento inducido-restringido. Presenta una posibilidad para los pacientes de ACV que no cuentan con los medios necesarios para transportarse hasta al centro de rehabilitación. Este sistema es una estación de trabajo con tareas pre-configuradas, además de un PC usado para adquirir, mostrar instrucciones, visualizar la rehabilitación mediante un monitorizado remotamente por un profesional.	Rehabilitation, stroke, upper extremity, telemedicine, telehabilitation, teleconferencing, CT therapy.	Se instrumentaron diferentes sistemas usados actualmente en rehabilitación de miembros superior. Se obtuvieron un sistema, aunque grande, práctico, de fácil replicabilidad y económico para la rehabilitación en casa de los pacientes.	Se implementó un sistema basado en temas de entrenamiento estándar diseñado específicamente para terapia basada en casa. Un computador que permita realizar videoconferencias y compartir información en tiempo real en el computador indicado para garantizar la comunicación paciente-profesional.
ArmAssist: development of a functional prototype for at-home telehabilitation of post-stroke arm impairment	Sistema que pretende satisfacer los requerimientos tanto de los pacientes como de los profesionales. Este sistema cuenta con un PC en el cual viene integrado un programa para rehabilitación de miembros superior. Esta es una sistema portable que puede aumentar la cantidad establecida de protocolos estándar de ejercicios llevados a cabo por el paciente.	armAssist, arm rehabilitation, stroke, telemedicine, telehabilitation, at-home, telehabilitation.	La segunda generación de un sistema para rehabilitación en casa del miembro superior fue obtenida. A su vez este sistema se integra con un software que optimiza los capacidades de rehabilitación. Este sistema se diseñó pensando en: -A futuro usuarios (paciente, profesional, clínica o casa) por lo que varios requerimientos fueron satisfechos desde la etapa de concepción. Se obtuvieron un sistema integrado, portable y que brinda buenas prestaciones.	La integración de la opinión de los profesionales de la salud durante la etapa de diseño garantiza que el sistema requerida a verdaderas necesidades. Se obtuvieron un sistema que puede ser usado para aumentar el número de sesiones realizadas desde los pacientes incrementando los niveles de mejora en estos.
Design and implementation of a home Stroke Telehabilitation System	Sistema que permite llevar a cabo un programa de rehabilitación enfocado en terapia en casa. Cuenta con un PC por medio del cual se hacen video-conferencias con el terapeuta.	training at home, telehabilitation.	Se emplearon varios dispositivos de fácil obtención para poder llevar a cabo las sesiones de videoconferencia durante el terapeuta que al usuario.	La comunicación entre el paciente y el terapeuta es esencial. Los protocolos establecidos pueden ser automatizados por trabajo en equipo entre estos. Es necesario robustecer los protocolos antes de que este sea una prioridad general.
Impact of Physical Telehabilitation on Functional Outcomes in Seniors with Mobility Limitations	Evaluación del impacto de la tele-rehabilitación física en el hogar y los resultados funcionales en ancianos con limitaciones de movilidad. Para ello se desarrolló HAT (Home. Automated. Telehabilitation). Sistema diseñado para orientar pacientes a través de sesiones de terapia en el hogar y permitir su monitorización remoto por un equipo de terapia física, además se realiza evaluación de condiciones médicas y experiencia de uso del sistema.	HAT, Telehabilitation, monitorize remotely, monitorize, edad, limitación de movilidad.	El sistema consiste en: -Plan de terapia física, monitor de paciente y proveedor de comunicación (unidad remota de hogar-portal clínico y el servidor de HAT). -Puede ejecutarse en cualquier dispositivo web y la plataforma Microsoft, (PDA, PDA). -Se instrumentaron se dan a través de imágenes, mensajes escritos o video del terapeuta mostrando el ejercicio. Los resultados son enviados por el paciente al servidor clínico, esto puede servir al plan o redirigir los ejercicios.	El impacto clínico se midió en: -El estado funcional (F) la calidad de vida del paciente (3) dominio conductual y psicológico. Mejora la calidad recordada, la velocidad de recorrido, Escala de equilibrio de Berg, índice de masa muscular, mejoras de 30-20%. La información móvil, los sensores inalámbricos, y plataformas de juego deben ser considerados para mejorar futuros sistemas de tele-rehabilitación física.
Portable Smart Wrist Rehabilitation Device Driven by Rotational MR Fluid Brake Actuator for Telemedicine Applications	Diseño de diseño y funcionamiento de nuevo paciente de dispositivo de rehabilitación basado en el líquido. MR, sistema portátil informatizado para los movimientos en múltiples flexión/pronación/supinación (en aplicaciones de telemedicina proporcional a evaluación, seguimiento y grabación y la evaluación de los tipos, principios de ejercicios neuromusculares, balanceo e isométricos).	MR, líquido de freno, MR, mufleta, ejercicio isométrico, balanceo e isométrico, telemedicina.	No seleccionados sobre motores de CC por diseño la energía aplicada por el paciente, aumentando la seguridad del dispositivo, permite bloquear el eje de rotación durante un largo tiempo. Lo cual sucede en los ejercicios isométricos. Los frenos magnéticos presentan alto rango dinámico (alta salida torque/offset) para permitir un control en ángulo reduciendo la resistencia de fricción. Mayor capacidad bajo requisitos de tamaño y coste. Tiempo de respuesta Debido a la naturaleza de rotación de la los ejercicios a realizar, se selecciona un dispositivo de rotación.	El principio de funcionamiento del líquido de freno MR, se basa en el uso de una pequeña cantidad de fluido magneto-reológico situado en la brecha entre el rotor y el actuador del freno. La alta potencia de arranque de los flujos laminar controlables para control y visualización, dos sensores inductivos integran el dispositivo. Esta interfaz FOG debe ser programada con anticipación por el fisioterapeuta.
Remotely Controlled Cycling Exercise System for Home-Based Telehabilitation	Rehabilitación por telemonitorización y gestión remota de los pacientes con lesión en miembro superior e inferior. (Jikee-sistema HAT) control y seguimiento de pacientes, adaptación, educación y asesoramiento, plan de tratamiento individualizado, apoyo a las decisiones, comunicación paciente-médico.	Miembros inferior/superior, bicicleta, telehabilitation, HAT.	registro y seguimiento de metas en tiempo real del paciente, generación de alerta de seguridad cuando la intensidad de ejercicio excede los valores máximos recomendados, para reducir el riesgo de lesión. Se utiliza un panel de pantalla táctil para la interfaz del paciente para confirmar e modificar preferencias, límites, comunicaciones con media (nivel modificado para personas con limitaciones en la visión, la locomoción y la cognición). Incluye un dispositivo de pedales 15°-60° motorizado libre libre un acelerómetro de 6 ejes en 6 ejes, un módulo de ECG inalámbrico, y un módulo de PPG inalámbrico, envía datos brutos fuerza y fisiológicos desde el hogar.	Indicado para pacientes que requieren rehabilitación del miembro superior e inferior. Ajustado en la tendencia tecnológica llega a pacientes con plan individualizado de tratamiento y régimen de ejercicio, seguimiento y retroalimentación. Este sistema tiene alta fiabilidad, control y programación de ejercicio individualizado para un ciclo basado en el hogar a través de internet.
Tele-Visible A Telehabilitation Website Board for Lower Limb Injury Therapy	El sistema tiene como objetivo transformar el tablero de equilibrio físico en una herramienta con que juegan los usuarios permitiendo que el tablero registre mediciones importantes son de ayuda para la valoración del paciente. Tiene en cuenta preferencias en para su uso, condiciones económicas y administrativas de clínica. Usos de tablero en todos RCT y en equitación (CV). Interacción del sistema mediante la aplicación de una arquitectura de servicios web que permite el control remoto y formación del paciente.	instrumentation media y mediciones, interfaz de usuario tangible, aplicaciones multimedia, seguimiento, tele-rehabilitation.	Mediante la adición de sensores y actuadores, el tablero que de equilibrio se convierte en una interfaz electro-mecánica de fortalecimiento muscular que puede ser usado para jugar. Para ello se usa un acelerómetro para detectar los ángulos de inclinación del tablero, por lo tanto se detectan los 4 ángulos de inclinación en el tablero (diversión, plantar flexión, evasión, inversión). Para agregar más diversión a la terapia se agregaron 6 motores de vibración en la parte posterior y lado de la placa en el fin de producir una retroalimentación vibracional al alcanzar una determinada tarea en el juego se adhiere una señal en la sup para ser controlado más cómodo. Junto a un tablero que "visualiza" para apoyar la respuesta de rehabilitación paciente-profesional (contacto con profesional, ejercicio, y reportes automáticamente generados (PDA)).	La multimedia (como animaciones, realidad virtual (VR), haptics, etc) tiene ventajas potenciales cuando se trata de terapia y es una manera eficaz para ayudar en la rehabilitación de los pacientes post-ACV. El Website envía información de rotación y presión de forma inalámbrica y hace uso de ellos para controlar el juego. En el futuro incluirá la telemedicina de un conjunto de juegos VR - D que ejecute en la mejora de la terapia y la preparación del tablero lesionado.
Usability Testing of a Mobile robotic System for Home Telehabilitation	Estudio en el que se evalúa la capacidad de aprendizaje de la interfaz de teleoperación del sistema a control. Las mejoras en aspectos de usabilidad del sistema serán necesarias para cumplir los requisitos de tele-rehabilitación en el hogar.	telerobot, home environment, teleoperated mobile robot.	La usabilidad del sistema está en función de la efectividad, la eficiencia y el grado de satisfacción de los usuarios.	Al mejorar la presencia de un profesional tele-presente, también se está ayudando a mejorar la rehabilitación del paciente. Se demostró que un profesional no puede entrenar a un paciente a la capacidad de mantener un equilibrio en el miembro lesionado. Aunque los resultados fueron satisfactorios, se presenta la posibilidad de mejorar de la interfaz de usuarios, la versatilidad del equipo, el sistema de teleoperación.

ANEXO 3: INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN – ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS

Se realizaron 3 tipos de entrevistas para ser aplicadas a 3 pacientes recuperados, 3 activos y al menos 2 profesionales expertos en hombro.

A. Modelo 1: Pacientes actuales

1. ¿Cuál es su profesión?
2. ¿Cuál es su edad?
3. ¿Cuál es su peso?
4. ¿Cuál es su estatura?
5. ¿Cuál es su lado dominante y en qué lado se presenta la lesión?
6. ¿Cuál fue la razón que lo motivo a la búsqueda de un especialista de la salud? (fractura, dolor o restricción de movimiento)
7. ¿Es su primera lesión o ha sufrido lesiones recidivantes. Cuántas?
8. ¿Lleva a cabo con juicio los deberes asignados por el profesional de la salud?

9. ¿Tiene en cuenta las precauciones, cuidados y ejercicios para el hogar dejados por el fisioterapeuta durante la realización de sus AVD?
10. Si no los cumple, ¿cuál es la razón para no hacerlo?
11. ¿Cómo siente que es la comunicación con los profesionales de la salud?
12. ¿Cuál es su percepción de los dispositivos empleados en los centros de rehabilitación?
13. ¿Siente que el ejercicio realizado con estos equipos es útil, es decir siente cambios positivos (mejorías)?
14. ¿Siente que los equipos empleados para su rehabilitación son cómodos o justos a su medida?
15. ¿Cuál es su percepción de los protocolos o procedimientos empleados en los centros de rehabilitación?
16. ¿Presenta dolor en su hombro al realizar AVD?
17. ¿Ha notado falta de fuerza, debilidad o poca resistencia en su hombro?
18. ¿Ha visto limitado su normal desarrollo en AVD? (a nivel laboral)

19. ¿Cuál es el nivel máximo al que puede usar su hombro sin dolor para sus actividades de la vida diaria?
20. ¿Su sueño ha sido alterado por la lesión en su hombro?
21. ¿La lesión en su hombro lo ha afectado a nivel emocional?
22. ¿Qué tipo de complementos le recomendó el profesional?

B. MODELO 2: PACIENTES RECUPERADOS

1. ¿Cuál es su profesión?
2. ¿Qué edad tenía cuando se lesionó?
3. ¿hace cuánto fue?
4. ¿Cuál es su peso?
5. ¿Cuál es su estatura?
6. ¿Cuál es su lado dominante y en qué lado se presentó la lesión?
7. ¿Cuál fue la razón que lo motivo a la búsqueda de un especialista de la salud? (fractura, dolor o restricción de movimiento)

8. ¿Cómo sintió que fue la comunicación con los profesionales que lo atendieron?
9. ¿Cuáles y cómo fueron los protocolos implementados, coméntelos?
10. ¿Qué tan efectiva fue la rehabilitación?
11. ¿Sintió que fueron suficiente los protocolos aplicados?
12. ¿Ha sufrido lesiones recidivantes?
13. ¿Cuántas veces las ha sufrido?
14. ¿El Fisioterapeuta le recomendó, posterior a la rehabilitación, realizar ejercicios para fortalecimiento muscular o algún otro complemento para mantener saludable la articulación lesionada y la articulación contraria? (estiramiento, gimnasio, natación, etc.)
15. ¿Cómo han sido las terapias en los diversos sitios de rehabilitación?
16. ¿Presenta o presentaba dolor en su hombro al realizar AVD?
17. ¿Ha visto o vio limitado su normal desarrollo en AVD?

18. ¿Cuál es el nivel máximo al que podía usar su hombro sin dolor para sus actividades de la vida diaria?
19. ¿Su sueño fue alterado por el dolor de su hombro?
20. ¿Ha notado o noto falta de fuerza, debilidad o poca resistencia en su hombro?
21. ¿Se sintió frustrado por la lesión en su hombro?
22. ¿Cómo percibió el protocolo aplicado para la recuperación de hombro?
23. ¿Sintió que el ejercicio realizado con estos equipos fue útil, es decir sintió cambios positivos (mejorías)?
24. ¿Reconoció algún dispositivo diseñado para la rehabilitación o elementos calibrados?
25. ¿Fue efectiva la terapia?
26. ¿Realiza actualmente ejercicios para fortalecimiento muscular y prevenir próximas lesiones recidivantes? (estiramiento, gimnasio, natación, etc.)
27. ¿Sintió que los equipos empleados para su rehabilitación eran cómodos o justos a su medida?
28. ¿Sería bueno para usted, como paciente, conocer su progreso durante el tiempo de la recuperación?

C. MODELO 3: PROFESIONALES

1. ¿Cuál es el porcentaje de pacientes remitidos provenientes de otra ciudad?
2. ¿Cuáles son las lesiones más comunes que deben ser atendidas y los respectivos protocolos?
3. ¿Realiza una evaluación general para determinar un programa de rehabilitación o basta con saber la zona afectada?
4. ¿Aplica siempre un protocolo o diseña un programa de rehabilitación según lesión vs edad, composición corporal, acondicionamiento físico, estado de salud, alineación corporal y estado mental?
5. ¿Hay un esquema u orden del progreso en la rehabilitación o depende de factores físicos individuales?
6. ¿Cuál es el orden de recuperación de movimientos?
7. ¿Cuál es la frecuencia indicada para la rehabilitación?
8. ¿Sería bueno para usted, como profesional, conocer el progreso del paciente durante el tiempo de la recuperación?

9. ¿Qué tan bien cumplen los deberes asignados los pacientes?
10. ¿Cuáles son los canales de comunicación que se utilizan para brindar información acerca del procedimiento a los pacientes?
11. ¿Qué tan efectivos son dichos canales?
12. ¿Cuál es la actitud con la que llegan los pacientes a los centros de recuperación, como es esta cuando terminan las terapias?
13. Al asignar un deber, ¿está usted preocupado por que el paciente posiblemente no lo cumpla?
14. ¿Existe alguna forma de evaluar los deberes asignados?
15. ¿Cuáles son las principales razones que exponen los pacientes para no cumplir sus deberes?
16. ¿Recomienda a los pacientes, al finalizar la terapia, incluir en sus AVD ejercicios de fortalecimiento muscular para prevenir lesiones recidivantes y nuevas lesiones?
17. ¿Cuáles son las marcas de dispositivos de ayuda más comunes?

2. ¿Que opina acerca de la posibilidad de llevar el dispositivo a su casa y ser supervisado por el profesional a través de internet?

[illegible]

2) Respuestas y conclusiones a las entrevistas de los pacientes Recuperados

[illegible]

3) Respuestas y conclusiones a las entrevistas de los Profesionales

Project ID	Project Name	Project Description	Project Objectives	Project Scope	Project Deliverables	Project Risks	Project Status	Project Manager	Project Sponsor	Project Stakeholders	Project Budget	Project Timeline	Project Milestones	Project Results
001	Project A	Project A Description	Project A Objectives	Project A Scope	Project A Deliverables	Project A Risks	Project A Status	Project A Manager	Project A Sponsor	Project A Stakeholders	Project A Budget	Project A Timeline	Project A Milestones	Project A Results
002	Project B	Project B Description	Project B Objectives	Project B Scope	Project B Deliverables	Project B Risks	Project B Status	Project B Manager	Project B Sponsor	Project B Stakeholders	Project B Budget	Project B Timeline	Project B Milestones	Project B Results
003	Project C	Project C Description	Project C Objectives	Project C Scope	Project C Deliverables	Project C Risks	Project C Status	Project C Manager	Project C Sponsor	Project C Stakeholders	Project C Budget	Project C Timeline	Project C Milestones	Project C Results
004	Project D	Project D Description	Project D Objectives	Project D Scope	Project D Deliverables	Project D Risks	Project D Status	Project D Manager	Project D Sponsor	Project D Stakeholders	Project D Budget	Project D Timeline	Project D Milestones	Project D Results
005	Project E	Project E Description	Project E Objectives	Project E Scope	Project E Deliverables	Project E Risks	Project E Status	Project E Manager	Project E Sponsor	Project E Stakeholders	Project E Budget	Project E Timeline	Project E Milestones	Project E Results
006	Project F	Project F Description	Project F Objectives	Project F Scope	Project F Deliverables	Project F Risks	Project F Status	Project F Manager	Project F Sponsor	Project F Stakeholders	Project F Budget	Project F Timeline	Project F Milestones	Project F Results
007	Project G	Project G Description	Project G Objectives	Project G Scope	Project G Deliverables	Project G Risks	Project G Status	Project G Manager	Project G Sponsor	Project G Stakeholders	Project G Budget	Project G Timeline	Project G Milestones	Project G Results
008	Project H	Project H Description	Project H Objectives	Project H Scope	Project H Deliverables	Project H Risks	Project H Status	Project H Manager	Project H Sponsor	Project H Stakeholders	Project H Budget	Project H Timeline	Project H Milestones	Project H Results
009	Project I	Project I Description	Project I Objectives	Project I Scope	Project I Deliverables	Project I Risks	Project I Status	Project I Manager	Project I Sponsor	Project I Stakeholders	Project I Budget	Project I Timeline	Project I Milestones	Project I Results
010	Project J	Project J Description	Project J Objectives	Project J Scope	Project J Deliverables	Project J Risks	Project J Status	Project J Manager	Project J Sponsor	Project J Stakeholders	Project J Budget	Project J Timeline	Project J Milestones	Project J Results

ANEXO 5: REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

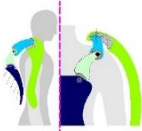
	Requerimientos	Especificación	Paciente	Profesional	Descripción	Propuestas conceptuales
Funcional	Definir condición inicial - Home	El sistema debe contar con una posición inicial de arranque	X	X	El sistema debe contar con una posición referenciada como posición inicial o de arranque del sistema	Programación
	Recuperar los 8 movimientos del hombro	Movimientos mencionados en []	X		El sistema debe permitir rehabilitar los principales movimientos	Rotulas o cadenas cinemáticas con 3 GDL
	Recuperar el rango de movilidad completo	Rango de movilidad dado en []	X		El sistema debe trabajar en un rango funcional completo que permita recuperar el normal desempeño en AVD	Actuadores que giren al menos 180°
	Rangos de velocidad regulables	Rango de velocidad tomado de []	X		El sistema deberá realizar los ejercicios hasta una velocidad de 25°/s	Programación, niveles electrónicos y sistemas de transmisión de potencia
	Versatilidad en el tipo de protocolo de rehabilitación implementable	Los ejercicios podrán ser aplicados en dos posiciones humanas	X		El ejercicio terapéutico deberá poder ser aplicado en bipedestación y sedestación aumentando la versatilidad del sistema	Estructuras que permitan transferencia de posición
	Registrar la evolución del paciente	Hacer un registro cronológico de la evolución del paciente	X	X	El sistema deberá contar con instrumentación adecuada que permita realizar una consecuente valoración del progreso del paciente en la recuperación de variables como la velocidad	Sensores de posición (ángulos), velocidad y fuerza. Base de datos, almacenamiento de trayectorias
	Configuración inicial del sistema	Alistamiento sencillo	X	X	El sistema debe presentar una secuencia de alistamiento sencilla	Diseño de arquitectura sencilla
	Protocolo de comunicación con un PC	Comunicación USB		X	Comunicación USB por medio de la cual se entregaran los datos obtenidos a un sistema de almacenamiento	Conexión a través de un puerto
	Estrategia de control	Control PI	X	X	Se deben evitar sobresaltos por medio de estrategias de control adecuadas	Reducción de error de estado estacionario, corrección de sobresaltos
	Procedimiento de la terapia	Movimientos a realizar	X		Durante la terapia el sistema hará movimientos repetitivos desde un punto inicial hasta un punto final durante un tiempo determinado. Los valores serán configurados por el profesional	Control electrónico, tolerancias de los componentes mecánicos, volumen de trabajo definido
Estructural	Finalización de la terapia	Retorno a posición inicial	X	X	El alcanzar los valores predeterminados por el profesional, el sistema volverá a su posición inicial	Programación
	Arquitectura mecatrónica	Integración de arquitectura mecánica, electrónica e informática	X	X	El sistema debe presentar una arquitectura mecatrónica que integre las tres arquitecturas mencionadas con el fin de hacer al sistema más funcional y versátil	Arquitectura sinérgica. Interacción alta entre sistemas.
	Portabilidad	Peso < 10 [Kg]. Dimensiones [m]	X	X	El sistema debe ser portable. Las dimensiones y el peso deben permitir la portabilidad del sistema	Materiales livianos. Formas simples. Pocos componentes. Dimensiones reducidas. Estructura liviana.
	Mantenibilidad	Estructura sencilla y que permita fácil acceso a los componentes		X	El sistema debe ser de fácil mantenimiento interno y externo	Sistema modular. Formas simples. Poca integración de los componentes.
	Materiales de construcción	Materiales livianos, resistentes, asepticos que permitan una optima IHM	X		Los materiales empleados deberán ser livianos, permitir acabados superficiales agradables, resistentes a cortos circuito y deben ser asepticos.	Materiales biocompatibles.
	Cinemática bien establecida	Volumenes de trabajo, velocidades y aceleraciones bien definidas		X	La variación de las dimensiones no debe afectar la cinemática del sistema	Metodo Denavit-Hartenberg, Programas de modelado.
	Estandarización del sistema	Componentes de construcción estandar y economicos		X	El sistema debe contar con elementos estandar de construcción	Perfiles comerciales. Diseñar con parametros de catalogo.
		Manufacturabilidad		X	Se debe poder fabricar el sistema con metodos industriales y a bajo costo	Materiales economicos. Procesos productivos comunes en territorio Nacional. Procesos por arranque de viruta.
	Evitar calentamientos de los componentes	Sistema de ventilación	X		El sistema debiera permitir la ventilación de los componentes electronicos	Materiales con buena conductividad. Ranuras de ventilación.
	Aislamiento acustico - Fuentes de ruido	Niveles de ruido bajo 60 db	X	X	En los puntos actuados cercanos al paciente se debe usar aislamiento acustico	Materiales con baja densidad. Camaras de aire.

Confort	Percentil antropométrico	Ajustabilidad bajo el percentil 95	X		El sistema debe contar con los percentiles antropométricos de la población colombiana	Investigación recopilación de estudios antropométricos colombianos
	Niveles de ruido	Los actuadores y sistemas de transmisión deberán ser lo menos ruidoso posible	X	X	Los niveles de ruido producidos no deben incomodar al usuario	Actuadores con baja producción sonora o materiales aislantes de ruido
	Impacto de uso de la máquina	Percepción no invasiva del usuario frente al sistema	X		La estructura del dispositivo no deberá ser invasiva para el usuario	Estructura no amenazante en terminos de balance de pesos y equilibrio, (diseño conceptual/estructural)
	Sistema de ajuste de dimensiones	Mecanismos deslizantes		X	Las adaptaciones entre las diferentes medidas antropométricas deben ser fáciles de realizar	Mecanismos de ajuste y zonas de agarre sencillos de usar, diseño comunicativo
Forma	Zonas de Agarre y contacto	Material cómodo, seguro, aseptico y gradable al tacto. Formas sinuosas no anguladas	X	X	Eliminar bordes de contacto angulados que disminuyan la seguridad y faciliten la acumulación de polvo y demás contaminantes, evitar texturas en agarres y zonas de contacto que disminuyan la comodidad seguridad	Materiales texturizados para definir zonas de agarre con alto porcentaje de comodidad, asepsia y bordes sinuosos
	Impacto visual	El sistema debe comunicar seguridad en cuanto a la estructura y su estabilidad	X		Estructuralmente debe estar proporcionado con el fin de que el sistema sea percibido por el paciente como estable y seguro	Estructura estable, no desequilibrada que transmita seguridad (diseño conceptual/estructural)
	Funcionalidad de aspecto formal-estético	Comunicación con el usuario a través del sistema formal	X	X	La forma debe transmitir al usuario la correcta relación de uso, confianza y seguridad	La forma (estructura, accesos, agarres, zonas de reposo) deben tener un lenguaje formal claro que por ellos mismos se indique el uso
	Percepción de la seguridad	Percepción cromática y de texturas	X	X	El dispositivo debe tener colores y texturas que transmitan tranquilidad, seguridad y confianza	selección cromática teniendo en cuenta el material aplicado y sus texturas en pro de obtener confianza-relajación
Seguridad	Percepción de la seguridad	Evitar la visualización de elementos de transmisión de potencia mecánica y electrónica	X	X	La estructura no debe permitir al usuario visualizar los componentes internos y su funcionamiento	El dispositivo debe contar con materiales que permitan crear superficies para proteger el área mecánica/electrónica
	Riesgo de choques eléctricos	Potencias no peligrosas-nocivas para los usuarios	X	X	Evitar presencia de choques electricos	Aislamiento, potencias electricas bajas, materiales no conductores y poco conductores
	Asegurar posición del hombro y el tronco	Mantener Angulos de confort	X		El sistema debe asegurar la posición del paciente y la posición de la articulación (torso) para prevenir lesiones por mala postura, evitando la medición de angulos relativos	Elementos inmovilizadores que permitan el ajuste del usuario
	Acción al momento de corte de señal y/o energía	El sistema debe regresar a la posición inicial en caso de corte de información y/o energía	X		El sistema debe corregir los errores generados por cortes de señal e/o información	Sistema independiente de almacenamiento de energía, sistema regulador de entrada y salida de información
	Arranque del sistema	Inicio seguro del sistema	X	X	El sistema solo iniciara si ha sido energizado, se encuentra en la condición inicial, se ha conectado adecuadamente al paciente y todos los sensores estan funcionando	Programación, sistema electrónico
	Arranque de la terapia	Inicio seguro de la terapia	X		La terapia solo iniciara si la configuración por parte del profesional ha sido completada adecuadamente con los datos especificos del paciente	Programación
	Mínimo riesgo de choque o hiper-extensión	Poseer un volumen de trabajo bien determinado con alcances no mayores a los posibles por una persona lesionada o recién rehabilitada	X	X	El sistema debe contar con seguridad a nivel mecánico, electrónico e informático en cuanto a la posición y velocidad máxima del sistema, validada con los protocolos medicos establecidos	Sistema de seguridad mecánica, estrategia de control que regule los maximos movimientos

ANEXO 6: MATRIZ AVD (ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA)

Tipo de actividad	Código CIF	ACTIVIDADES DIARIAS	MOVIMIENTOS DEL HOMBRO							
			Abducción	Aducción	Flexión	Extensión	Rotación Interna	Rotación Externa	Flexión Horizontal	Extensión Horizontal
Comunicación	d3350	Producción de lenguaje corporal	X		X		X	X	X	X
	d3351	Producción de señales y símbolos	X		X		X	X	X	X
	d3600	Utilización de dispositivos de comunicación	X		X		X	X		
		Contestar/Colgar un teléfono sobre la mesa	X		X		X	X		
Actividades varias	d4303	Transportar objetos en los hombros	X		X		X	X	X	
	d4304	Llevar objetos en la cabeza	X		X		X	X		
	d4450	Abrir/Cerrar una puerta			X		X	X		
		Abrir/Cerrar cajones			X	X	X	X		
	d4454	Lanzar objetos	X		X	X	X	X	X	X
	d4300	Mover objetos al nivel de la cintura	X	X	X		X	X		
Alimentación	d550	Comer con cubiertos	X		X	X	X			
		Comer con las manos	X		X		X			
	d560	Beber de una copa			X		X	X		
		Beber de una botella			X		X	X		
Auto-cuidado	d5100	Lavar partes individuales del cuerpo	X	X	X	X	X	X	X	X
		Lavar la cara	X		X					
	d5102	Secarse	X		X	X	X	X	X	
	d5201	Cepillarse los dientes	X		X		X			
	d5202	Peinarse el cabello	X	X	X		X	X	X	
	d598	Afeitarse	X		X		X			
	d5300	Regulación de la micción		X	X		X			
	d5301	Regulación de la defecación		X		X				
	d5400	Ponerse ropa	X	X	X	X	X	X	X	X
	d5402	Ponerse calzado		X	X		X			
	d630	Preparar comidas	X		X		X	X	X	X
	d6402	Realizar limpieza de la vivienda	X	X	X	X	X	X	X	X

ANEXO 7: MATRICES DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA



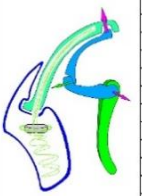
Concepto 1				
8 Movimientos	Flexión @ 180°	Extensión @ 50°	Abducción @ 180°	
100				
Aducción @ 45°	R. Interna @ 100°	R. Externa @ 50°	Flexión H. @ 140°	
Extensión H. @ 30°	Terapia Activa	Terapia Pasiva	Velocidad Regulable	
	100	0	50	
Valoración	Arquitectura Mecatrónica	Portable	S. Modular	
75	100	100	100	
Formas Comunes	Disipación Calor	Aislamiento Acústico	Tele-operable	
0	100	50	100	
Ángulos Reales	Ajuste Dimensiones	Percepción Funcional	Confort	
50	50	100	100	
Percepción de Seguridad	Seguridad	TOTAL		
50	50	1275		

EVALUACIÓN CUANTITATIVA PRIMERA PROPUESTA



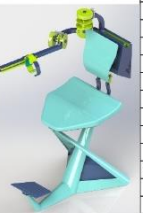
Concepto 3				
8 Movimientos	Flexión @ 180°	Extensión @ 50°	Abducción @ 180°	
100				
Aducción @ 45°	R. Interna @ 100°	R. Externa @ 50°	Flexión H. @ 140°	
Extensión H. @ 30°	Terapia Activa	Terapia Pasiva	Velocidad Regulable	
	100	100	100	
Valoración	Arquitectura Mecatrónica	Portable	S. Modular	
100	100	100	100	
Formas Comunes	Disipación Calor	Aislamiento Acústico	Tele-operable	
0	75	75	100	
Ajuste Dimensiones	Percepción Funcional	Confort	Percepción de Seguridad	
100	100	100	100	
Seguridad	Ángulos Reales	TOTAL		
100	75	1625		

EVALUACIÓN CUANTITATIVA TERCERA PROPUESTA



Concepto 2				
8 Movimientos	Flexión @ 180°	Extensión @ 50°	Abducción @ 180°	
100				
Aducción @ 45°	R. Interna @ 100°	R. Externa @ 50°	Flexión H. @ 140°	
Extensión H. @ 30°	Terapia Activa	Terapia Pasiva	Velocidad Regulable	
	100	100	100	
Valoración	Arquitectura Mecatrónica	Portable	S. Modular	
100	100	100	100	
Formas Comunes	Disipación Calor	Aislamiento Acústico	Tele-operable	
0	50	50	100	
Ajuste Dimensiones	Percepción Funcional	Confort	Percepción de Seguridad	
75	75	100	50	
Seguridad	Ángulos Reales	TOTAL		
100	50	1450		

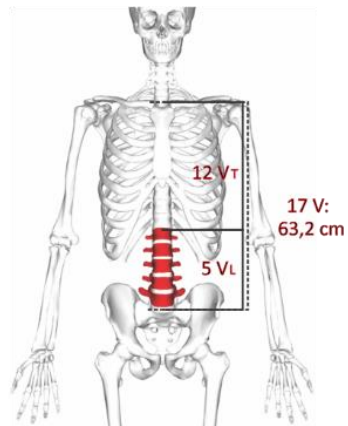
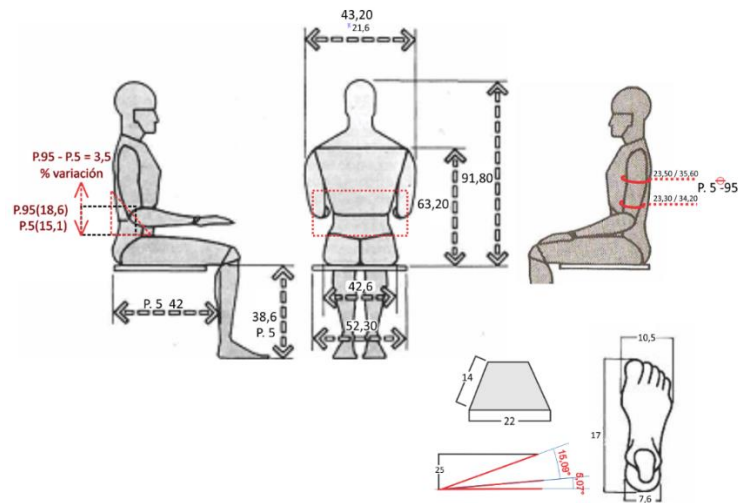
EVALUACIÓN CUANTITATIVA SEGUNDA PROPUESTA



Concepto 4				
8 Movimientos	Flexión @ 154°	Extensión @ 50°	Abducción @ 180°	
100				
Aducción @ 45°	R. Interna @ 100°	R. Externa @ 50°	Flexión H. @ 140°	
Extensión H. @ 30°	Terapia Activa	Terapia Pasiva	Velocidad Regulable	
	100	100	100	
Valoración	Arquitectura Mecatrónica	Portable	S. Modular	
100	100	75	100	
Formas Comunes	Disipación Calor	Aislamiento Acústico	Tele-operable	
0	100	100	100	
Ajuste Dimensiones	Percepción Funcional	Confort	Percepción de Seguridad	
100	100	100	100	
Seguridad	Ángulos Reales	TOTAL		
100	100	1675		

EVALUACIÓN CUANTITATIVA CUARTA PROPUESTA

ANEXO 8: DIMENSIONAMIENTO LUMBAR



P.95

$$\frac{17v}{5v} = \frac{63,2 \text{ cm}}{X?}$$

$$\frac{5v \cdot (63,2 \text{ cm})}{17v} = 18,6 \text{ cm}$$

P.5

$$\frac{17v}{5v} = \frac{51,3 \text{ cm}}{X?}$$

$$\frac{5v \cdot (51,30 \text{ cm})}{17v} = 15,1 \text{ cm}$$

ANEXO 9: PLANOS TÉCNICOS

