



**DISPOSITIVO REHABILITADOR PARA PACIENTES CON LESIONES OSTEOMUSCULARES
EN LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA**

JANETH ALEJANDRA FRANKY VALENCIA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
2015

KNEECAP MOTION

DISPOSITIVO REHABILITADOR PARA PACIENTES CON LESIONES
OSTEOMUSCULARES EN LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

JANETH ALEJANDRA FRANKY VALENCIA

Proyecto de grado para optar por el título
de Diseñadora Industrial

Director de Proyecto de Grado:

CRISTIAN CHAMORRO RODRIGUEZ, IM, MSc.

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE ARTES INTEGRADAS
DEPARTAMENTO DE DISEÑO
Santiago de Cali, 2015

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

ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE GRADO

La Estudiante JANETH ALEJANDRA FRANKY VALENCIA identificada con Cédula de ciudadanía número 1107058840 de Cali y código 201022017, presentó y aprobó su trabajo de grado titulado *"Kneecap Motión. Dispositivo rehabilitador para pacientes con lesiones osteomusculares en la articulación de la cadera"*, el cual fue aprobado por el siguiente jurado evaluador:

Jurado Diseñador: Javier Mauricio Reyes

Jurado Asesor: María Nora Hurtado de Bastidas

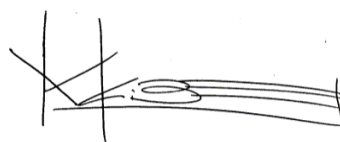
Para constancia de la anterior, se firma en la ciudad de Santiago de Cali, el 3 de septiembre de 2015, según del Comité del Programa



CRISTIAN DAVID CHAMORRO RODRÍGUEZ
Director del Proyecto



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



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

Gracias por ser el apoyo en todo momento,
los ánimos cuando más los necesité y el amor que lleno mi vida de ganas
en este cuento de principio a fin
¡Gracias Dios! ¡Gracias Familia! ¡Soy Diseñadora Industrial!

AGRADECIMIENTOS:

Como estudiante universitario, sabes que el sacrificio y la constancia para concluir tus estudios no solo se deben a tu esfuerzo, también se debe a esas personas que con su apoyo te motivaron a que lograrás terminar un escaño en tu vida:

Agradezco primero que todo a Dios "todo lo puedo en cristo que me fortalece" A mis padres por apoyarme durante todo este proceso que pronto se convertirá en una etapa más de mi vida; mamá, gracias por estar ahí, en las buenas y malas, sos el motorcito que me impulso a nunca bajar la guardia, me demostraste que el miedo no está presente cuando se afronta un reto; papá, gracias por tu tiempo y paciencia, por escucharme una y mil veces ayudándome en lo que necesité, por aportar tu conocimiento, tu experiencia y tus ganas de apoyarme una y otra vez.

Mi cariño y mi amor para las personas que hicieron todo en la vida para lograr este sueño profesional; tía Nana gracias por motivarme y darme la mano cuando necesité iniciar y tomar decisiones; Alejo, gracias a tu apoyo estoy donde estoy, fuiste el principal apoyo para estudiar esto que tanto me gusta. A ustedes dos por siempre mi corazón y mi agradecimiento.

Agradezco de igual forma a esas personas que estuvieron ahí y no son menos importantes, abuelita, tía luz, tía Pato, tía Miriam y Edelmira, tío lucho y abuelito... los amo con todo mi corazón gracias por estar pendientes de mí y darme su amor y apoyo incondicional de principio a fin... A esa persona que en la última etapa de este proceso me dio todo su apoyo, amor y motivación: Gracias Bryan.

También agradezco a mis amigos y amigas, que a pesar de las dificultades y los periodos de abandono estuvieron siempre a mi lado comprendiéndome, aconsejándome y apoyándome incluso en los largos trasnochos, ¡Gracias Pato!; a mi equipo de rugby, a cada una de mis Tikunas y al entrenador, me enseñaron que querer es poder, que no todo es fácil cuando se empieza de cero, pero siempre es posible, solo hay que ir hacia adelante, que no es posible alcanzar una meta sin ganas, apoyo y trabajo en equipo... ¡Hasta el alma Tikunas!.

A mis maestros Jorge Urueña, María Nora Hurtado, Miguel Uribe, Javier Reyes, y Pablo Jaramillo que en este andar por la vida, influyeron significativamente con sus lecciones y experiencias. Gracias por enseñarme a amar esta carrera, gracias por formarme como diseñadora industrial.

El sacrificio y la entrega constante son el camino seguro al éxito Este proyecto es la culminación de un proceso de años de formación, y es un escalón en mi vida donde personas como ustedes contribuyeron de la mejor manera, a todos y cada uno de ellos las páginas de este trabajo de grado.

Carlos Alberto Franky Valencia... este es el primer paso para cumplirte mi promesa, ahora sigues tú. Te amo hermanito.

ALEJANDRA FRANKY VALENCIA

"Para alcanzar algo que nunca has tenido, tendrás que hacer algo que nunca hiciste"

CONTENIDO

PAG.

RESUMEN

INTRODUCCION

I. CAPITULO: CONCEPTUALIZACIÓN	1
1.1. MARCO CONCEPTUAL	2
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	6
1.4. OBJETIVOS.....	10
1.4.1. Objetivo General	10
1.4.2. Objetivos Específicos.....	10
1.5. CONCEPTUALIZACIÓN	11
1.5.1. Vulnerabilidad Geográfica	11
1.5.2. Condición De Discapacidad Transitoria	12
1.5.3. La Rehabilitación	13
1.5.4. Calidad De Vida	16
1.5.5. Actividades De La Vida Diaria (AVD)	17
1.6. MARCO LEGAL	19
1.6.1. Sistema De Salud Colombiano	19
1.6.2. Telesalud En Colombia	20
1.6.3. Ley 1419 De 2010	21
1.6.4. Legislación Colombiana y Situación de Lesión o Discapacidad Temporal:	24
1.7. MARCO TEORICO.	25
1.7.1. La Cadera. Consideraciones anatómicas	25
1.7.2. Cinemática.....	26
1.7.3. Cinética.....	28
1.7.4. Lesiones y Enfermedades de la Cadera	29
1.7.5. Rehabilitación En Las Lesiones De La Cadera	31

1.8. POBLACIÓN OBJETIVO	32
II. CAPITULO METODOLOGIA.....	33
2.1. OBJETIVOS METODOLOGÍCOS.....	34
2.2. MARCO METODOLOGICO	35
2.2.1. Conceptualizacion.....	35
2.2.2. Revisión y Caracterización de Antecedentes y Conceptos.....	36
2.2.3. Problema De Investigación	36
2.2.4. Matriz de Análisis, Estado del Arte y de la Técnica	37
2.2.5. Aplicación de Instrumentos de Investigación	37
2.2.6. Objetivos De Los Instrumentos	38
2.2.7. Conclusión de Matrices De Análisis	38
2.2.8. Requerimientos de Diseño.....	38
2.2.9. Selección y Diseño de la Propuesta	39
III. CAPITULO: TRABAJO DE CAMPO	40
3.1. TRABAJO DE CAMPO	41
3.1.1. Diseño de Instrumentos.....	42
3.1.2. Entrevistas.....	42
3.1.3. Conclusiones – Análisis especialistas.....	43
3.1.4. Conclusiones – Análisis pacientes en rehabilitación	44
3.1.5. Conclusiones – Análisis Pacientes Rehabilitados	46
3.2. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE	48
3.2.1. Órtesis para La Cadera.....	48
3.2.2. Aparato de Phelps.....	49
3.2.3. Apoyo de descarga con Apoyo Isquiático.....	50
3.2.4. Aparato Hohmann	50
3.2.5. Derrotadores.....	51
3.2.6. Separador de Muslos de Greiner	51
3.2.7. Férulas Nocturnas	52
3.2.8. Férulas de Dennys Brown	52
3.2.9. Protocolos de Rehabilitación.....	52
3.2.10. Electroterapia	53

3.2.11. Máquinas de Rehabilitación:	53
3.2.12. Equipos Fitness	53
3.3. DEFINICION DE REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	54
3.3.1. Análisis del Estado de la Tecnica	54
3.3.2. Definicion de Requerimientos de Diseño	56
3.3.3. Análisis para la Definición de Requerimientos	57
3.4. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO.....	60
3.5. DETERMINANTES DE DISEÑO.....	62
IV. CAPITULO: PROPUESTA DE DISEÑO	63
4.1. PROPUESTA DE DISEÑO.....	64
4.1.1. Conceptualización Funcional y Desiciones Definitivas	64
4.1.2. Visitas y Salidas	65
4.1.3. Conceptualización Formal y Perceptiva	66
4.1.4. Decisiones de Diseño	68
4.2. CONCEPTUALIZACIÓN DE DISEÑO	69
4.3. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO KNEECAP MOTION:	70
4.3.1. Vistas del Dispositivo	73
4.3.2. COMPONENTES DE KNEECAP MOTION	74
4.4. DESCRIPCION DEL MECANISMO	88
4.4.1. Mecanismo Leva Seguidor:.....	88
4.4.2. Según la geometría de la leva	89
4.5. ASPECTOS MECANICOS	90
4.5.1. Fricción por Rodamiento	90
4.5.2. Efecto lubricante sobre fricción	90
4.6. COMPONENTES MECANICOS.....	91
4.6.1. Servomotor.....	91
4.6.2. Función del Circuito	92
4.6.3. Programación	92
4.7. MATERIALES	94
4.7.1. Gore-Tex@:.....	95
4.7.2. Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS):	95

4.7.3. Poliuretano:.....	96
4.7.4. Aluminio:.....	96
4.7.5. Policarbonato (PC):.....	96
4.8. FUNCIONAMIENTO	97
4.9. MODO DE USO	97
4.10. COMPROBACION DE LOS REQUERIMIENTOS	101
V. CAPITULO: CONCLUSIONES Y ANEXOS	104
5.1. CONCLUSIONES	105
5.2. BIBLIOGRAFÍA.....	107
5.3. ANEXOS	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa Conceptual General.	2
Figura 2: Estructura de la Articulación de la cadera.....	25
Figura 3: Unión y Articulación coxofemoral	25
Figura 4: Unión y Articulación Coxofemoral.....	25
Figura 5: Planos Corporales	26
Figura 6: Esquema Metodológico desarrollado en el proyecto.	35
Figura 7: Ortesis.....	49
Figura 8: Artromotor de rodilla BLD CPM PRO. Rusia.....	54
Figura 9: Artromotor de rodilla BLD CPM PRO. Boston	54
Figura 10: Definición de Requerimientos de Diseño.	56
Figura 11: Cadera Unión y Articulación coxofemoral	69
Figura 12: Dispositivo rehabilitador para pacientes.....	70
Figura 13: Kneecap Motión. Vistas Frontal, lateral y Superior.....	73
Figura 14: Despiece y Partes de Kneecap Motión.....	74
Figura 15: Detalles de Palanca.	75
Figura 16: Ortesis Kneecap Motión.....	76
Figura 17: Ortesis de Referencia Multipropósito	76
Figura 18: Vista Explosionada de Ortesis.....	77
Figura 19: Seguidor de Rotación Interna y externa 0°-50°.	78
Figura 20: Seguidor 5°-120° de Flexo-Extensión.....	78
Figura 21: Referente, Tornillo Zincado con cabeza de mariposa.....	79
Figura 22: Pin – Seguidor cabeza de Mariposa Con Rodillo.....	80
Figura 23: Trayectoria Curva o de Tambor de Leva	81
Figura 24: Modelo de Comprobación.....	82
Figura 25: Articulación Acoplador-Base: Detalles.	83
Figura 26: Articulación entre acoplador, Base y Mecanismo.	84
Figura 27: Vista Inferior y perspectiva de la Base.	85
Figura 28: Detalle base o carcasa.	85

Figura 29: Detalles Soporte-Base.....	86
Figura 30: Infografía de Interfaz.	87
Figura 31: Diseño simulación Interfaz.	87
Figura 32: Geometría básicas de la leva.....	89
Figura 33: composición interna de las piezas dentro de un Servomotor	91
Figura 34: Detalle botón Encendido.	92
Figura 35: Presentación Material.	94
Figura 36: Tejido Gore Tex@	95
Figura 37: Kneecap Motión, Paciente y Especialista.....	97
Figura 38: Secuencia de Uso Kneecap Motión, Ubicación Paciente.....	99
Figura 39: Secuencia de Uso Kneecap Motión.	99
Figura 40: Secuencia de Uso Kneecap Motión, Rotación.....	100
Figura 41: Secuencia de Uso Kneecap Motión, Flexo - Extensión.	100

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Movimientos de la Cadera.....	27
Tabla 2: Movimientos de la Cadera Relacionados con las AVD.....	41
Tabla 3: Matriz: Estado del arte. Dispositivos de fortalecimiento elásticos.	52
Tabla 4: Matriz: Estado del Arte: Equipos Fitness.....	53
Tabla 5: Requerimientos de diseño.	60
Tabla 6: Determinantes de Diseño	62
Tabla 7: Decisión de Diseño	68
Tabla 8: Comprobación de requerimientos Funcionales.	101
Tabla 9: Comprobación de requerimientos Ergonómicos y Formales.....	102
Tabla 10: Comprobación de requerimientos de Seguridad.	103

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Estado de la técnica: matriz máquinas de rehabilitación cadera.....	111
Anexo 2: Formato entrevistas.....	114
Anexo 3: Matriz trabajo de campo – Especialistas.....	117
Anexo 4: Matriz trabajo de campo- Pacientes en rehabilitación.....	120
Anexo 5: Matriz trabajo de campo - Pacientes rehabilitados.....	123
Anexo 6: Parámetros antropométricos población laboral colombiana.....	125
Anexo 7: Requisitos Generales - Dispositivos Médicos.....	127
Anexo 8: Cromaterapia: Teoría del color.....	129
Anexo 9: Planos técnicos.....	130

RESUMEN

La cadera es una articulación fuerte y estable, pero de sumo cuidado cuando se lesiona, la complejidad físico-motora en cada movimiento hace que una persona esté en condición de discapacidad de inmediato, entonces, la rehabilitación pasiva y activa es una necesidad que interviene en todos los aspectos del lesionado. Movimientos importantes y básicos se deterioran generando dependencia familiar y médica, afectando dinámicas tan simples como las actividades de la vida diaria afectando negativamente el bienestar y la calidad de vida de la persona.

La asistencia oportuna y constante del paciente en la rehabilitación es requisito para recuperar las capacidades físico-motoras perdidas, pero factores como la demanda y la falta cobertura del sistema de salud especializado en Colombia implica factores como la distancia que debe recorrer desde su hogar al servicio médico especializado o fisioterapia, tiempo de recuperación con las sesiones necesarias y factores económicos que generan riesgo de deterioramiento en la lesión y/o dolor durante movilizaciones prolongadas; estos aspectos impiden que haya una completa rehabilitación, generan resistencia y miedo a las terapias o simplemente abandono del proceso debido a la centralización y falta de cobertura en el sistema de salud especializado y dispositivos médicos efectivos en rehabilitación física.

Palabras Clave: Cadera, Condición de Discapacidad, Rehabilitación, Calidad de vida, Sistema de Salud, Dispositivos de Rehabilitación.

ABSTRACT

The hip is a strong and stable joint, but great care when injured, the treasury-motor complexity every move makes a person is in immediate disabling condition, and then the passive and active rehabilitation is a necessity involved in all aspects of the injured. Important and basic movements deteriorate generating family and medical unit, as simple dynamics affecting the activities of daily life negatively affecting the welfare and quality of life of the person.

The timely and consistent assistance in the rehabilitation of the patient is required to recover lost motor-physical, but factors such as demand and lack of coverage health system in Colombia specialized capabilities involves factors such as distance traveled from home service specialized medical or physical therapy, recovery time necessary sessions and economic factors that create risk of deterioration in injury and / or pain during prolonged mobilizations; prevent these aspects have a complete rehabilitation, generate fear and resistance to therapy or simply abandon the process because of the centralization and lack of coverage in the specialized health system and effective medical devices in physical rehabilitation.

Keywords: Hip Condition Disability, Rehabilitation, Quality of Life, Health System Rehabilitation Devices.

INTRODUCCIÓN

El marco general de este proyecto incluye un usuario en condición de discapacidad transitoria debido a una lesión de cadera que implica un desmejoramiento en su capacidad físico-motora para realizar actividades de la vida diaria y que debido a sus consecuencias afecta su bienestar físico, psicológico, económico y social ya que los huesos, articulaciones y músculos son partes casi perfectamente funcionales hasta que se incluyen una lesión.

Las lesiones en miembros inferiores como la cadera, bloquean cualquier tipo de movimiento debido al dolor o pérdida de su funcionamiento, motivo por el cual se debe acudir de manera inmediata al médico o centro de salud más cercano donde se examina y se diagnostica al paciente indicándole el tipo de lesión, el protocolo de rehabilitación y el tiempo de recuperación que debe tener en cuenta. Teniendo en cuenta que este proyecto maneja el tipo de discapacidad conocida como "transitoria" es decir que permite devolver en parte o en su totalidad al paciente sus capacidades físico-motoras que tenía antes de la lesión mediante la terapia física que es una de las principales herramientas usadas por profesionales de la salud en el momento de recuperar la movilidad; la cadera, siendo una articulación importante y eje de movimiento para muchas actividades corporales, debe recuperarse de manera óptima y es aquí donde la rehabilitación activa y pasiva juega el papel más importante.

A simple vista es poco importante, pero una terapia física que se ejecuta de manera correcta, con la frecuencia adecuada y precaución, puede ser efectiva y garantiza al lesionado retomar sus actividades. Que esto se cumpla o no; no solo depende de la infraestructura física de la salud disponible, sino también del contexto socioeconómico y la ubicación geográfica del paciente ya que estos factores interrumpen el proceso de rehabilitación teniendo en cuenta que el acceso que estas personas tienen al servicio de salud especializado en Colombia es limitado pues se encuentran lejos de las cabeceras municipales y de las principales ciudades, motivo por el cual el estar lejos del casco urbano los hace personas geográficamente vulnerables debido al poco acceso al servicio de salud y la rehabilitación; de esta manera se toma como referente la situación más crítica de los pacientes para proceder con el proyecto.

La medicina y tecnología unidas han desarrollado diversas máquinas, y protocolos para tratar cada caso de rehabilitación, sin embargo estos avances no logran disminuir el número de lesiones en pacientes que se suponen recuperados, ni el

acceso a zonas en vulnerabilidad geográfica, motivo por el cual hay una necesidad de intervenir la situación con el propósito de mejorar los medios existentes utilizados.

El diseño industrial presenta una opción válida para realizar estudios y posibles soluciones a esta problemática, es así como este proyecto surge integrando de muchas disciplinas con sus respectivas intervenciones de ingenierías, de apoyo médico y fisioterapéuticas donde se propone obtener un producto que además de tener acceso a todo tipo de usuario, mejore los protocolos actuales aplicados en la rehabilitación pasiva y activa de disfunción de cadera con las cualidades necesarias para ser efectivas en acceso, protocolo, tiempo y valoración eficaz.

I. CAPITULO: CONCEPTUALIZACIÓN

1.1. MARCO CONCEPTUAL

Este capítulo explica el contexto del proyecto y responde a las razones que motivan su desarrollo. Se compone de marco conceptual marco legal y marco teórico.

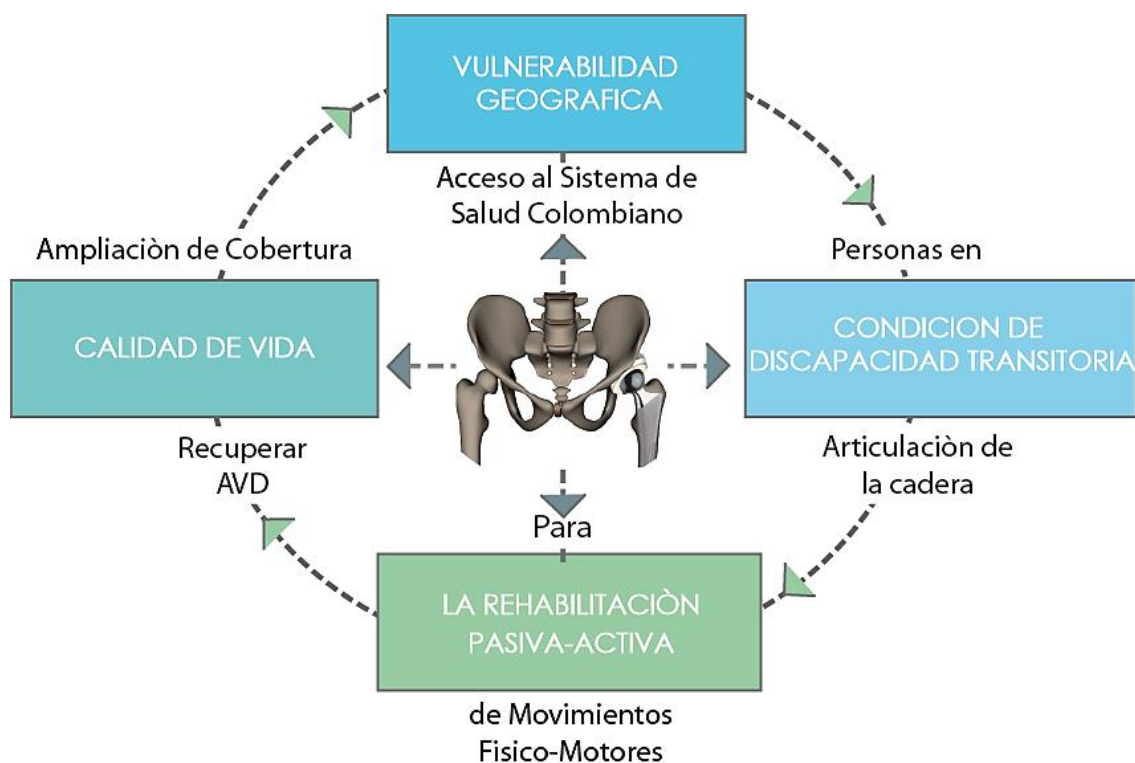


Figura 1: Mapa Conceptual General. Fuente Autor

Este proyecto está desarrollado bajo conceptos generados en la aplicación al contenido que se construyen desde la problemática del proyecto y son contextualizados y representados en la figura 1.

Se parte de la Necesidad de rehabilitar un miembro inferior importante y complejo como la cadera, y su división entre los recursos disponibles y los medios para la rehabilitación como medio de satisfacción de una necesidad específica. Se estudia y se desarrolla bajo conceptos que se definen a continuación mediante variables conectoras entre un concepto y otro; es decir que se toman como variables de decisión y enfocan en el marco del proyecto.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La cadera es una articulación muy estable, Su estructura se encuentra reforzada por fuertes ligamentos y varios grupos de músculos que le dan soporte y le proporcionan movimiento en los tres planos corporales: sagital, coronal y transversal (Hertling D, 2006) Esta articulación es parte vital para la locomoción. Aunque presenta una estructura fuerte, se lesiona tan fácilmente y con la frecuencia de otras articulaciones como el hombro, la rodilla y el tobillo y traumatismos de alta energía, como los ocasionados por un accidente de tráfico o un impacto directo y enfermedades como la osteoporosis u osteoartritis, son causantes de lesiones de la cadera (Cambios sociodemográficos en Colombia: periodo intercensal 1993 – 2005. Revista de la información básica); Por ello, actividades básicas y necesarias para la vida cotidiana como subir las escaleras, ir al baño e incluso dar vueltas en la cama se hace difícil para las personas con algún tipo de lesión en esta zona, las dificultades para el desarrollo de actividades cotidianas en el movimiento del cuerpo; y las lesiones musculo-esqueléticas en la cadera tienen gran implicación en la movilidad de un ser humano y es por esto que las **actividades de la vida diaria** más sencillas se vuelven complejas.

Según la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad, CIF. la restricción de movimientos de una persona de forma autónoma, hace que no pueda realizar sus actividades diarias, ya sean de carácter laboral, recreativo, personal o social y esto es llamado como **condición de discapacidad**; factores de riesgo como el aumento mundial de enfermedades crónicas, malnutrición, lesiones causadas por las minas terrestres, las guerras, la violencia, en especial la violencia doméstica, el SIDA, la degradación ambiental, el tránsito rodado, los accidentes domésticos, las actividades recreativas y laborales, y otras causas a menudo relacionadas con la pobreza que de una u otra forma hacen que nadie esté exento que una o algunas de sus articulaciones como la cadera se vean implicadas y la persona adquiera una condición de discapacidad (OMS, 2005, pág. 102).

una lesión que restringe movimientos importantes como la cadera, puede hacer que una persona dependa física y laboralmente de su familia o personas cercanas, esto, disminuye sus condiciones de bienestar a nivel psicológico, social y económico, más en un rango de edad productivo en la que se enmarca este proyecto (15 a 65 años) donde mantener o reducir sus ingresos depende de realizar sus actividades laborales. Entonces, a menor disponibilidad del funcionamiento articular de un individuo, mayor restricción en su capacidad de elección para

realizar una actividad y disminución del **bienestar físico**, donde su condición de **discapacidad transitoria**, es decir que su lesión físico-motora le impedirá estar totalmente activo solo hasta que recupere o rehabilite la articulación y es aquí donde La **rehabilitación física** contribuye a recuperar la movilidad que se tenía previa a la lesión con el fin de que el individuo supere su condición de discapacidad transitoria, haciendo que sus actividades de la vida diaria se restablezcan.

La rehabilitación física se inicia con rangos de movimientos mínimos en la articulación que se puede permitir el paciente; el fin es buscar la recuperación de la movilidad que se tenía antes de la lesión y dichos procedimientos tienden a ser agotadores pero con una corta duración de las rutinas; dicho lo anterior cabe resaltar que hay una prolongación del tiempo de recuperación, y esto conlleva afecciones más serias. Pero sin importar el tiempo, en todo caso se requiere una rehabilitación mínima, los fisioterapeutas actualmente se apoyan en elementos sencillos u objetos como balones, Thera band, estabilizadores etc. disponibles para lograr la rehabilitación y dan instrucciones que el paciente debe seguir en casa, después de un proceso de rehabilitación (terapias, medios, fortalecimiento, y estiramientos) Aun presenciando el proceso no pueden determinar si la amplitud del movimiento o la fuerza que ejerce el paciente es la correcta y necesaria para su recuperación y por tanto, se dificulta evaluar el progreso de la rehabilitación. De una u otra forma el contexto de la persona también influye en varios los sentidos; hay que tener claro que la cadera, es una de las articulaciones más complejas y delicadas al rehabilitar, la movilización y traslado del paciente a un centro de atención especializado muy alejado es un factor de riesgo en la lesión, ya que el movimiento del cuerpo, la posición prolongada durante el recorrido al centro y el dolor constante genera riesgos para el paciente. En este sentido, y tomando el caso más crítico el hecho de que el sistema de salud Colombiano no tenga una cobertura suficiente para acceder a un tipo de usuario que se encuentra lejos de los centros especializados de rehabilitación física y la accesibilidad al servicio de salud especializado sea limitada en las cabeceras municipales es la causa por la cual la población geográficamente vulnerable con algún tipo de déficit musculoesquelético genera barreras de accesibilidad al subscribirse a un servicio de rehabilitación física apropiado para la recuperación de la movilidad que se perdió con la lesión, pues debe recordarse que por lo general **los servicios de rehabilitación** se establecen en centros asistenciales de alta complejidad, pero poco en los niveles intermedios y primarios de los sistemas de salud y que las distancias que deben recorrer algunos usuarios hasta dichos centros implica costos, tiempo y esfuerzo, sin embargo, “en muchos países de ingresos bajos o medianos, solo entre el 5% y el 15% de las personas que necesitan dispositivos y tecnologías de apoyo tienen acceso a ellos. La producción es escasa y con frecuencia de poca

calidad. Hay escasez de personal capacitado para administrar la facilitación de dichos dispositivos y tecnologías, especialmente a nivel provincial y de distrito" (OMS., 2014).

Si a esto sumamos que el acceso a este tipo de rehabilitación es exclusivamente centralizado donde las características contextuales del individuo tomando el caso más crítico nos genera barreras de accesibilidad abarcando zonas de vulnerabilidad geográfica que se ven afectadas gracias al sistema de salud Colombiano que no tiene una cobertura suficiente para acceder a este tipo de usuarios, dejando una gran parte de la población que una vez ha obtenido este tipo de lesión y que se encuentra en condición de discapacidad transitoria afecta su calidad de vida y sus niveles de independencia puesto que el rango de productividad es de los 16 a los 65 años que después de una lesión requieren tener la efectividad de un programa de rehabilitación en pro de mejorar su condición de discapacidad. Donde no puede generar ingresos propios o ser activamente productivo e independiente para realizar las actividades de la vida diaria y por ende su bienestar como persona.

Problemática:

¿Cómo mejorar las condiciones de bienestar por medio de la rehabilitación pasiva y activa de pacientes en condición de discapacidad transitoria con lesión en la articulación de cadera disminuyendo las barreras de acceso al sistema de salud especializado?

1.3. JUSTIFICACIÓN

En el mundo hay aproximadamente mil millones de personas con discapacidad, de las que la mayoría carece de acceso a una atención médica y a servicios de rehabilitación apropiados, especialmente en los países de ingresos bajos y medianos.

El estudio de “prevalencia de discapacidad en el valle del cauca” Cali 2001. Ha realizado en una muestra de 10.093 personas pertenecientes a 2178 hogares de 14 municipios, entre otros resultados, se encontró que existe “Una prevalencia de deficiencia de 6.98% y de discapacidad de 3.99%”, “En 27.5% de los hogares hay una o más personas con deficiencia. De estos, 17.2% con personas con discapacidad”, y que “El 67.5% de la población con discapacidad está en edad de trabajar” (Valle, 2001, págs. 7-10) En él se ve claramente que las necesidades básicas insatisfechas son un factor que puede estar asociado como causa o consecuencia de la discapacidad “por un lado porque las familias social y económicamente deprimidas, presentan una mayor exposición a los factores que ocasionan la discapacidad, y por otro, por la carga económica adicional que representa tener un miembro con discapacidad en la familia” (Valle, 2001, pág. 37)

Con el fin de estimar la población con discapacidad del Sistema de Seguridad Social en Salud, el Ministerio de Salud calculó la frecuencia de discapacidad relacionadas con deficiencias; El evento discapacidad se clasificó en seis grupos de acuerdo a criterios de severidad y pronóstico y se calculó la incidencia por mil habitantes para cada uno de ellos así: leve transitoria, 12.14; moderada transitoria, 1.88; severa transitoria, 0.46; leve definitiva, 4.84; moderada definitiva, 0.75 y severa definitiva 2.04. Esto nos ayuda a tener de manera clara que hay un porcentaje mayor de discapacidad transitoria que permanente y que respectivamente la discapacidad transitoria concierne a la población objetivo manejada en este proyecto por lo cual se logra obtener no solo la situación más crítica hablando de vulnerabilidad geográfica sino la necesidad que surge al poder volver a utilizar la articulación después de una lesión que no es definitiva por medio de la rehabilitación, pero que aun así también puede generar, un grupo poblacional que de igual manera presenta restricción para la incorporación al sistema educativo y laboral, y dificultades para la accesibilidad y la participación debido a las barreras de servicio y rehabilitación disponibles.

“Como consecuencia de ello, estas personas tienen más problemas para alcanzar y mantener un nivel óptimo de autonomía y salud. Organizaciones como la OMS (Organización mundial de la Salud) resaltan que la falta de servicios o centralización de los mismos obstaculiza su plena inclusión y participación en todos los aspectos de la vida.

Es común pensar que solo los mayores sufren lesiones en esta zona, pero no es así. Según Por el doctor Jorge Alfredo Ortega Traverso, especialista en ortopedia y traumatología, presidente de CADERA del Centro Artroscópico del Deportista y Reemplazos Articulares, en su Artículo de avances médicos dice: un alto porcentaje de los pacientes afectados tienen corta edad y hacen ejercicio físico; lo que permite dejar a un lado la estigmatización de que las lesiones en la cadera solo se dan en el adulto mayor.

Por otro lado una de las lesiones articulares que más dolor genera es el de cadera que como se menciona anteriormente, implica el movimiento del cuerpo obteniendo el índice más alto en discapacidad. Si desplazarse de un lugar a otro en una distancia mínima implica el movimiento obligatorio del miembro inferior como la cadera, se puede concluir que esta lesión es un problema de salud pública de gran importancia; y los riesgos que se generan, tanto de manera directa como indirecta, pueden agravar la lesión o condición del paciente como tener dificultades en su rehabilitación; esto es debido a que en su comienzo, no se le proporciona el cuidado necesario o la atención debida y en la mayoría de veces son los médicos generales o fisioterapeutas que brindan atención primaria, sin exámenes más a fondo o especialistas a cargo que entendiendo que la persona a tratar está en condición de discapacidad transitoria puede recuperarse y no siempre es atendido de forma apropiada; entonces, es aquí donde las lesiones recidivantes aparecen con el tiempo o se vuelven crónicas incluyendo molestias y dolor al mínimo esfuerzo.

Entonces, la aparición constante de patologías relacionadas con lesiones de cadera en la población, afectan la movilidad de una persona y esto hace que la única opción al acudir a la rehabilitación sea movilizarse al centro de salud principal donde normalmente están los servicios de rehabilitación necesarios o mínimos, indispensables para lograr la recuperación y las capacidades físico-motoras perdidas en la articulación. Esto tiene un impacto importante en el paciente debido a la dificultad al desplazarse desde su hogar al casco urbano donde se encuentran los especialistas y los dispositivos que requiere para la rehabilitación, motivo por el cual todo lo mencionado anteriormente afectan la calidad de vida de las personas en términos de dependencia desde todo punto de vista; el entorno familiar y laboral se ve afectado puesto que se requiere ayuda

ya sea de familia o personal médico para realizar actividades cotidianas básicas que no son posibles de realizarlas por si solos, desde las más sencillas incluyendo actividades como sentarse, ponerse de pie, caminar etc... hasta las más complejas como desplazarse de un punto a otro, o participar de actividades recreacionales, laborales y sociales. La calidad de vida se devalúa desde el funcionamiento y la capacidad disponible para satisfacer una necesidad o deseo; y esta condición es clara en cuanto que a menor disponibilidad de funcionamientos, menor capacidad de bienestar y mayor restricción de libertad de decisión. Es aquí donde la rehabilitación¹ física, juega un papel importante como medio para recuperar el máximo potencial de la parte del cuerpo afectada y consecuentemente mejorar su condición de lesión, influyendo directamente en su calidad de vida.

Por otra parte, las escasas maneras y recursos para acceder a la rehabilitación también debe tenerse en cuenta y conocer el contexto de la situación: la ubicación de las personas en relación con el lugar en el cual se encuentra el centro de rehabilitación no solo es un problema territorial sino también una característica que deja el sistema de salud Colombiano de manera centralizada haciendo visibles barreras de acceso a las que el usuario de este proyecto se ve sometido: dolores o complicaciones debido a el tiempo en el que el paciente se ve afectado por los movimientos y posiciones en el desplazamiento y a una rehabilitación lenta, que consta de varias sesiones; por otro lado la situación económica, visto desde estas zonas tan alejadas de los centros especializados y de estrato económico-social bajo, afectando la asistencia debido al incremento de costos en transporte y gastos médicos. En el informe de discapacidad registrada que DANE en el Valle del Cauca – 2008, la Población registrada, demuestra la razón por la cual no recibe servicios de rehabilitación: Tanto en hombres como en mujeres de todas las edades, la principal razón para la no-asistencia a los servicios de rehabilitación, hace referencia a la falta de dinero, el 63,7% no asiste a terapia física por esta razón.

Cuando este tipo de situaciones se presenta, normalmente se produce el abandono de la rehabilitación, afectando la salud, ánimo y bienestar del paciente; sin dejar a un lado que también representa una pérdida económica para el centro especializado que deja de percibir sus usuarios debido a este tipo de problemas y para el estado o sistema de salud pública aumenta la problemática y genera demanda de una pronta solución. “Lo más importante es que la persona tenga la conciencia de su proceso y de su patología, y finalmente que se haga un buen trabajo de rehabilitación de principio a fin” así mismo, el sistema de salud no deja de recibir afiliados en una etapa temprana de recuperación que a corto plazo

¹La rehabilitación es el conjunto de métodos que tiene por finalidad la recuperación de una actividad o función perdida o disminuida por traumatismo o enfermedad.

puede solucionarse, para recibir casos en etapa crítica que a largo plazo genera costos más elevados ya que la mayoría requiere cuidado intensivo, atención especializada e intervención quirúrgica.

Enmarcando los principios de la Política Nacional de Prestación de Servicios de Salud, realizados el Ministerio de Protección Social en noviembre del 2005 en que se desarrollan de tres ejes para la prestación de servicios en salud que son **accesibilidad, calidad y eficiencia**; en cada uno de los cuales se buscan estrategias, líneas de acción y proyectos o programas a ejecutar en los próximos años. El ámbito de la política de prestación de servicios está dirigido tanto a los prestadores de servicios de salud públicos como a los privados y cubre a la población asegurada y no asegurada del país. La consecución de los objetivos y el desarrollo de las estrategias y líneas de acción, exigen el compromiso por parte de las autoridades sanitarias nacionales y locales de cumplir con el papel de rectoría y vigilancia, así como un trabajo articulado con los usuarios, la academia, los aseguradores, los prestadores y los gremios para lograr el mejoramiento en el acceso (Mejorar el acceso a los servicios de salud), calidad (Mejorar la calidad de la atención en salud) y eficiencia (Generar eficiencia en la prestación de servicios de salud y lograr la sostenibilidad financiera de las IPS públicas incluyendo nuevas tecnologías) de los servicios de salud en Colombia. (Social, 2005) Esto justifica el proyecto desde los tres ejes puesto que disminuyendo las barreras de acceso mejoramos la calidad y el servicio disponible para la rehabilitación y por ende hacemos de eso una solución eficiente en la prestación de servicio incluyendo nuevas tecnologías generadas a partir del diseño industrial y la investigación multidisciplinar.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Diseñar un sistema rehabilitador de personas en condición de discapacidad transitoria con lesión en la articulación de cadera que permita el desarrollo de las actividades de la vida diaria y el acceso al sistema de salud especializado.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar la articulación de la cadera de acuerdo con sus rangos y ángulos de movimiento en relación a las actividades de la vida diaria.
- Identificar los sistemas de rehabilitación en cadera actuales los cuales permitan en el usuario mejorar las actividades de la vida diaria.
- Desarrollar un sistema rehabilitador de lesiones en la articulación de la cadera que permita recuperar la movilidad articular necesaria para las actividades de la vida diaria y permitan la accesibilidad al sistema de salud.

1.5. CONCEPTUALIZACIÓN

1.5.1. Vulnerabilidad Geográfica

Se puede entender la vulnerabilidad como un proceso multidimensional en el que converge el riesgo o probabilidad de un individuo o comunidad de ser herido, lesionado o dañado ante cambios o permanencia de situaciones externas y/o internas a este (BUSSO, 2008) Así mismo la vulnerabilidad puede ser entendida como una situación de riesgo que afecta directamente a un individuo o población ante cambios debido a factores con limitaciones de acceso a circunstancias óptimas para el desarrollo normal de sus vidas.

En la población vulnerable se puede identificar 4 tipos de problemas:

1. Problemas de accesibilidad geográfica (OMS) por las distancias a las que se encuentran obligados a recorrer para acceder a los servicios médicos.
2. Problemas de accesibilidad financiera (OMS) por los costos de los desplazamientos que deben realizar y gastos de la manutención mientras finalizan las diligencias.
3. Problemas en la accesibilidad de tipo organizacional(OMS) por la localización de los centros médicos, la calidad de la atención, la capacidad resolutive, 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
4. 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.

Para efectos de este trabajo, la población en vulnerabilidad geográfica será definida como aquellas poblaciones que habitan en zonas de difícil acceso a centros médicos; entendiendo que el acceso es la facultad de un sistema que permite su relación o interacción con quienes lo integran donde son evidentes las barreras de acceso al sistema de salud especializado que hay; puesto que basados en (Escalona, 2003) normalmente los servicios de salud están situados en puntos

fijos del espacio y la forma en que estos servicios han sido dispuestos obedece por lo general a la demanda, es decir, a la cantidad de personas que necesitan el servicio de salud, igualmente, el servicio de salud ofrecido será más especializado dependiendo del número de personas que lo necesiten y esto deteriora la capacidad funcional referente a la situación del paciente que para este proyecto enfrenta una situación de discapacidad transitoria y no puede acceder a un servicio de salud que le brinde los requerimientos necesarios para su pronta y efectiva recuperación.

1.5.2. Condición De Discapacidad Transitoria

La discapacidad puede entenderse como la limitación o restricción de movimientos de forma autónoma para realizar actividades diarias, ya sean de carácter personal, laboral, recreativo o social por causa de uno o más déficits. Según el grado de limitación de las actividades de la vida diaria se consideran varios niveles de discapacidad: nulo, leve, moderado o muy grave. Así mismo, dependiendo del daño y de la posibilidad de recuperación en la zona afectada que genera la discapacidad.

Cuando una discapacidad debe haber deficiencia; "las deficiencias son problemas en la función o estructura corporal, tales como una desviación o pérdida significativa" (OMS C. , 2001). Éstas pueden ser causadas por una lesión, entendiéndose como lesión a una alteración de las características morfológicas o estructurales (morfológica, celular, tisular, anatómica, corporal o social) y suelen estar relacionadas al deterioro físico-motor por causas físicas, químicas o biológicas ("Diccionario de términos Médicos", 2012) que pueden afectar diferentes partes del cuerpo como la rodilla, el hombro, la cadera o la mano; consecuente a esto se evidencian problemas de movilidad articular en la zona afectada que pueden deteriorar la capacidad de realizar actividades cotidianas básicas como caminar, correr o sentarse.

La CIF en su texto (OMS C. , 2001, pág. 133) aporta una ampliación de estos aspectos, desde la perspectiva del ser individual y del ser social, siendo llamadas limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación:

- Actividad es la realización de una tarea o acción de manera individual.
- Participación es el acto de involucrarse en una situación vital (aprender, observar, interactuar con otras personas, trabajar).

- Limitaciones en la actividad son dificultades que una persona puede tener en el desempeño/realización de las actividades.
- Restricciones en la participación son problemas que una persona puede experimentar al involucrarse en acciones vitales.

De acuerdo a los aspectos mencionados (Ferrante, 2011) menciona dos perspectivas de la condición de discapacidad: existe una "**situación de discapacidad** que se refiere al conjunto de factores o circunstancias que afectan a alguien incapacitándolo en un determinado momento y una "**condición de discapacidad**, que evidencia las funciones perdidas y desmejoran la condición de salud".

Teniendo claro el concepto de Condición de discapacidad es necesario conceptualizar el tipo de consecuencias que pueden haber en relación a esta condición; hablamos de discapacidad permanente y transitoria; nos referimos a permanente cuando no hay recuperación de la capacidad afectada y a transitoria cuando la capacidad afectada puede ser recuperada a través de los diferentes medios terapéuticos y rehabilitación; teniendo en cuenta que en la discapacidad permanente también necesita rehabilitación y esta es importante ya que contribuye a mejorar la condición de salud así no recupere la articulación afectada. Ambos tipos de discapacidad afectan las condiciones laborales, sociales y económicas, pero la rehabilitación que permite la recuperación de la capacidad perdida solo es posible para personas en **condición de discapacidad transitoria**, motivo por el cual este proyecto se enfoca en ello.

Por último y para tener en cuenta, los distintos ambientes pueden tener efectos diferentes en un individuo con una condición de discapacidad transitoria. "Un entorno con barreras de acceso, o sin facilitadores, restringirá el desempeño/realización del individuo; mientras que otros entornos que sean más facilitadores pueden incrementarlo" (OMS C. , 2001) y es aquí donde la población geográficamente vulnerable tiene dificultad para tener una recuperación adecuada ya que precisa de ella, con las frecuencias estipuladas por los protocolos de rehabilitación.

1.5.3. La Rehabilitación

La rehabilitación es un proceso que siguen las personas con discapacidad con el objetivo de alcanzar y mantener un nivel óptimo de desempeño físico, sensorial, intelectual, psicológico o social (OMS. Organización Mundial de la Salud, 2014).

Conceptualmente para este proyecto, la rehabilitación física de una lesión, logra habilitar al paciente o persona en condición de discapacidad transitoria retomando su independencia al realizar actividades de la vida diaria, esto le va a permitir nuevamente una inserción en la sociedad al mismo tiempo que le va a generar confianza en sí mismo por sentirse útil al recuperar o habilitar de forma permanente o parcial la lesión física que obtuvo dándole un enfoque desde la fisioterapia y la terapia ocupacional las cuales buscan la recuperación del movimiento habilitando y rehabilitando la articulación.

AEPROSER en su texto "El Médico Rehabilitador en Traumatología" muestra como los profesionales dedicados a la rehabilitación física deben hacer un diagnóstico, evaluación, prevención y respectivo tratamiento de una discapacidad específica, que también es diferente en cada persona. Ya que el aparato locomotor está directamente relacionado con el sistema nervioso, musculo-esquelético y articular de una persona, por ende la rehabilitación física tiene particularidades por cada paciente y busca conseguir de nuevo el funcionamiento total de las partes implicadas como:

- **Funciones corporales:** Rango de movimiento, dolor, debilidad muscular, coordinación, capacidad física y trastornos del sueño.
- **Actividades:** Movilidad, Manipulación de objetos, Prensión, actividades de la vida diaria.
- **Participación:** Realización vocacional, relaciones familiares, hobbies, vida social.
- **Factores ambientales:** Lugar de trabajo, facilidades en domicilio, adaptaciones y transporte, apoyo familiar y amigos, servicio de salud y seguros.
- **Factores personales:** Hábitos de salud, estrategias de afrontamiento, edad, sexo y género.

Con esto es claro que la rehabilitación a parte de cumplir con una buena recuperación a través del conocimiento, debe ser un proceso continuo que será exitoso siempre y cuando el paciente cumpla con las sesiones remitidas por el especialista, es decir desde el inicio hasta la última etapa.

Estas etapas o protocolos se establecen antes, durante y después de la lesión física y William Prentice en (Prentice W. , 2001) las menciona de la siguiente manera:

ETAPA 1: Control y supresión del dolor causado por la inflamación y el edema en el tejido mediante uso el uso de cambios de temperatura frio/calor y el uso de electrodos para hacer que los tejidos se extiendan y contraigan (manejo y control de dolor).

ETAPA 2: Recuperación del movimiento del miembro afectado (terapia movimiento pasivo: genera movimiento producido por un mecanismo diferente al del grupo musculoesquelético sobre la articulación en rehabilitación) Esta etapa, hace que el paciente no genere esfuerzo alguno para realizar dicho movimiento, estos movimientos son preestablecidos y controlados, al igual que los períodos de tiempo en que se realizan.

ETAPA 3: Consiste en potenciación muscular y fortalecimiento de tejidos blandos (terapia movimiento activo: el paciente puede contraer activamente los músculos y mover un segmento con o sin ayuda, y no hay contraindicaciones).

La rehabilitación se realiza por medio de la 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) esta rehabilitación trasciende otros aspectos y/o esferas de su vida, por ende su bienestar; es decir, un paciente rehabilitado con éxito vuelve a tener las probabilidades que tuvo antes de su lesión según el caso; alcanzar la recuperación física y, lograr el nivel de calidad de vida que tuvo en algún momento. En otras palabras, la calidad de vida de una persona puede verse directamente afectada por un proceso de rehabilitación en una lesión o discapacidad que esta pueda tener.

En la práctica², cada una de las etapas anteriores posee un nivel de complejidad, físico-motor, a los cuales se le han configurado movimientos que indican la etapa de recuperación de los tejidos respecto a la lesión. A estos movimientos se los denominan movimiento pasivo y activo.

- Es un movimiento pasivo, cuando el movimiento del tejido afectado no es autónomo, es decir cuando se utilizan medios físicos para hacer que el miembro afectado se mueva o reaccione, en estos casos para soliviar el dolor de los tejidos o empezar a reestablecer la capacidad de movimiento de las articulaciones.
- El movimiento activo, consiste en movimientos autónomos del miembro o parte afectada para el fortalecimiento de los tejidos blandos.

Lo anterior correspondería a las etapas de rehabilitación con movimiento pasivo y activo, en donde la articulación recupera la capacidad físico-motora de manera

² Fuente: Kelly Osorio. Fisioterapeuta del centro de rehabilitación integral María Isabel Mejía.

gradual logrando el rango de movilidad y potencia similar al tenido previo a la lesión.

1.5.4. Calidad De Vida

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

Lo que "se desea hacer y lo que se puede hacer" es un determinante en las preferencias de un ser humano donde el poder adquisitivo y la tecnología quedan de lado y donde la Interdependencia³ juega un papel importante, ya que para resolver una necesidad o saciar un deseo, se considera: el, qué puede hacer, cómo lo puede hacer, por qué decide hacerlo y consecuentemente realiza la acción correspondiente, llenando ese vacío que puede ser de carácter físico, psicológico, material y emocional. Esas acciones requieren del buen funcionamiento de sus estructuras corporales, pero si se presenta un déficit (condición de discapacidad), habrá restricción de libertad de decisión y reducción de la sensación de bienestar⁴ y es ahí donde la calidad de vida disminuye, puesto que las personas se ven en la obligación a acudir a otros medios físicos, materiales y personales, creando dependencia incluso en sus actividades cotidianas, laborales, familiares, ocupacionales, económicas y sociales en cualquier actividad que desee desempeñar lo cual no ofrece el mismo potencial que teniendo sus capacidades propias.

Al evaluar las condiciones de vida óptimas en las que debe desenvolverse el ser humano para su calidad de vida, dependen directamente con el poder adquisitivo o acceso de algo material, por tal razón, "el ejercicio activo de la libertad puede ser valioso para la calidad de vida de una persona y el bienestar que esta logre" (M., 1998, págs. 54-120) Entonces; desde las capacidades, oportunidades y libertades que brinda una sociedad a las personas para la calidad de vida, es un nuevo paradigma medido en lo que la gente puede hacer con sus vidas y las

³ Interdependencia: los aspectos o dimensiones de la vida están interrelacionados, de tal manera que cuando una persona se encuentra mal físicamente o está enferma, le repercute en los aspectos afectivos o psicológicos y sociales.

⁴ Bienestar: def, enfocada en el proyecto es el recurso que posee el ser humano para responder ante los estímulos y situaciones que se le presenten. Es la necesidad fundamental para el hombre que determina la disminución de dependencia al realizar una actividad

oportunidades, sin ninguna dificultad; en el caso de una persona con discapacidad, la rehabilitación sería un medio fundamental para lograr la independencia y libertad necesarias que le permitan tener una buena calidad de vida que también depende, de la accesibilidad de la persona a los servicios de salud.

1.5.5. Actividades De La Vida Diaria (AVD)

Las actividades de la vida diaria definida por (Max Neef, 1993., pág. 41) son todos aquellos sucesos o acciones necesarias que realiza una persona a lo largo del día a día que contribuyen al desempeño personal, independencia económica, al fortalecimiento de las relaciones sociales y satisfacción de necesidades humanas básicas y tienen que ver con la supervivencia y mantenimiento personal categorizadas en dos grupos existenciales y axiológicas.

El primer grupo corresponde a El Ser, El Tener, El hacer y El estar son los recursos que se pueden disponer o acciones que se tienen que realizar para suplir una necesidad y pueden ser llamados satisfactores. En el segundo grupo se encuentran las necesidades de subsistencia, protección, afecto, entendimiento, participación, ocio, creación, identidad y libertad, siendo estos los ámbitos y contextos donde el ser humano se desenvuelve, comprendiendo necesidades básicas como la alimentación y el abrigo hasta de mayor complejidad como la participación social y el entretenimiento. Todas estas actividades vienen automatizándose en su ejecución tempranamente (alrededor de los 6 años), con el fin de lograr la independencia personal y logrando una caracterización universal dirigida a uno mismo y suponiendo un mínimo esfuerzo cognitivo.

La CIF aporta una única lista que puede ser utilizada, si el usuario lo desea, para diferenciar actividades y participación de acuerdo a sus propios criterios operativos: en un capítulo de clasificación detallada con definiciones de:

- Funciones Corporales
- Estructuras Corporales
- Actividades y Participación
- Factores Ambientales

Dentro de las AVD se incluyen actividades y participación que en el capítulo 4 "Movilidad" incluyen actividades relacionadas con los miembros inferiores como llevar usar objetos, moverse desplazarse, autocuidado, tareas del hogar etc...

Las actividades relacionadas con el día a día son actividades dependientes de cada cultura pero que 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 incorporación a nivel social y, a la vez, se reconoce a un individuo como perteneciente a una determinada cultura y sociedad" (Moruno 2003).

Si las AVD están relacionadas con el logro de la independencia personal y la autonomía, 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. Construyendo la identidad personal en relación con determinadas responsabilidades personales y sociales que implican segundos, y son una forma diferenciación personal negativa en la sociedad.

Bajo estas condiciones, la calidad de vida desmejora y genera una necesidad inmediata que radicaría no solamente en la posibilidad de recuperación del funcionamiento de la articulación, también dependería del acceso a estos servicios especializados ya que estos son los que proveen las herramientas y la asesoría necesaria para la recuperación exitosa de la articulación afectada.

1.6. MARCO LEGAL

1.6.1. Sistema De Salud Colombiano

De acuerdo a (J. Calderon Botero, 2011) el sistema de salud colombiano está establecido en la ley 100 de 1993 que aparece como fracción importante en la constitución colombiana de 1.991. En la ley 100, fue establecido que por obligación los colombianos deben pertenecer a un Plan de Salud, en palabras de la constitución, esto se refiere a lo que es conocido en Colombia como Plan Obligatorio de Salud POS. Este sistema financia el régimen contributivo que es el "conjunto de normas que rigen la vinculación por medio de una cotización o aporte económico previo financiado directamente por de individuos y familias al SGSSS" y los recursos fiscales obtenidos por impuestos que financian el sistema subsidiado; y está compuesto por el sector de seguridad social financiada con recursos públicos y el sector privado, empleados y empleadores y la entidad reguladora 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) que son las normas que rigen la vinculación al SGSSS cuando tal vinculación se hace a través del pago de una cotización subsidiada total o parcialmente con recursos fiscales o de solidaridad de que trata la presente ley.

Entre los años 1993 y 2009 la afiliación al sistema de salud ha aumentado llegando a una cobertura hasta del 90 % aun así existe una diferencia entre la población rural y urbana ya que el 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 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 sub-especialistas. A pesar de que el régimen subsidiado predomina en el sector rural como motor a que se disminuyan las diferencias regionales urbano-

rurales, la calidad del servicio evidencia una deficiencia en las zonas rurales o alejadas de las cabeceras municipales puesto que estos centros médicos son nivel I (J. Calderon Botero, 2011) es decir que cuando se requiere atención especializada nivel III los usuarios deben acudir a la zona urbana para acceder a este tipo de servicio convirtiéndolas en zonas con mayor vulnerabilidad geográfica haciendo evidente la falta de cobertura en el sistema de salud que no solo debe tener en cuenta la cantidad de afiliaciones o registros sino también la ubicación geográfica y accesibilidad de sus prestaciones.

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). De acuerdo a lo anterior cabe resaltar la falta de ejecución de estrategias efectivas para la mejorar el acceso al servicio de salud a las poblaciones vulnerables o alejadas de las cabeceras municipales y se aborda esta problemática desde el Diseño Industrial, buscando aportes a nivel estratégico y ejecutivo, teniendo en cuenta que el usuario puede ser cualquier población pero se toma el caso más crítico que es la población vulnerable geográficamente.

1.6.2. Telesalud En Colombia

Por: Dr. Carlos Édgar Rodríguez, Director de Acreditación en Salud ICONTEC

Las dificultades de financiación, operación y sostenibilidad en el corto plazo del sistema de salud constituyen un reto y una invitación urgente al examen de alternativas que contribuyan a la eficiencia y mejores resultados de la atención en salud. Los planificadores de las instituciones encargadas de administrar o de prestar los servicios se enfrentan a una demanda creciente y los recursos son cada vez más limitados para cubrir las necesidades. Hay dificultades de todo tipo, incluyendo problemas de cobertura, accesibilidad, calidad y no parece fácil encontrar soluciones. Este es el panorama de la atención en salud en la mayoría de países. A la vez, la sociedad juzga en forma severa la ineficiencia, los altos costos, las demoras y las barreras de acceso al sistema y cuestiona permanentemente la calidad, la oportunidad de la atención y los costos de la tecnología, entre otros aspectos. Frente a este panorama se discuten propuestas diversas de solución: el énfasis en la atención primaria en salud propuesto en la Ley 1438 de 2011⁵, la

⁵ Esta ley tiene como objeto el fortalecimiento del Sistema General de Seguridad Social en Salud, a través de un modelo de prestación del servicio público en salud que en el marco de la estrategia Atención Primaria en Salud permita la acción coordinada del Estado, las instituciones y la sociedad para el mejoramiento de la salud y la creación de un ambiente sano y saludable, que brinde servicios de mayor calidad, incluyente y equitativo, donde

agrupación de instituciones bajo la figura de redes integradas de atención, la economía de escala en la compra de insumos, tecnología y medicamentos, la introducción de guías de manejo, la racionalización del uso de servicios, el análisis de costo efectividad de las intervenciones, la mayor presión por la calidad de los servicios, y cada vez con mayor fuerza se habla del desarrollo de la telesalud como una posibilidad real para los sistemas de salud en todo el mundo. Es necesario que estas herramientas sean conocidas y sobre todo implementadas y evaluadas. (Disponible en: <http://www.acreditacionensalud.org.co/catalogo/docs/Revista%20Normas%20y%20Calidad%20N%C2%B0%2090.pdf>).

1.6.3. Ley 1419 De 2010

(Dr. Carlos Édgar Rodríguez, s.f.)

(Diciembre 13)

Diario Oficial No. 47.922 de 13 de diciembre de 2010

CONGRESO DE LA REPÚBLICA

Ley 1419 de 2010: Por la cual se establecen los lineamientos para el desarrollo de la Telesalud en Colombia.

El Congreso De Colombia

Decreta: Capítulo I.

Objeto, Alcances, Definiciones Y Principios Fundamentales.

ARTÍCULO 1o. OBJETO. La presente ley tiene por objeto desarrollar la TELESALUD en Colombia, como apoyo al Sistema General de Seguridad Social en Salud, bajo los principios de eficiencia, universalidad, solidaridad, integralidad, unidad, calidad y los principios básicos contemplados en la presente ley.

ARTÍCULO 2o. DEFINICIONES. Para efectos de la presente ley, se adoptan las siguientes definiciones:

Telesalud: Es el conjunto de actividades relacionadas con la salud, servicios y métodos, los cuales se llevan a cabo a distancia con la ayuda de las tecnologías de la información y telecomunicaciones. Incluye, entre otras, la Telemedicina y la Teleeducación en salud.

Telemedicina: Es la provisión de servicios de salud a distancia en los componentes de promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, por profesionales de la salud que utilizan tecnologías de la información y la comunicación, que les permiten intercambiar datos con el propósito de facilitar el acceso y la oportunidad en la prestación de servicios a la población que presenta limitaciones de oferta, de acceso a los servicios o de ambos en su área geográfica.

Lo anterior no exime a los prestadores de servicios de salud y a las entidades responsables del pago de tales servicios de su responsabilidad de priorizar la prestación personalizada de servicios de salud, en el marco del Sistema General de Seguridad Social en Salud.

Teleeducación en salud: Es la utilización de las tecnologías de la información y telecomunicación para la práctica educativa de salud a distancia.

PARÁGRAFO: Téngase igualmente como texto de la presente ley las disposiciones que para el efecto contemplan la Ley 1151 de 2007 y la Ley 1122 del 2007, sin detrimento de lo aprobado en el Plan Nacional de Desarrollo que contempla el 0.3 (%) de la UPC para los servicios de Telemedicina.

Contextualización de la Ley en el Proyecto:

Después de presentada la ley 1419 de 2010 y dejando en claro los conceptos que rigen la telemedicina se pretende buscar la implementación del proyecto apoyado en estas leyes por parte del gobierno y la secretaria de salud que permitan ser aplicadas y que rompan las barreras de accesibilidad al servicio de salud especializado resaltando que el objetivo es llegar a zonas donde se encuentra el usuario más crítico es decir en vulnerabilidad geográfica, utilizando los medios posibles para la promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación; resaltando que las dos últimas se ven limitadas actualmente por los múltiples factores presentados en el marco de este proyecto y que pese a los medios existentes actuales no es posible llevar a cabo de manera adecuada y eso se ve sustentado en el documento enfocándonos así en uno de los principales problemas de salud pública que afectan nuestro país y a cada región específica, bajo los lineamientos de la rehabilitación física y la atención primaria en salud con el fin de disminuir las barreras de acceso al sistema de Salud.

A continuación se presenta la legislación Colombiana y situación de lesión o discapacidad temporal. Este artículo de ley establece específicamente que todos los colombianos deben ser involucrados socialmente de manera íntegra, sin hacer distinciones de limitaciones de cualquier tipo. De lo que puede decirse entonces, que es deber de la sociedad colombiana el velar por la integración de personas con limitaciones físicas totales o parciales y su recuperación en la medida en que

le sea posible específicamente sobre las personas en situación de 'Minusvalía Física', total o parcial y resaltando artículos como el 47 y 13 que garantizan la prestación integral y rehabilitación; así como su protección social, dándole soporte legal al objetivo del proyecto que se apoya en este tipo de leyes para encontrar apoyo y medios que permitan su futura ejecución.

1.6.4. Legislación Colombiana y Situación de Lesión o Discapacidad Temporal:

Según la Constitución Política Colombiana, todos los ciudadanos de Colombia gozan de pleno desarrollo de su personalidad y libertad. La 'Ley Clopatofsky número 361 de 1997' en su Artículo 3 Establece: *"El Estado Colombiano inspira esta Ley para la normalización social plena y la total integración de las personas con limitación y otras disposiciones legales que se expidan sobre la materia en la Declaración de los Derechos Humanos proclamada por las Naciones Unidas en el año 1948, en la Declaración de los Derechos del Deficiente Mental aprobada por la ONU el 20 de diciembre de 1971, en la Declaración de los Derechos de las personas con Limitación, aprobada por la resolución 3447 de la misma Organización, del 9 de diciembre de 1975, en el Convenio 159 de la OIT, en la Declaración de Sund Berg Naciones Unidas concerniente a las personas con limitación de 1983 y en la recomendación 168 de la OIT de 1983."*

La Constitución colombiana muestra dos artículos que las respaldan de manera incondicional:

Artículo 47: *"El Estado adelantará una política de previsión, rehabilitación e integración social para los disminuidos físicos, sensoriales y psíquicos, a quienes se prestará la atención especializada que requieran".*

Artículo 13: *"El Estado protegerá especialmente a las personas que por su condición económica, física o mental, se encuentren en circunstancia de debilidad manifiesta y sancionará los abusos o maltratos que contra ellas se cometan".*

Es deber del estado colombiano, que todos sus ciudadanos estén inscritos al Plan de Seguridad Social, sin distinción de razas, géneros, edades o condiciones socioeconómicas o culturales. También velar por el desarrollo íntegro de la personalidad de cada colombiano, teniendo en cuenta a las personas con limitaciones de cualquier índole.

1.7. MARCO TEORICO

1.7.1. La Cadera. Consideraciones anatómicas

En (Keith L. Moore A. F., 2007) Se define como "cadera" la región que se encuentra a ambos lados de la pelvis. Es una articulación de bola y cavidad clásica, donde la cabeza femoral es la esfera y el acetábulo forma el recipiente sobre el que se asienta.

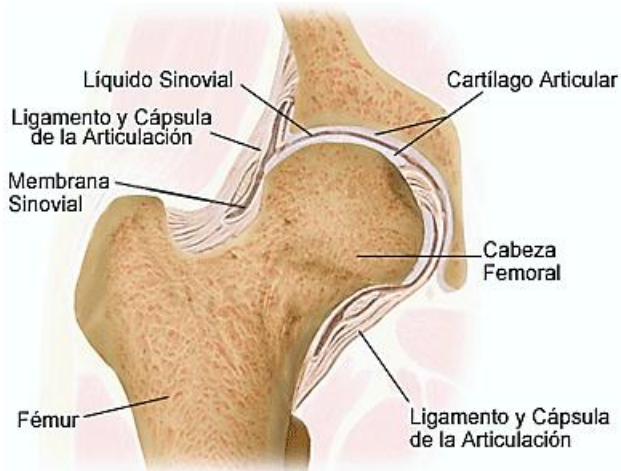


Figura 2: Estructura de la Articulación de la cadera. Fuente: www.anatomiahumana.ucv.cl

Tiene una cavidad articular; las superficies articulares están cubiertas de cartilago articular; posee una membrana sinovial que secreta un líquido lubricante llamado líquido sinovial y está rodeada por una cápsula fibrosa tal como se aprecia en la Figura 2.

La cabeza del fémur forma aproximadamente dos tercios de una esfera. Se dice que el hueso iliaco es plano, y este articula con el sacro, el cual hace función de cuña entre los dos iliacos. La unión de estos constituye el cinturón pélvico, donde están alojados órganos más importantes para nuestras vidas.

La cadera es una articulación par y simétrica que une los miembros inferiores a la cintura pélvica (Fig. 3⁶). Constituye el tipo más perfecto de enartrosis⁶ mecánica: esfera maciza (Fig. 4[•]) encajada en una semiesfera hueca (Fig.4[•]), cuyo

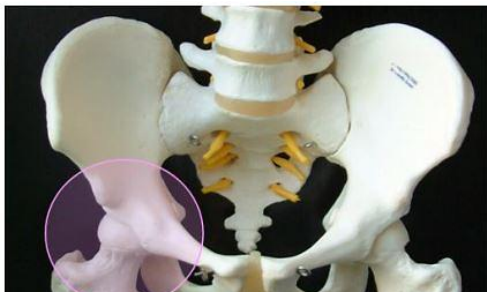


Figura 3: Unión y Articulación Coxofemoral. Fuente: www.anatomiahumana.ucv.cl

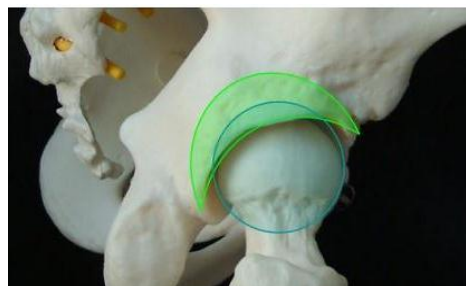


Figura 4: Unión y Articulación coxofemoral. Fuente: (Angulo & Álvarez Mendez, 2009)

⁶ La enartrosis corresponde a una articulación de tipo esférica, establecida entre una esfera maciza incluida en una superficie hueca

movimiento es triaxial⁷. Los ejes instantáneos de movimiento son múltiples, agrupándose en el centro geométrico de la cabeza femoral (Angulo Carrete & Álvarez Mendez, 2009).

1.7.2. Cinemática

La articulación constituye una enartrosis funcional desde el punto de vista mecánico. Parte de los músculos responsables del movimiento son biarticulares⁸ por lo que la amplitud de dicho movimiento depende de la posición de la rodilla.

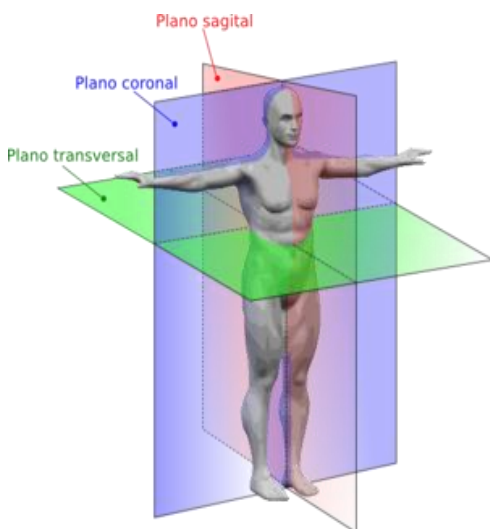


Figura 5: Planos Corporales
Fuente: <http://edumedblog/planos-secciones-anatomicos.html>

Las articulaciones diartrodiales⁹ se subdividen de acuerdo con las formas de las superficies del hueso o por el tipo de movimiento que permite la articulación (Anne B. Donnersberger, 2002). El movimiento de la cadera tiene lugar en los tres planos corporales (ver figura 5):

- En el Plano sagital y alrededor de un eje transversal, se realiza la (flexión –extensión)
- En el plano Frontal y alrededor de un eje anteroposterior, se produce la (abducción–aducción)
- En el plano Transverso y alrededor de un eje vertical, se efectúan los movimientos de (rotación interna– externa)

El movimiento es máximo en el plano sagital, donde el rango de flexión es de 0 a aproximadamente 140° y el rango de extensión va de 0 a 15°. El rango de abducción proporciona de 0 a 30°, mientras que el de aducción es algo menor, de 0 a 25°. La rotación externa oscila de 0 a 90° y la rotación interna de 0 a 70° cuando la articulación de cadera se flexiona. Se produce menos rotación cuando se extiende la articulación de la cadera a causa de la función limitante de los tejidos blandos.

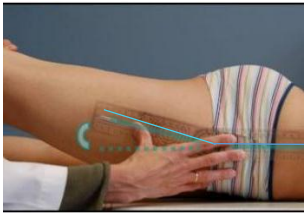
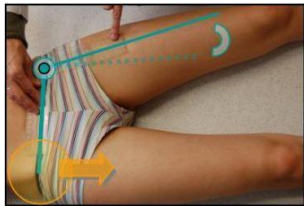
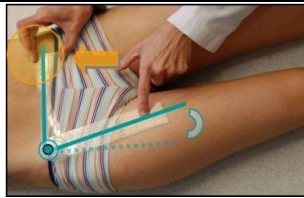
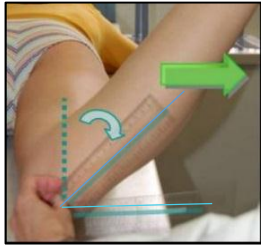
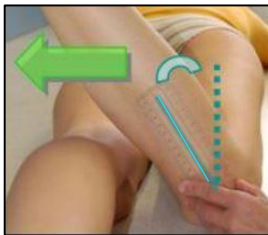
Se necesitan la flexión de cadera de al menos 120°, la abducción de al menos 20° y la rotación externa de al menos 20° para desarrollar las actividades de la vida diaria normal. De acuerdo a la definición de los movimientos de la cadera (Prentice W. , Técnicas de Rehabilitación en medicina Deportiva, 2001) se definieron e ilustraron los rangos (Nordin, 2011) en una matriz (Ver tabla 1)

⁷ triaxial : tres ejes = seis grados de libertad de movimiento

⁸ Biarticular: que cruzan dos articulaciones

⁹ Diartrosis: Movimientos amplios (mucho movimiento).

Tabla 1: Movimientos de la Cadera. Fuente: autor

TIPO DE MOVIMIENTO	DEFINICIÓN	RANGO MOV.	ILUSTRACIÓN	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS BASICAS
Flexión	Movimientos de inclinación que disminuyen el ángulo de una articulación. Flexión de la cadera es el movimiento del fémur acercándose a la pelvis.	0-130°		Sentarse con las piernas cruzadas, Ponerse pantalones, Entrar y salir de la bañera
Extensión	Vuelta desde la flexión; mov. de enderezamiento que aumentan el ángulo de una articulación. Extensión de la cadera es el movimiento del fémur separándose de la pelvis.	0-15°		Levantar el cuerpo (levantarse de una silla) Subir escaleras Saltar
Abducción	Movimiento hacia afuera desde el plano medio del cuerpo.	0-45°		Andar Correr Patear un balón Montar en bicicleta Dar un golpe de karate
Aducción	Movimiento en dirección al plano medio del cuerpo. El rango de aducción en la cadera es algo menor que el de abducción.	0-30°		Trepar por una cuerda Patear un balón en diagonal Montar a caballo
Rotación Externa	Movimiento rotario lateral del fémur alrededor de su eje longitudinal, separándose de la línea media.	0-60°		Montar en bicicleta Practicar karate Colocar el pie por encima del muslo para atarse el cordón del zapato
Rotación Interna	Movimiento rotatorio medial del fémur alrededor de su eje longitudinal, acercándose a la línea media.	0-30°		Andar Rotar sobre un pie estando en bipedestación

1.7.3. Cinética

- Una fuerza de reacción articular de aproximadamente tres veces el peso corporal actúa sobre la articulación de la cadera durante la posición de pie en apoyo unipodal¹⁰ (Apoyo Unipodal: El miembro inferior de referencia soporta el peso del cuerpo.) con la pelvis en una posición neutra; su magnitud varía a medida que cambia la posición del tronco.
- La magnitud de la fuerza de reacción articular está influida por la tasa de brazo de palanca de la fuerza muscular abductora y de la fuerza gravitacional. Una tasa baja proporciona una mayor fuerza de reacción articular de lo que proporciona una tasa alta.
- La fuerza de reacción articular de la cadera durante la marcha alcanza niveles de tres a seis veces el peso corporal o más en la fase portante y es aproximadamente igual al peso corporal durante la fase oscilante.
- Un incremento en la velocidad de la marcha incrementa la magnitud de la fuerza de reacción articular tanto en la fase oscilante como en la portante.
- El uso de un bastón o un dispositivo ortopédico sobre la extremidad inferior puede alterar la magnitud de la fuerza de reacción articular de la cadera.

Los estudios cinéticos han demostrado que actúan fuerzas notables sobre la articulación de la cadera durante la realización de actividades simples. Se deben entender los factores implicados en producir estas fuerzas si se van a desarrollar programas de rehabilitación racionales para pacientes con alteraciones patológicas de la cadera. El grupo muscular abductor (los músculos glúteo medio y menor) es el principal estabilizador estando de pie en apoyo unipodal.

Sin actividad muscular que produzca momentos alrededor de la articulación de la cadera, el cálculo de la fuerza de reacción articular es muy simple: la magnitud de esta fuerza sobre cada cabeza femoral durante la bipedestación¹¹ erecta en apoyo bipodal¹² es la mitad del peso del cuerpo suprayacente. Debido a que la extremidad inferior es un sexto del peso corporal, la fuerza de reacción sobre cada articulación de la cadera será la mitad de los restantes dos tercios, o un tercio del peso corporal; sin embargo, si los músculos que rodean la articulación de la cadera se contraen para prevenir su oscilación y para mantener una posición erecta del cuerpo, esta fuerza incrementa en proporción a la cantidad de actividad muscular.

¹⁰ Apoyo Unipodal: El miembro inferior de referencia soporta el peso del cuerpo.

¹¹ Bipedestación: Posición en pie

¹² Apoyo Bipodal: Sobre sus dos apoyos

Cuando una persona cambia de la bipedestación en apoyo bipodal al apoyo unipodal, la línea de gravedad del cuerpo suprayacente se modifica en los tres planos, produciendo momentos alrededor de la articulación de la cadera que deben ser contrarrestados por las fuerzas musculares y así se incrementa la fuerza de reacción articular

Según Bone Health and Osteoporosis: A Report of the Surgeon General, 2004. Departamento de Salud y Servicios Humanos, consultado en diciembre de 2013 Las lesiones en la cadera y el fémur son más comunes en la población de adultos mayores. Otros factores como la edad, la raza y el género son factores de riesgo para las lesiones de cadera, con duplicación de incidencia para cada década después de los 50 años y su incidencia es dos a tres veces mayor en las mujeres que en los hombres según (Mark T. Steele, 2011).

1.7.4. Lesiones y Enfermedades de la Cadera

Una lesión y dolor en la cadera puede hacer que sea difícil caminar, subir y bajar escaleras, sentarse en cuclillas o dormir sobre el lado que duele.

A pesar de que es una articulación muy estable cuando está sana y hace falta mucha fuerza para lastimarlas los deportes, correr, el uso excesivo o las caídas pueden conducir a lesiones. "Los síntomas más comunes en las patologías de cadera son dolor, rigidez e incapacidad; lo que conocemos como la limitación funcional. El dolor aparece en fases muy tempranas, e inicialmente afecta sólo a los movimientos para posteriormente aparecer durante el reposo. La localización del dolor puede surgir en la nalga, en la parte externa del muslo, en la ingle e incluso en la rodilla; los dolores de rodilla que no encuentran explicaciones locales son a menudo secundarios de una afección de la cadera (William H. Bland & H. Michael O'Connor, 2014).

Problemas en la zona de la cadera producirán limitación para hacer casi cualquier actividad cotidiana ya que es la articulación que sostiene las extremidades inferiores, disminuyendo el perímetro de marcha, dificultando la subida de escaleras o entorpeciendo la capacidad de ponerse los calcetines o anudarse el calzado" (Cerdeño A & Yuste V, 2015).

Es posible que una sensación o un sonido de crujidos o chasquidos alrededor de la articulación de la cadera le causen molestias o le hagan preocupar. Pero si no duele la cadera, en muchos casos el crujido o el chasquido no es nada de qué preocuparse solo es necesario actividad física o terapia activa. Aun así; Las lesiones son una causa común de los problemas de cadera y es posible que no recuerde

una lesión específica, ya que hay dos formas de adquirirlas es decir, si sus síntomas comenzaron lentamente (movimientos repetitivos) o durante actividades cotidianas (lesión repentina)

Las lesiones por uso excesivo ocurren por repetir la misma actividad. La actividad reiterada, como correr o montar en bicicleta distancias largas, tensiona la articulación de la cadera y puede causar irritación e inflamación. Como ejemplos de lesiones por uso excesivo se incluyen:

- Irritación del saco grande (Bursa) que amortigua los huesos de la articulación de la cadera (bursitis trocantérea),
- Irritación de los tendones de la cadera (tendinitis),
- Distensión muscular y fisuras finas (fracturas por estrés) en el cuello del hueso del muslo (fémur).

Puede suceder una lesión repentina (aguda) a causa de una caída en la cadera, un golpe directo en la cadera o la rodilla, o una torsión o flexión anormales de la pierna. Ejemplos de lesiones agudas que quizás causen dolor de cadera incluyen:

- Quebrarse la cadera (fractura de cadera) o la pelvis (fractura pélvica), como una fractura por avulsión.
- Dislocación de cadera o esguince de cadera.
- Distensión muscular en la ingle o el glúteo.
- Moretones graves (contusión).

Algunas enfermedades también pueden conducir a lesiones o problemas con las caderas. La osteoartritis puede causar dolor y limitar los movimientos. La osteoporosis en la cadera causa que se debiliten los huesos y se rompan fácilmente. Ambos cuadros son comunes en personas de edad avanzada.

El tratamiento para una lesión de cadera depende de la ubicación, el tipo y la gravedad de la lesión, así como de su edad, su estado de salud general y sus actividades (por ejemplo, trabajo, deportes, pasatiempos). El tratamiento puede incluir medidas de primeros auxilios; aplicación de un aparato ortopédico, un yeso, un arnés o tracción; reposo, medicinas, fisioterapia o cirugía, incluyendo reemplazo de cadera (Healthwise, 2014).

1.7.5. Rehabilitación En Las Lesiones De La Cadera

Cuando ocurre una lesión en la cadera y se acude al médico con el fin de que se diagnostique la lesión de la articulación, el médico o especialista realiza una evaluación del estado y patología que padece el paciente para luego realizar un protocolo que se aplica en los centros de rehabilitación física por medio de ayudas técnicas, dispositivos y medios terapéuticos que permiten restaurar los movimientos físico-motores de la cadera y se conoce como rehabilitación. (Para ampliación de este punto véase La Rehabilitación).

1.8. POBLACIÓN OBJETIVO

El tipo de sistema diseñado en este proyecto cuenta con dos usuarios objetivos. En primer lugar, se encuentra el paciente o usuario principal, el cual es el actor primordial en la definición de los requisitos a ser satisfechos en el proceso de diseño. En segundo lugar, se encuentra el profesional de la salud o usuario secundario, que a pesar de intervenir de forma importante durante la terapia, su papel no es tan determinante al establecer los requisitos de diseño.

Se ha identificado que el grupo objetivo de este proyecto serán hombres y mujeres entre 16 y 65 años (edad de productividad laboral) pertenecientes a cualquier estrato socio económico. Esta información permitirá definir variables antropométricas necesarias para el diseño de la estructura mecánica del sistema. Adicionalmente, también ayudará al diseño de la interfaz con la que deberá contar el dispositivo para la comunicación de información al paciente.

El perfil de estos usuarios se definen a partir de la investigación realizada en el presente marco teórico y a través de la construcción de conceptos y variables principales del marco conceptual como la población en vulnerabilidad geográfica consecuencia de del sistema actual de salud en Colombia que no le permite tener una buena rehabilitación y que presentando una condición de discapacidad transitoria afecta su calidad de vida debido a que no puede realizar las actividades de la vida diaria de manera normal.

II. CAPITULO METODOLOGIA

2.1. OBJETIVOS METODOLÓGICOS

A continuación se citan los objetivos metodológicos que ayudan a lograr los tres objetivos específicos que concluyen en el logro operacional del proyecto y el objetivo general:

Para cumplir el primer objetivo específico:

- Determinación de conceptos y variables mediante la revisión bibliográfica. Documentación del marco conceptual y teórico
- Realizar un análisis cinemático y cinético de la cadera
- Relacionar los movimientos de la cadera con las actividades de la vida diaria según la CIF

Para cumplir el segundo objetivo específico:

- Efectuar una revisión del estado del arte
- Revisar del estado de la técnica
- Revisión de datos estadísticos y determinación de herramientas y de características del usuario, necesidad y contexto, además de comparación de los datos recogidos
- Realizar visitas a los centros de rehabilitación
- Definir los requerimientos de diseño

Para cumplir el tercer objetivo específico:

- Creación de alternativas (bocetación, confrontación, modelos a escala)
- Desarrollo de la propuesta final del dispositivo que permita la rehabilitación de la cadera.
- Especificar los componentes del equipo de rehabilitación de cadera.
- Diseñar un prototipo virtual del equipo.
- Evaluación de la propuesta final de diseño.
- Conclusiones generales del proyecto.

2.2. MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se presenta la metodología que permitió desarrollar el Diseño de un Sistema Rehabilitador para Pacientes con Lesión físico-motora en la Articulación de La Cadera. Se muestran aspectos como la exploración, la revisión del estado del arte y de la técnica, las técnicas y procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo dicha investigación con las matrices y resultados de estos que concluyen en los requerimientos y determinantes del proyecto.

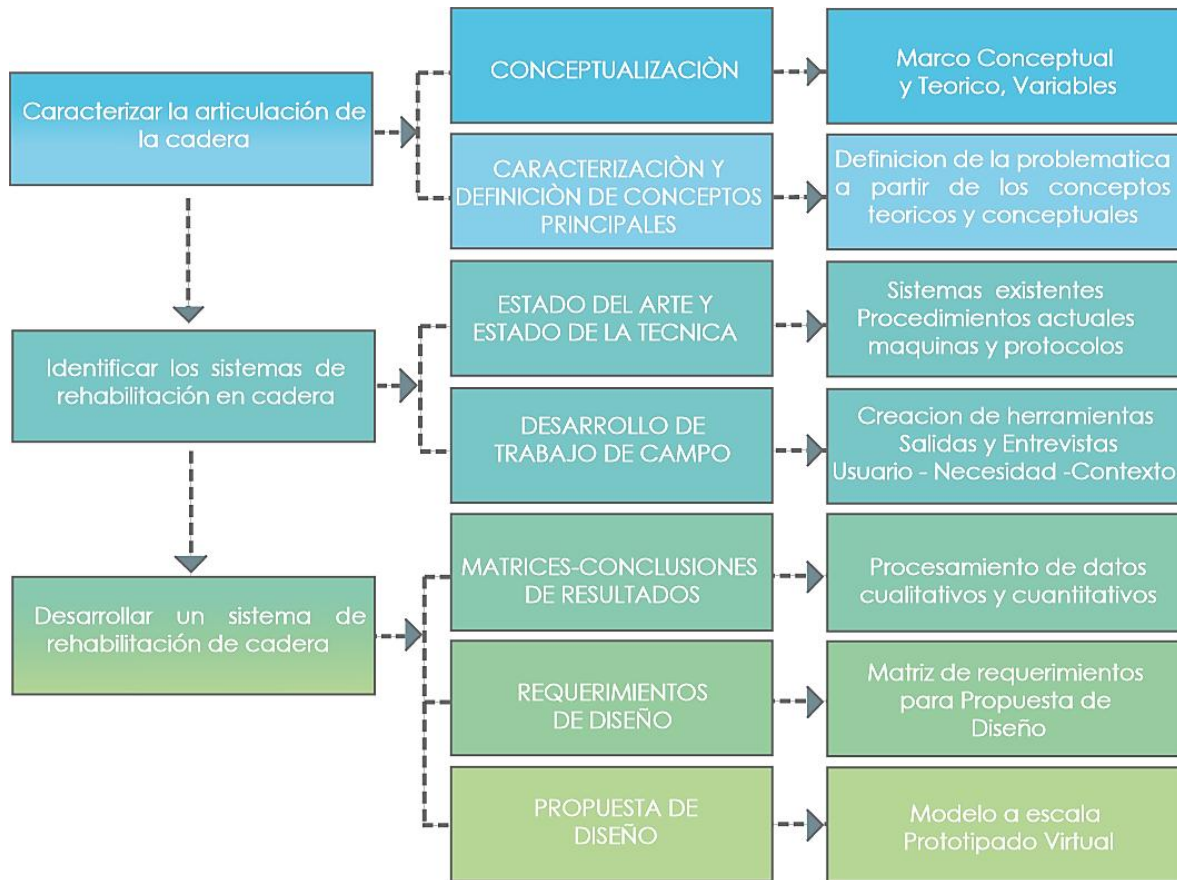


Figura 6: Esquema Metodológico desarrollado en el proyecto. Fuente: Autor

2.2.1. Conceptualización

La metodología utilizada en este proyecto ilustrada en la figura 6, tiene como propósito iniciar en la conceptualización y concluir en la definición de requerimientos de diseño que construye la propuesta y da solución a la problemática. También conocido como diseño multidisciplinar, el principio básico

de esta metodología es la integración de procesos, herramientas, información y todos los recursos necesarios para el desarrollo de este, así, campos como la ingeniería mecánica, la salud, la rehabilitación y el Diseño Industrial se emplean para el desarrollo de todo el trabajo en este contexto, se empleó esta metodología de diseño ya que es recomendada cuando se requiere que los diferentes componentes de un sistema presenten una integración sinérgica que les permite interactuar de la manera más adecuada y se mencionara a continuación.

2.2.2. Revisión y Caracterización de Antecedentes y Conceptos

Se desarrolló una etapa de investigación, análisis, reflexión, conceptualización, construcción de datos cualitativos, cuantitativos, de instrumentos metodológicos y registro a nivel teórico y empírico, con el fin de seleccionar las nociones y variables que construyen y cimientan el marco del proyecto con conceptos contruidos mas no con definiciones (las definiciones son generales y pueden aplicarse en cualquier contexto, los conceptos son particulares y se construyen desde la naturaleza del proyecto en el contexto del mismo) identificando los conceptos rectores que logran articularse entre sí y contribuir a la metodología, este proceso se acompañó de una serie de asesorías formales con especialistas en el campo del diseño, salud 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.

2.2.3. Problema De Investigación

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

2.2.4. 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, en donde se seleccionan los dispositivos de rehabilitación y sistemas existentes obtenidos de la consulta bibliográfica y bases de datos que permitió identificar ocho 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 (VER ANEXO 1 ESTADO DE LA TECNICA. MAQUINAS DE REHABILITACION PARA CADERA), donde se establecen comparaciones sistemáticas entre 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 que sirve para conocer el estado actual de estos dispositivos para posteriores propuestas.

2.2.5. Aplicación de Instrumentos de Investigación

Basados en los datos recolectados se realiza la categorización de usuarios: se identifica el perfil del usuario primario (población vulnerable) éstos son pacientes con lesiones en la cadera en sus diferentes estados (pacientes rehabilitados o pacientes en rehabilitación,) con el propósito de entender las diferentes necesidades, problemas presentados y soluciones brindadas por los profesionales en los dos estados de lesión anteriormente mencionados. 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. 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 2 FORMATO ENTREVISTAS) 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.

2.2.6. Objetivos De Los Instrumentos

Especialistas y Fisioterapeutas: Protocolos de rehabilitación

- Motivos de las lesiones
- Como son los canales de comunicación.
- Cumplimiento de las citas y los deberes.
- Cuáles son los grados de libertad a recuperar.
- Razón de lesión vs Rehabilitación y prevención de reincidencias.

Pacientes (en Rehabilitación y Rehabilitados): Experiencias

- Cumplimientos de los protocolos asignados.
- Percepción de los protocolos y los equipos.
- Garantías de la recuperación.
- Como son los canales de comunicación entre los especialistas y los pacientes
- Lesión vs actividades de la vida diaria.
- Motivo de lesión vs Rehabilitación y prevención de reincidencias.

2.2.7. Conclusión de Matrices De Análisis

Una vez evaluado el estado de la técnica y ejecutado el estado del arte se realizan conclusiones respectivas para cada matriz con el fin de tener en cuenta los requerimientos y determinantes que se obtienen en el proceso mencionado anteriormente.

2.2.8. Requerimientos de Diseño

Finalizando con una etapa de definición de criterios y requerimientos de diseño para optimizar la intervención formal mostrada como una propuesta de diseño industrial.

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 (VER REQUERIMIENTOS DE DISEÑO). Estos

requerimientos se clasificaron Funcional, Ergonomía y Forma y de Seguridad. Cada uno de los requerimientos fue descrito y se planteó con el fin de dar una solución conceptual en cada caso, para asegurar que el dispositivo presente características que satisfagan las necesidades del usuario primario y secundario, Paciente y Profesional, respectivamente.

2.2.9. Selección y Diseño de la Propuesta

Se realiza una evaluación de alternativas con asesorías constantes y bocetación de propuestas donde surge la selección de la propuesta mejor estructurada, en términos de determinantes y requerimientos de diseño. Debido a la complejidad y veracidad necesaria para rehabilitar una articulación como lo es la cadera se realiza comprobaciones por medio de Maquetas a escala 1:1 con el mecanismo base y funcionamiento del dispositivo para observar de manera real el comportamiento de la articulación y los rangos de libertad que se cumplen al hacer uso del dispositivo; posterior a esto se realiza el Prototipado virtual donde se desarrolla la propuesta seleccionada y todos sus componentes, a nivel tridimensional, con la ayuda de software paramétrico Solid Works 2013.

III. CAPITULO: TRABAJO DE CAMPO

3.1. TRABAJO DE CAMPO

Como podemos observar en la tabla 2. Movimientos de Cadera Relacionados con las AVD. La implicación e intervención de la cadera articula muchos movimientos de las actividades de la vida diaria (véase Marco conceptual ADV) entonces se realizó a través esta tabla una evaluación propia utilizando la codificación de la CIF las actividades involucradas con la cadera respecto a los grados de libertad que intervienen en el movimiento, esto con el fin de determinar el grado de importancia y participación de la articulación en actividades que contribuyen a la calidad de vida (véase Marco conceptual Calidad de Vida), y nos permite determinar qué tipo de actividades se ven afectadas cuando surge una lesión en la Cadera contribuyendo al proyecto de manera explícita en las funciones y movimientos que se deben tener en cuenta en el momento de rehabilitar.

Tabla 2: Movimientos de la Cadera Relacionados con las AVD. Fuente: Autor

MOVIMIENTOS DE LA CADERA										
#	Tipo de actividad	COD CIF	ACTIVIDADES INVOLUCRADAS	Flex	Ext	Abduc	Aduc	Rot Interna	Rot Externa	Grados Libertad
1	Cambiar y mantener la posición del cuerpo	d410	Cambiar las posturas corporales básicas	•	•	•	•	•	•	6
2		d415	Mantener la posición del cuerpo	•	•	•	•	•	•	6
3		d420	"Transferir el propio cuerpo"	•	•	•	•	•	•	6
4	Llevar, mover y usar objetos	d430	Levantar y llevar objetos	•	•	•	•			4
5		d435	Mover objetos con las extremidades inferiores	•	•	•	•	•	•	6
6	Andar y moverse	d450	Andar	•	•					2
7		d455	Desplazarse por el entorno	•	•	•	•	•	•	6
8		d460	Desplazarse por distintos lugares	•	•	•	•	•	•	6
9		d465	Desplazarse utilizando algún tipo de equipamiento	•	•	•	•	•	•	6
10	Desplazarse utilizando medios de transporte	d470	Utilización de medios de transporte	•	•	•	•	•	•	6
11		d475	Conducción	•	•	•	•	•	•	6
12		d480	Montar animales como medio de transporte	•	•	•	•	•	•	6
13	Autocuidado	d510	Lavarse	•	•	•	•	•	•	6
14		d520	Cuidado de partes del cuerpo	•	•	•	•	•	•	6
15		d530	Higiene personal relacionada con los procesos de excreción	•	•	•	•			4
16		d540	Vestirse	•	•	•	•	•	•	6
17		d570	Cuidado de la propia salud	•		•	•	•	•	6

3.1.1. Diseño de Instrumentos

Como parte fundamental del trabajo de campo se diseñaron instrumentos después de relacionar las actividades de la vida diaria con los movimientos de la cadera (Tabla 2 Movimientos de La Cadera Relacionados con las AVD), se consideró utilizar entrevistas a usuarios y especialistas como estrategias de diseño complementarias ya que al presentar especialidades llamativas para un proyecto como el desarrollado, la seguridad, opinión y evaluación del usuario es esencial como diseño participativo.

El diseño participativo responde a la necesidad de contar con un conocimiento profundo del contexto del usuario y el entorno donde desarrollan sus tareas. De esta forma, se promueve la consideración de aspectos importantes para el usuario al entender su postura frente a un nuevo producto (D. A. NORMAN, 1990, págs. 231-266). Se incluyó esta metodología para garantizar la consideración de la opinión del usuario dentro del proceso de diseño y así evitar generar un producto que no será usado.

3.1.2. Entrevistas

Después de desarrollar el método de evaluación referente a las actividades relacionadas con el movimiento de la cadera, se procedió a dar aplicación del mismo método por medio de entrevistas a usuarios en situaciones específicas de daños o lesiones a la rodilla. (Ver Anexo 2 FORMATO ENTREVISTAS). Se pidió a los entrevistados hacer un análisis desde la percepción general de cada uno con el fin de establecer perspectivas generales sobre la situación bajo nivel de independencia en situación de lesiones de rodilla, un factor sobre el que se hizo énfasis fue el estado anímico en que se encontraban los pacientes en el momento previo al proceso de rehabilitación y por supuesto, en el momento en que fueron entrevistados.

Por otro lado se acudió a entrevistar a los especialistas que son los que directamente intervienen en la rehabilitación de un paciente, se hizo énfasis en los recursos disponibles y la efectividad de los protocolos entre paciente y especialista.

Teniendo en cuenta que las preguntas fueron formuladas de manera abierta, las personas entrevistadas tuvieron la intención manifiesta de establecer cada detalle de su lesión y su situación de inmovilidad temporal, a pesar de que se

mantuvo el mismo formato en todos los casos, cada uno varía en duración e importancia debido a las circunstancias propias.

Para mantener la mayor fidelidad posible a la información recolectada y al formato de entrevista establecido, se procedió a realizar las entrevistas bajo registros de audio y fotográficos, según el caso.

3.1.3. Conclusiones – Análisis especialistas **(Ver anexo 3. Matriz: trabajo de Campo-Especialistas)**

De acuerdo a las conclusiones que arroja el análisis de las entrevistas con especialistas, puntualmente se destacan la necesidad de seguimiento cuantitativo y fuerza de la articulación mediante cada sesión como un proceso o historial que permita ver el resultado desde el inicio hasta finalizar las terapias, así mismo se evidencia que la falta de recursos materiales para rehabilitar la articulación mencionada abre las puertas a la propuesta de diseño como una alternativa necesaria y el manejo motivacional del paciente en cuanto a asistencia y motivación mejoraría gracias a que con una buena rehabilitación los resultados los devolverán a sus actividades diarias de manera pronta.

Las conclusiones en general para los especialistas son las siguientes:

- Entre el 30 y 60% de pacientes que acuden a la rehabilitación son personas que están alejadas de las cabeceras municipales
- Los centros más comunes que difieren pacientes a los centros de rehabilitación son las eps y centros médicos universitarios. Los lugares o municipios son Cali, Jamundí y Santander de Quilichao.
- Reemplazo de cadera, luxaciones, fracturas y bursitis
- Si se realiza una evaluación en pro de reconocer las necesidades y el estado del paciente.
- Los fisioterapeutas coinciden en que cada terapia cambia de acuerdo al más mínimo factor del paciente, aun así se aplican guías estándar en el protocolo de rehabilitación ya que los recursos disponibles son limitados y repetitivos en cada usuario.
- La rehabilitación depende de los factores físicos individuales
- El protocolo aplicado de manera coincidente en los especialistas son la disminución del dolor, desinflamación de la articulación. Y luego: arcos de movilidad 1. fortalecimiento muscular, 2. Equilibrio, 3. Reeducación del movimiento de cadera.
- El proceso se lleva de acuerdo al manejo del dolor. Pero lo más recomendado es diariamente e incluir los planes caseros

- Los fisioterapeutas muestran gran interés en conocer el estado del paciente en cada sesión. Ya que para ellos es importante conocer la evolución y así mismo acomodar el protocolo en cada terapia
- Los pacientes no se lleva a cabo los deberes asignados en sus hogares de manera optima
- Para la comunicación paciente-fisioterapeuta se emplean diversos canales. El canal de comunicación depende del enfoque del profesional.
- La rehabilitación depende del paciente pero no suelen ser 100% efectivos. Los pacientes no parecen comprender la importancia de ejercitar adecuadamente la articulación después de los procedimientos aplicados.
- La actitud mejora cuando el progreso en la rehabilitación se hace evidente
- Los fisioterapeutas se preocupan por el cumplimiento de los deberes
- El progreso del paciente es la única forma de evaluar los deberes que se asignan
- las razones varían de acuerdo a la ocupación de cada paciente, pero generalmente se atribuye al temor de afectar la lesión, dolor al realizar los ejercicios y pereza o falta de tiempo para realizarlos en casa.
- Se recomiendan ejercicios físicos después de. La rehabilitación debe ser integral e interiorizada después de las terapias.
- No se reconocen marcas específicas en los dispositivos. Para los fisioterapeutas no es tan importante la marca si no la funcionalidad del objeto y no se disponen de máquinas comerciales para la cadera.
- Los únicos equipos que se utilizan para los pacientes de cadera, son máquinas de gimnasio como elípticas, bicicletas y máquinas de rodilla. Porque no existe un mercado con máquinas de rehabilitación de cadera en la ciudad e incluso en el país. Se rehabilitan con la ayuda de medios y dispositivos que emplean en casi todos los protocolos sin importar la lesión

3.1.4. Conclusiones – Análisis pacientes en rehabilitación

(Ver anexo 4. Matriz: trabajo de Campo-Pacientes en Rehabilitación)

De acuerdo a las conclusiones que arroja el análisis de las entrevistas con pacientes en rehabilitación nos lleva puntualmente a destacar la necesidad de contribuir a una mejor rehabilitación mediante una solución que genere confianza ya que para los pacientes no es suficiente los protocolos; los medios o maquinas no son generalmente exclusivos para la rehabilitación de cadera y en ocasiones generan dolor, movimientos involuntarios, y notan que se aplica la misma rutina en todos los pacientes cosa que no los hace sentir en confianza, esto genera un requerimiento de realizar una solución para una rehabilitación rápida y eficiente dedicada exclusivamente a la cadera y con los movimientos

que esta articulación implica, esto con el propósito de mejorar la disposición y el cumplimiento de tareas y asistencia por parte de los pacientes.

Las conclusiones en general para los pacientes en rehabilitación son las siguientes:

- La lesión en la cadera puede afectar cualquier tipo de persona y edad
- la edad varía en todos los pacientes aunque es más común el reemplazo de cadera en edad avanzada.
- El lugar de residencia de los pacientes afecta en el momento de la lesión, el transporte o la ubicación representan inconvenientes incluso viviendo cerca del centro de rehabilitación.
- El lado lesionado no es relevante y puede variar en cada paciente
- Las lesiones varían de acuerdo a la actividad de cada paciente
- El dolor y restricción de movimiento son factores más importantes a la hora de acudir a un especialista
- La terapia mínima de un paciente de cadera es de 15 sesiones debido a la complejidad de la articulación. La duración de la rehabilitación varía de acuerdo al tipo de lesión
- los pacientes rehabilitados de manera juiciosa no recaen en la lesión.
- La comunicación con el fisioterapeuta es fundamental para que el paciente se rehabilite, incluso incide para que una persona lleve a cabo los ejercicios asignados.
- Suelen tratar de hacer sus ejercicios, pero el dolor o la falta de conocimiento hace que dejen de realizarlos
- el dolor , el tiempo y el temor son representativos a la hora de no cumplir con sus deberes
- Generalmente la terapia es buena, pero no es confiable si desde el principio no hay buena relación con el fisioterapeuta.
- Inseguridad, inestabilidad y no generan confianza.
- Aunque los dispositivos son adaptaciones sencillas a rehabilitar la cadera, no son hechos para esta articulación, aun así, estos tienden a cumplir su trabajo
- Debido a la falta de dispositivos para cadera como tal, los recursos disponibles son estándar y se utilizan con casi todo tipo de protocolo.
- Para los pacientes no es suficiente los protocolos, siente que les falta algo más. Generalmente se aplica la misma rutina en todos los pacientes.
- Sus actividades de la vida diaria generan dolor casi en todo momento
- Si, se siente menos fuerza en la articulación. Se evita sobre-esforzar la articulación
- El dolor se presenta al ejercer presión en la articulación o generar movimientos que normalmente son necesarios para realizar sus actividades de la vida diaria.
- ningún paciente usa la articulación de manera óptima
- En algunos pacientes es un inconveniente al dormir

- Durante la lesión, el paciente es afectado a nivel psicológico y funcional. Ya que deja de hacer sus actividades cotidianas y normalmente depende de la ayuda de otras personas
- Normalmente los complementos necesarios son sillas de ruedas, caminadores, bastones y ayuda hasta un 70 % de una persona para realizar cualquier tipo de actividad. Los ejercicios en casa son importantes.

3.1.5. Conclusiones – Análisis Pacientes Rehabilitados (Ver Anexo 5. Matriz: Trabajo de Campo-Pacientes Rehabilitados)

De acuerdo a las conclusiones que arroja el análisis de las entrevistas con pacientes rehabilitados coincide en su gran parte a el análisis de pacientes en rehabilitación pero conlleva puntualmente a destacar la necesidad efectuar una rehabilitación completa con los grados de libertad que necesita la articulación puesto que su rehabilitación los llevo a otras dolencias en otras articulaciones o a un dolor constante en su lesión y esto es debido a una inadecuada rehabilitación, también a tener en cuenta la antropometría de los dispositivos puesto que las maquinas usadas por las personas entrevistadas no eran de su talla y esto les generaba desconfianza y en algunos casos terminaban abandonando la terapia y buscando otras alternativas.

Las conclusiones en general para los pacientes rehabilitados son las siguientes:

- Las lesiones varían de acuerdo a la actividad de cada paciente
- El lado lesionado no es relevante y puede variar en cada paciente
- El dolor y restricción de movimiento son factores más importantes a la hora de acudir a un especialista
- La comunicación con el fisioterapeuta es fundamental para que el paciente se rehabilite, incluso incide para que una persona decida si rehabilitarse o no en los centros de rehabilitación.
- Los protocolos son básicos y no se emplan programas especiales para cada paciente. Sin embargo, cumplen con la función de rehabilitar
- Las terapias son efectivas pero no a niveles satisfactorios para los pacientes
- La duración de la rehabilitación varía de acuerdo al tipo de lesión
- Para los pacientes no es suficiente los protocolos, sienten que les falta algo más. Algunas personas tienden a realizar ejercicios en casa para acelerar el proceso de recuperación
- Aunque los dispositivos son adaptaciones sencillas a rehabilitar la cadera, no son hechos para está articulación, aun así, estos tienden a cumplir su trabajo.

- La terapia no es confiable y depende mucho de entraba de una buena comunicación con el especialista.
- El dolor se presenta al ejercer presión en la articulación o generar movimientos
- Se recomienda evitar acciones que llevaron a la lesión, pero dichas acciones pueden estar relacionadas con la forma de sustento económico del paciente o actividad cotidiana y deportiva
- ningún paciente puede volver a usar la articulación de manera óptima o a un 100% después de la lesión
- En algunos pacientes es un inconveniente al dormir
- Si, cada vez se siente menos fuerza en la articulación. Se evita sobre-esforzar la articulación
- Durante y después de la lesión, el paciente es afectado a nivel psicológico y funcional.
- La falta de máquinas genera desconfianza en la veracidad de la rehabilitación. Para los pacientes el proceso es más lento en cuanto a mejorías. Se puede usar la articulación a un rango amplio pero con limitaciones de dolor
- No se reconocen marcas ni elementos que rehabiliten la cadera
- Los equipos son cómodos en algunos casos, pero no están diseñados para la antropometría y lesión de cada persona
- se debe realizar fortalecimiento muscular para volver a una vida con actividades normales por lo menos a un 80%, así que los pacientes procuran realizar el fortalecimiento muscular.
- Se recomiendan ejercicios de fortalecimiento después de la rehabilitación.
- Conocer el progreso de la rehabilitación es una buena posibilidad siempre y cuando sea verificada por especialistas y se lleve un control

3.2. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

La rehabilitación permite que una persona con alguna deficiencia alcance un nivel físico, mental y/o social funcionalmente óptimo debido al gran número de causas de lesiones físicas se ha hecho importante ampliar el abanico de soluciones, pues la prescripción de un programa de recuperación siempre debe individualizarse en función de las habilidades y el potencial del paciente, teniendo en cuenta que los dispositivos o ayudas técnicas son indispensables para la pronta reparación de lesiones. A continuación se referencian algunas de las principales tendencias de recuperación analizadas en tres fases la primera fase será enfocada a las ORTESIS simples de cadera, la segunda parte a las MAQUINAS de rehabilitación existentes con las que se rehabilita la articulación de la cadera en movimiento pasivo y activo. Por último exponemos los protocolos fisioterapéuticos utilizados en los centros de rehabilitación.

Esta revisión lleva al proyecto a tener en claro todo lo referente las maquinas o medios existentes (estado del arte y estado de la técnica) para rehabilitación de la cadera, las partes utilizadas en el funcionamiento, el origen de construcción y a quienes va dirigido. Así como la disponibilidad comercial para su adquisición. Obteniendo una base y soporte que permitió el inicio del proyecto con el fin de generar un dispositivo que supere los alcances de los productos ya existentes en cuanto a función, producción y resultados.

3.2.1. Órtesis para La Cadera

Dispositivo médico aplicado de forma externa, usado para modificar las estructura y características funcionales del sistema neuromuscular y esquelético. Este término excluye las prótesis, que substituyen piezas del cuerpo ausentes, pero incluye todos los objetos que quizás son conocidos como apoyos, tablillas, collares o corsés (Buffalo, s.f.)

Los aparatos ortopédicos de la cadera varían según se trate (Raymond., 2009 , págs. 155-157):

- De suplir una insuficiencia muscular: Permiten mejorar la función de la marcha
- De corregir una deformación o de descargar la articulación coxofemoral: Destinadas a la prevención/corrección de deformidades

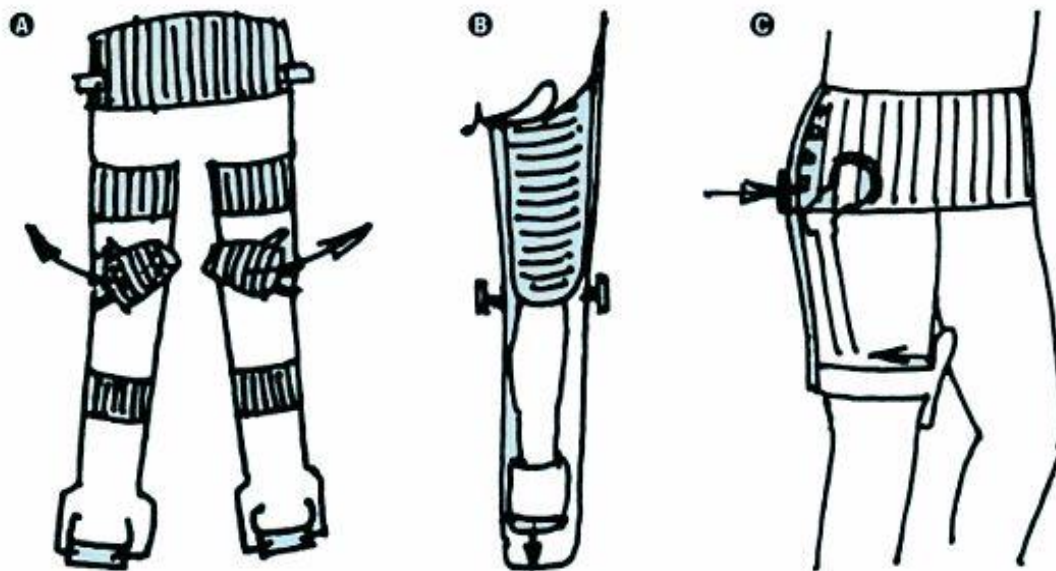


Figura 7: Órtesis: Fuente: (Raymond, 2009)

3.2.2. Aparato de Phelps

El aparato está formado por un cinturón en la cadera sin modelar la pelvis y dos barras ascendentes articuladas en las caderas, rodillas y pies. Las articulaciones de la cadera tienen un solo eje transversal que puede bloquearse. Estas barras impiden la aducción y las rotaciones y permiten la corrección de un exceso de ante versión pélvica en el caso de que, por ejemplo, exista debilidad muscular de los glúteos.

En los pies, las barras ascendentes se articulan a los zapatos mediante un tornillo excéntrico que permitirá regular el grado de extensión-flexión del tobillo. Unas cinchas mantienen la tibia y el muslo (Figura 7).

Una venda sujeta la parte antero interna de la rodilla para impedir la aducción del muslo y el contacto de éstos en el tercio medio. El aparato asegura la posición neutra de la cadera, la extensión de la rodilla y evita el equinismo.

Desbloqueado y utilizado para la reeducación de la marcha de los IMC, impide las posiciones viciosas sin rigidizar la cintura pélvica y los segmentos de los miembros inferiores. El aparato puede estar también construido para la abducción (Figura 7-A), o colocado en triple flexión.

3.2.3. Apoyo de descarga con Apoyo Isquiático

Esta órtesis isquiopédica toma apoyo bajo el isquion y a nivel del talón del zapato y, en ocasiones, en el suelo (Figura 7 – B).

La descarga proviene del apoyo isquiático. El apoyo en el suelo descarga el pie, y a veces se añade una tracción en el pie.

El apoyo isquiático está constituido por un elemento forrado, modelado, bajo el isquion y bajo el pliegue glúteo. Está formado por una depresión no traumática fijada en un arco que une las dos partes del aparato. La fijación inferior se sitúa en el talón. Si se realiza en el suelo, el elemento transversal se recubre con un antiderrapante. La tracción se realiza con una cincha o resorte.

El aparato es más largo que el miembro, por lo que será necesaria un alza del lado contralateral.

El aparato descarga la cadera, pero no la estabiliza lateralmente. La contracción de los abductores persiste y es precisa. Para evitar la contracción de estos músculos, se deberá añadir, como en el Hohmann, un cinturón en la cadera. Por encima de las ventajas del Hohmann, el aparato asegura el apoyo isquiático, la estabilización lateral de la rodilla, una correcta orientación del miembro, una descarga del pie y de la rodilla, una tracción permanente de coaptación de la interlínea articular.

El aparato suprime el paso pélvico. Su peso es, generalmente, bastante elevado. En ciertos casos, se puede colocar un miembro en abducción elevada. El apoyo en el suelo, en estas condiciones, está asegurado por una pata vertical que parte de la rodilla.

3.2.4. Aparato Hohmann

El Hohmann es un aparato de descarga con una importante reducción de las respuestas musculares de los abductores de la cadera.

Está constituido por un cinturón en la cadera amplia y sólida, una pieza de acero que se fija lateralmente, a modo de palanca, que va hasta la rodilla. Se le añade un collar alrededor de los cóndilos (Figura 7-C).

Una pelota, colocada entre la parte más alta de la palanca y el trocánter mayor, genera una fuerza interna muy eficaz en las caderas expulsivas.

La rigidez lateral del aparato asegura su eficacia. La toma de apoyo a nivel de los cóndilos no está en el origen de la descarga. Se sabe que $\frac{3}{4}$ de las presiones coxofemorales provienen de la contracción de los abductores de la cadera en apoyo unipodal (balanza de Pauwels). La sujeción de la palanca en el cinturón de la cadera debe ser muy sólida, al igual que la articulación.

El Hohmann es muy eficaz para retrasar el ritmo evolutivo de las caderas artrósicas. Algunos individuos jóvenes, afectados de caderas artrósicas postraumáticas, se han acostumbrado muy bien a la utilización de este aparato.

3.2.5. Derrotadores

El aparato está formado por un pequeño cinturón de cadera, con el cual se han articulado dos cables flexibles con poder de detorsión hacia la rotación externa. Fijados con las rodillas o en los pies, solicitan los miembros inferiores, es decir, las caderas, en derrotación interna. Su regulación permite evitar la rotación externa.

Estos aparatos pueden ser el mejor o el peor de los inventos. Será inadecuado, cuando la posición en rotación interna sea la de un niño con grandes ángulos de anteversión del cuello de fémur. En ellos, la rotación interna permite el recentraje interno de la fuerza intra-articular de origen muscular y la corrección del exceso de anteversión del cuello del fémur. Estos aparatos deben utilizarse, sobre todo, en casos de insuficiencia muscular estructural, neurológica o estática.

Este aparato, en un principio, fue concebido para la espina bífida. Es poco aparatoso y no limita los movimientos.

3.2.6. Separador de Muslos de Greiner

El separador de muslos está formado por dos placas que modelan la parte medial de los muslos. Están articuladas entre sí por una barra telescópica que se adapta a las exigencias de separación de los muslos en la marcha.

El aparato tiene la gran ventaja de mantener los miembros inferiores en abducción, incluso a cuatro patas. Sin embargo, genera una serie de fuerzas expulsivas de las cabezas femorales. No está aconsejado si la cadera es claramente expulsiva o si los abductores están paralizados (músculos estabilizadores de la cabeza del fémur).

3.2.7. Férulas Nocturnas

Son artilugios que fijan la posición deseada. Se les puede adjuntar una tracción en el eje del miembro inferior.

3.2.8. Férulas de Dennys Brown

Consisten en una plancha sobre la cual se fijan unos botines regulables en cuanto a la separación y rotación deseadas.

3.2.9. Protocolos de Rehabilitación

Tabla 3: Matriz: Estado del arte. Dispositivos de fortalecimiento elásticos. Fuente: Autor

Imagen	Tipo de Producto	Movimientos y Dimensiones	Objetivo	Características
	TheraBand ™Canada	Flexión/extensión abducción/aducción. Rotación Interna y externa 2 metros	ejercitar la articulación generando movimientos de resistencia a la fuerza	Sus ventajas sobre otros métodos o aparatos, portabilidad, progresividad, limpieza, peso y costo, han hecho el resto, y ahora es difícil encontrar un centro de salud deportiva o un gimnasio que no ofrezca una variada oferta de gimnasias con Thera band.
	Esferobalon es-BALÓN FISIOTERAPIA A Francia	Flexión/extensión abducción/aducción. Rotación Interna y externa Diferentes diámetros que van desde los 20 cm a los 120 cm,	Estas pelotas ofrecen muchísimas posibilidades para el entrenamiento, permiten realizar distintos ejercicios para el trabajo de equilibrio dinámico y coordinación e introducen variabilidad en los ejercicios de fuerza y estiramiento.	La calidad de la pelota es muy importante ya que si no posee un buen grosor que soporte a una persona pesada (ya que se suele rebotar sobre ellas), pueden llegar a explotar y el alumno lesionarse
	DISCO VESTIBULAR Usa	Utilizados en un asiento simulan el movimiento y forma de un balón y actúa como un cojín dinámico activando la mayoría de grupos musculares Poseen diferentes diámetros que van desde los 20 cm a los 120 cm,	Al ser utilizado en el piso es ideal para propiocepción, mejoramiento del equilibrio y fortalecimiento de las extremidades inferiores	Cada disco posee una superficie lisa y la otra con "nudillos" para una adecuada retroalimentación táctil.

3.2.10. Electroterapia

Este aspecto del tratamiento no es el objetivo de esta investigación. Por ello, únicamente se tratará de un simple recordatorio de ciertos aspectos técnicos. La electroterapia posee, según el caso, efectos térmicos, analgésicos, descontracturantes, fibrolíticos, o de estimulación sobre la estriomotricidad. Las ondas cortas aseguran el calentamiento profundo, son eficaces sobre los tejidos Intra-articulares y capsuloligamentosos. La vasodilatación profunda generada puede provocar, en ocasiones, en caso de algias congestivas, reacciones inversas a las deseadas: el aumento de los procesos congestivos y por ello, dolores de tipo batiente. Debe preguntarse al paciente sobre este aspecto.

3.2.11. Máquinas de Rehabilitación:

Máquinas de Rehabilitación: (ver anexo 1. Matriz: estado de la técnica. Máquinas de rehabilitación para cadera)

3.2.12. Equipos Fitness

Tabla 4: Matriz: Estado del Arte: Equipos Fitness

Equipos Fitness			
			
Elíptica	Bicicleta Estática	Caminadora - Trotadora	Bicicleta Spinning
Flexión, Extensión , Abducción, aducción , rotación	Flexión, Extensión , Abducción, aducción , rotación	Flexión- Extensión	Flexión, Extensión , Abducción, aducción , rotación
			
Curl de Piernas	Femoral	Aductores	
Flexo-Extensión	Extensión	Aducción/Abducción 56"×27"×64" (143 cm×70cm × 162 cm)	

3.3. DEFINICION DE REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

3.3.1. Análisis del Estado de la Técnica

Como puede evidenciarse las órtesis, férulas, apoyos isquiáticos y demás son muy utilizados en los pacientes como ayuda técnica para su recuperación en lesiones de cadera; estos dispositivos disminuyen dolor y corrigen postura, pos intervenciones quirúrgicas o fracturas son de mucha ayuda, más no devuelve en su totalidad las capacidades físico-motoras que pierde una persona al lesionarse, por eso la rehabilitación es vital para esto.



Figura 8: Artromotor de rodilla BLD CPM PRO. Rusia



Figura 9: Artromotor de rodilla BLD CPM PRO. Boston

En el ANEXO 1 ESTADO DE LA TECNICA. MAQUINAS DE REHABILITACION PARA CADERA, de máquinas empleadas en la rehabilitación de cadera hay una gran variedad de mecanismos con principios de movimiento mecánicos de barras y rodamientos, donde a pesar de los avances su proceso de comprobación y experimentación que si bien es importante, deja observaciones y preguntas sueltas acerca de su efectividad. De acuerdo a la búsqueda de máquinas utilizadas nacionalmente se nota la falta de recursos tecnológicos o importación de dispositivos que se fabrican en el extranjero y no suelen llegar a países tercermundistas (precio, costo, aranceles) entonces, la máquina de rodilla como las representadas en la MATRIZ: ESTADO DE LA TECNICA DE MAQUINAS DE REHABILITACION PARA CADERA, (Kinetek- TEM) o como algunas máquinas comerciales conocidas como la Artromotor de rodilla BLD CPM PRO (figura 8) o la Kinetek

spectra (Figura 9) máquinas de rodilla utilizadas para rehabilitar la articulación de cadera donde un tornillo sin fin gira sobre su mismo eje, haciendo que la rosca genere el movimiento de la máquina completa, generalmente comprendida por un sistema de barras laterales, que pueden ser de cuatro o de seis según el caso, en donde la articulación principal del sistema de barras aparece alineada con la rodilla, haciendo que se genere el movimiento en el miembro inferior, dando prioridad al movimiento realizado por la articulación de la Rodilla pero realizando movimientos de flexión y extensión de cadera.

Desde el punto de vista de la percepción, el color pueden llegar a ser más acertados en algunos casos donde la maquinas no es de gran tamaño, (aun así el gran tamaño de la mayoría de máquinas llega a ser aparatoso e invasivo) debe tenerse en cuenta que uno de los objetivos de los dispositivos de rehabilitación es generar confianza en el usuario por medio de la forma, en donde participan de igual manera los colores, y la selección de colores es susceptible de mejoras debido a que la aparición de verdes y marrones no sugiere precisamente confianza y estabilidad el manejo de colores fríos, poniendo como protagonistas al gris, azul y blanco, colores que según la teoría del color o 'Ergonomía del color' se comunican con el cerebro del usuario haciendo que este se halle en una situación subconsciente de tranquilidad.

En cuanto a los elementos utilizados en los protocolos de rehabilitación (ver Matriz: Estado de la técnica. Protocolos fisioterapéuticos) se observa que el manejo de terapia asistida por fisioterapeutas, fluctúan en los rangos permitidos en cada fase de rehabilitación, si bien son expertos en improvisar y ser recursivos utilizando lo que les ofrece el centro de rehabilitación con elementos como (balones, discos etc...) en una primera etapa y, a falta de máquinas especializadas, el no control de los movimientos de manera segura entre sus manos y el paciente, genera molestias o dolores.

Las máquinas de gimnasio son necesarias para una fase final y terapia activa pero se necesita de varias máquinas para realizar el fortalecimiento de una articulación tan compleja como la cadera y eso requiere tiempo y costos; por ende una maquina o dispositivo que ofrezca todos los movimientos en terapia activa sería la mejor opción.

El análisis del estado del arte y del estado de la técnica nos lleva a la definición de los requerimientos de diseño que demuestra a continuación:

3.3.2. Definición de Requerimientos de Diseño

Como puede evidenciarse en la figura 10, se ilustra la manera en que se da el paso a paso para la conclusión de los requerimientos de diseño desde diferentes campos, describiendo la información requerida para la comprensión del estudio mencionado.

Empezamos haciendo una revisión del estado del arte y de la técnica, y esto nos lleva a la identificación de sistemas existentes, trabajos, máquinas y protocolos que se han llevado a cabo bajo normativas, rangos y factores que tendremos en cuenta para la realización de la propuesta de diseño, así como la creación de herramientas y trabajo de campo que permite confrontar la bibliografía y teoría con la realidad en los propios especialistas y pacientes. Para analizar todo lo anteriormente dicho se utilizan matrices y tablas de análisis que cuantifican y demuestran la problemática de manera clara; de esta manera surgen los requerimientos de diseño que son verificados y acudiendo al el director del proyecto o expertos según el campo (medicina, fisioterapia e ingeniería); los requerimientos aprobados son aplicados en la propuesta de diseño y los corregidos hacen retomar el proceso desde el inicio con el fin de concluir en un mejor requerimiento.

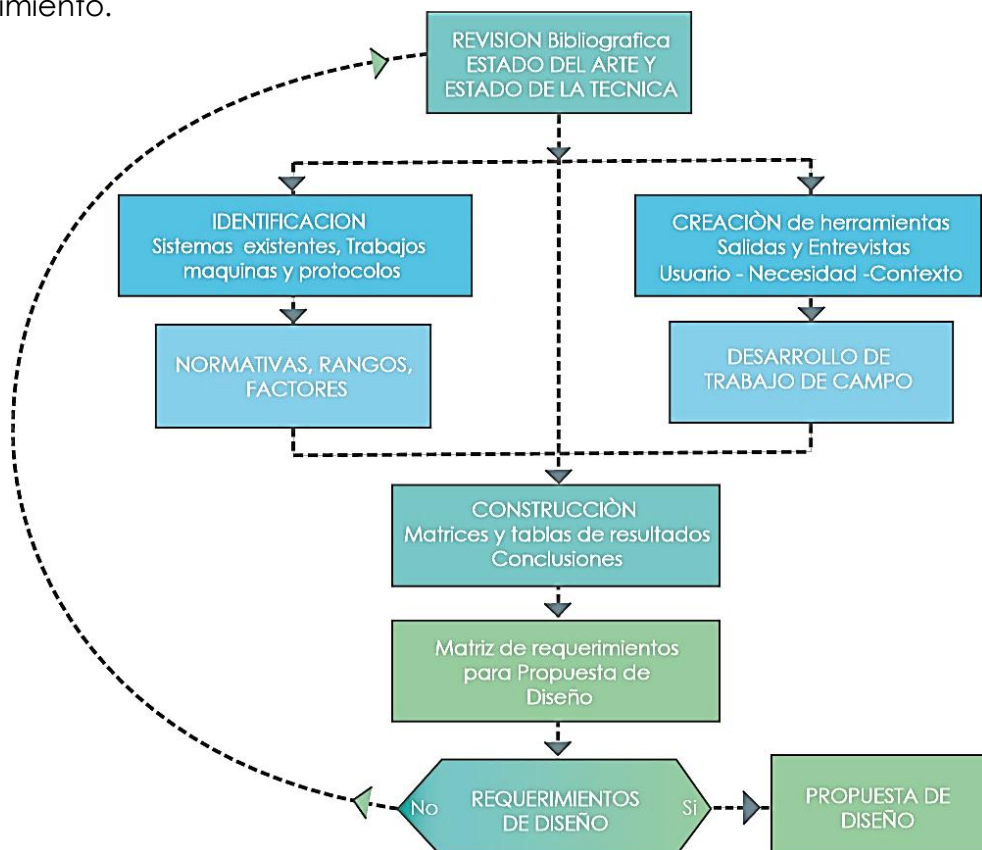


Figura 10: Definición de Requerimientos de Diseño. Fuente: Autor

3.3.3. Análisis para la Definición de Requerimientos

Desde la revisión del estado de la técnica y el trabajo de campo ya expuesto a principios de este capítulo, los dispositivos y protocolos empleados en la rehabilitación de cadera mantienen recursos improvisados por los especialistas evidenciado en este caso en las visitas a fisioterapeutas de Mega Lastra, María Isabel Mejía, la Escuela del Deporte y el especialista en la articulación de cadera como el doctor Bernardo aguiler, Medico ortopedista y traumatólogo del Instituto de Enfermedades Osteoarticulares del Centro Médico Imbanaco especialista en reemplazos Articulares y Artroscopia de Cadera y Rodilla, Coordinador del programa de Reemplazos articulares de CMI. Programa de Artroscopia de cadera CMI, que en las entrevistas y consultas lo exponen al momento de hablar de los recursos disponibles para la rehabilitación, así como la adaptación de otras máquinas debido a la ausencia de tecnología y equipos especializados; ya sea por costos, lugar de fabricación y dificultades de importación que también se evidencia claramente en la totalidad de dispositivos analizados que se han desarrollado en países con condiciones geográficas y físicas distintas a América latina, donde existen pequeñas diferencias, es decir, Los 'Percentiles', 'Medias' y 'Desviaciones Standard' que responden a la medición antropométrica de los países anglosajones y del norte de Europa varían en comparación a países latinoamericanos, estatura, y longitudes de partes del cuerpo como extremidades, huesos o articulaciones tienen medidas diferentes.

Es necesario para el proyecto, tener en cuenta las medidas y percentiles antropométricas basándose en estudios realizados en América Latina, y al ser un proyecto realizado en Colombia, se utiliza información que evidencie una medición antropométrica Standard del mismo país como apoyo bibliográfico, en este caso Jairo Estrada, «Parámetros antropométricos laboral colombiana 1995,» Rev. Facultad Nacional de Salud Pública, Bogotá, 1995. (VER ANEXO 6. PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS POBLACIÓN LABORAL COLOMBIANA. 1995) revisión que es importante para el usuario.

El 98% de las piezas analizadas para el proyecto en este capítulo funcionan bajo parámetros de control local, es decir, no responde a un orden de rehabilitación tele-asistida, el fisioterapeuta o especialista puede mantenerse con cada paciente durante de la terapia y monitorear su proceso.

Otro factor que se debe tener en cuenta en la solución de la problemática y que resulta negativo en las observaciones y referente al espacio dimensional ocupado por las máquinas de rehabilitación encontradas es que las maquinas se ven robustas, pesadas y aparatosas aquí la simpleza en su forma seria

de mucha importancia, no solo por aprovechamiento de material sino por ser perceptivamente sencilla, resulta más fácil de ser fijada en la mente del usuario, en ese sentido, se busca que las unidades ocupen el menor espacio posible manteniendo su estabilidad. Así se tuvieron en cuenta otros parámetros como el desarrollo de la Órtesis, teniendo como punto de referencia la interacción que estas puedan tener con el usuario, haciendo que su experiencia al utilizar un equipo como este se la más cómoda. Se puede concluir que el gran tamaño de lo existente es también es un factor común en la improvisación en los protocolos de rehabilitación que utilizan elementos simples y livianos; no obstante sin dejar a un lado que son imprecisos e inestables y generan inseguridad y dolor en el paciente.

La funcionalidad de la maquina con respecto a su uso es otro factor a tener en cuenta; parámetros como la angulación máxima permitida en la flexión y extensión, la importancia de la rotación en la rehabilitación y otros de menos importancia pero necesarios como la abducción y aducción sugiere los grados de libertad necesarios para la rehabilitación activa y pasiva de la cadera. En indagaciones que hicieron durante el trabajo de campo, se consultó con el doctor **Bernardo Aguilera**. Con el doctor Aguilera se discutieron temas como los movimientos necesarios y angulaciones mínimas y máximas respecto a los movimientos de flexión y extensión, rotación que debe proporcionar la terapia al paciente en rehabilitación.

En palabras del doctor Aguilera, el movimiento mínimo requerido en un paciente con lesión en la articulación de la cadera debe garantizar flexo-extensión completo, y rotación. Con base en esta opinión por parte del experto se procedió a hacer un análisis de los movimientos de la cadera respecto a estos rangos de libertad. Así entonces, se puso en evidencia que los movimientos mínimos que debe tener la propuesta de diseño debe incluir de manera específica son la flexo-extensión de 110° a 120° en flexión, 5° a 15° en Extensión y la rotación interna de 30° y externa de 50°, realizando pruebas en el laboratorio de movimiento que el Dr. Aguilera tiene con el fin de solucionar problemas relacionados con la articulación.

Por otra parte, el mantenimiento en los dispositivos de rehabilitación son importantes también ya que estas unidades tienen un nivel de usabilidad frecuente, su arquitectura electrónica debe sugerir partes comunicadas entre sí desde adentro, sin dejar al paciente entrever su estructura interna, además esta debe ser acertada en cuanto al funcionamiento eléctrico o electrónico (según el caso) de la pieza. La complejidad en los mecanismos alineados con la articulación se obtiene desde el desarrollo de forma, pues la cadera es una articulación fuerte, móvil y rotativa alineada a todos los miembros inferiores proporcionando estabilidad y complejidad, necesitando un proceso seguro para el paciente en tratamiento; es prudente analizar el uso de materiales que interactúan

directamente con el paciente y es aquí donde el uso de polímeros y metales que conforme la propuesta de diseño sea resistentes a posibles intemperies, desgaste, cambios bruscos de temperatura y sobre todo, resistencia a doblamientos, además de contar con las propiedades específicas para dar como resultado buenos acabados. La estandarización y número de piezas utilizado, si pueden ser o no algunas susceptibles de ser suprimidas logra en ese sentido circular en un mercado de manera accesible, así en el caso de llegar a faltar alguna de las piezas de ensamble puede ser remplazada fácilmente y reproducida en serie o a gran escala.

De acuerdo a las maquinas observadas y los dispositivos de rehabilitación analizados como muestra del estado de la técnica se puede hallar la falta del Control Asistido Mediante Tele operación, concepto que fue expuesto en el capítulo 1, referente al Marco Conceptual. En el mercado actual no cuentan con el componente de Tele operación de manera efectiva, aunque en la totalidad de las piezas de la muestra, puede evidenciarse el Sistema de Control, pero ninguna entra bajo los parámetros de 'Telesalud' y 'Telemedicina' pues ninguna cuenta con programación, control y funcionamiento a distancia mediante redes, eso sugiere que el profesional de la salud monitorea el proceso de rehabilitación de manera presencial.

La intención es ofrecer a los profesionales de la salud y a los pacientes; principalmente en zonas de acceso remoto, una unidad de Rehabilitación operada mediante un componente nuevo en el mercado, pues de lo que se tiene registro, hay investigaciones avanzadas mas no funcionales y materiales de esas características.

3.4. REQUERIMIENTOS DE DISEÑO

Tabla 5: Requerimientos de diseño. Fuente: Autor

CD 13	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTO
FUNCIONAL	Que permita 4 grados de libertad: 110° a 120° en flexión, 5° a 15° en Extensión, rotación interna de 30° y rotación externa de 50°	Mover la articulación en flexo-extensión y rotación interna y externa
	Que se adapte a las necesidades de rehabilitación	Realizar rehabilitación pasiva o activa
	Que permita cuantificar la rehabilitación pasiva o activa	Medir el ángulo del movimiento articular
		Contar el número de repeticiones del cada ejercicio
		Medir el torque de la cadera durante la rehabilitación
	Que se pueda graduar la velocidad de acuerdo a la fase de rehabilitación del paciente y al criterio del especialista	Utilizar categorías discretas de velocidad: alto-medio-bajo
	Que guarde el historial de información de las variables medidas en la rehabilitación	Actualizar cada sesión de rehabilitación a través de una gráfica
	Que pueda ser operada a distancia por un especialista	Interfaz que permita al especialista definir el protocolo
	Que pueda ser monitoreada por un co-equipero	Interfaz que permita al co-equipero aplicar el protocolo
	Que no necesite constante mantenimiento	Sistema de potencia simple
ERGONOMIA Y FORMA	Que se adapte a pacientes de cualquier peso	Mantenimiento que pueda hacerse en sitio
		Los grados de libertad se realizan de manera individual
	Que se adapte a pacientes de cualquier estatura	Utilizar elementos equalizables ajustables entre los percentiles 5 y 95 de la población Colombiana
		Utilizar elementos fijos con dimensiones de acuerdo al percentil 95 de la población Colombiana
	Que el material que esté en contacto con el paciente genere confort	Utilizar elementos equalizables ajustables entre los percentiles 5 y 95 de la población Colombiana
		Utilizar elementos fijos con dimensiones de acuerdo al percentil 95 de la población Colombiana
		Las superficies en contacto deben ser cubiertas
		Superficies lisas
		Acabados con puntas romas
		Disminuir la presión con las extremidades
	Que el color sea estimulante en cuanto al uso	Materiales que puedan ser limpiados
		Minimizar áreas de contacto
	Que el color promueva el uso	Utilizar colores relajantes
	Que la geometría de la maquina brinde percepción de seguridad	Utilizar colores que brinden al paciente sensación de limpieza y asepsia
	Que la seguridad del paciente no se vea alterada por el funcionamiento interno de la maquina	Utilizar estructuras que den sensación de seguridad
		Aislar acústicamente la fuente de potencia
		Aislar las vibraciones generadas por la fuente de potencia
	Que permita la movilización paciente maquina	Aislar térmicamente la fuente de potencia
		Generar soportes adecuados
	Que el peso y el tamaño del dispositivo permita la portabilidad por una persona	Que sea portable
		Mantener el peso entre los rangos de máxima carga 12 kg

¹³ CD: Concepto de Diseño

CD 14	DESCRIPCIÓN	REQUERIMIENTO
SEGURIDAD	Los componentes del sistema deben estar fuera de la manipulación del paciente	Desarrollar sistema de guardas para el sistema de potencia
	Que tenga límites de velocidad y fuerza en caso de estarse haciendo rehabilitación activa	Hacer una transición suave de los movimientos de la cadera
	Que pueda detenerse manualmente	Parada de emergencia
	Que sea seguro eléctricamente	Conforme las normas de seguridad de equipos médicos.

¹⁴ CD: Concepto de Diseño

Como se ilustró en la figura 10, los requerimientos de diseño fueron obtenidos al abordar la revisión de bibliografía del estado del arte y la técnica por medio de la identificación, la creación de herramientas y la construcción de matrices para finalmente analizar, cuantificar y concluir en Los Requerimientos de Diseño (ver Tabla 5).

Estos requerimientos se clasificaron en las categorías Funcional, Ergonomía y Forma y de Seguridad. Cada uno de los requerimientos fue descrito y se planteó con el fin de dar una solución conceptual en cada caso. De los requerimientos anteriores y con base a la norma de requisitos generales (Ver ANEXO 7 REQUISITOS GENERALES), se obtuvieron los siguientes determinantes de diseño.

3.5. DETERMINANTES DE DISEÑO

Tabla 6: Determinantes de Diseño fuente: Autor

CONCEPTO DE DISEÑO	DETERMINANTES
ANTROPOMÉTRICO:	Medidas antropométricas de la población colombiana y/o latinoamericana Posición sedente
FORMA:	La forma no deberá causar daños físicos a la persona que lo utiliza
	La forma debe permitir el entendimiento en relación al uso
ESTRUCTURA:	secuencia de uso sencilla
	sistemas estandarizados de ensamblaje
FABRICACIÓN:	Debe producirse por medios industriales que permitan bajos costos en el producto final.
MATERIALES:	Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión y oxidación
	no deberán hacer reacción ante el contacto de agentes como el sudor, o sangre
	Resistentes a constantes cambios bruscos de temperatura.

IV. CAPITULO: PROPUESTA DE DISEÑO

4.1. PROPUESTA DE DISEÑO



DISPOSITIVO REHABILITADOR PARA PACIENTES CON LESIONES OSTEOMUSCULARES EN LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA

4.1.1. Conceptualización Funcional y Desiciones Definitivas

Para definir y describir la propuesta de diseño, es necesario hacer una aclaración previa del origen del proyecto así como los conceptos que involucran toda la problemática:

Se han desarrollado dispositivos originados mediante proyectos de grado e investigaciones relacionadas con rehabilitación; el departamento de Ingeniería Mecánica y el Msc. Cristian David Chamorro del departamento de Diseño de la Universidad del Valle de Cali, Colombia, han realizado dispositivos; para rodilla, tobillo, hombro y muñeca que también se hace de manera asistida mediante la Teleoperación y requiere de la participación de personas formadas en conocimientos de distintas áreas, en este caso de Ingeniería Mecánica, encargados del funcionamiento cinético y cinemático, Ingeniería Eléctrica a cargo del funcionamiento eléctrico, digital, asistido mediante redes inalámbricas y arquitecturas físicas y esquemáticas de componente electrónicos y diseño industrial el cual se pone al frente del desarrollo de productos (Arquitectura de producto, evaluación de tecnologías, investigación de factibilidad de conceptos, desarrollo de conceptos, prototipos experimentales, propuestas alternativas, definir interfaces principales, definir geometría de piezas, seleccionar materiales y asignar

tolerancias; es decir, las fases previas a las pruebas de prototipos producidos e inicios de la producción industrial (Ulrich, 2009, pág. 16)).

En cuanto a los conceptos que involucran toda la problemática en el proceso de este proyecto que tiene como articulación la cadera, fue necesario de aclarar muchos conceptos desde el primer instante; el punto de vista médico, con profesionales de diferentes áreas de la salud como la medicina, fisioterapia, terapia ocupacional y traumatología de la articulación de la cadera (citados anteriormente en el capítulo III Trabajo de Campo), fueron de suma importancia para conocer a fondo cada detalle y aspectos a tener en cuenta. Para ello se realizaron visitas presenciales mencionadas a continuación:

4.1.2. Visitas y Salidas

- **Imbanaco: Dr. Bernardo Aguilera.** Ortopedia – Traumatología Reemplazos Articulares-Artroscopia de Cadera Cra. 38 A # 5A -100 - Piso 7 Torre A - Cons 706
- **Mega lastra IPS.** Ciudad Jardín: Cra 100 N° 15 A 61 Aventura Plaza, Cali, Colombia. Tel: (2) 316 0561
- **Centro de Rehabilitación María Isabel Mejía.** Av. 7N # 25N-27, Cali, Valle Del Cauca. Tel: (2) 6680110
- **Escuela del Nacional del Deporte.** Cra 32A, Calle 9 # 84-5, Cali, Valle Del Cauca. Tel: (2) 5540404
- **Teletón.** Bogotá D.C: Calle 71 No. 11 - 71 - PBX: (57 1) 313 20 70
- **Hospital Militar.** Transv. 3a No. 49-00 Tel:(57)(1)348686
- **Universidad del Valle Facultad de Salud – Escuela de Medicina.**
Sede Meléndez: Calle 13 # 100-00, Cali, Valle Del Cauca Tel:(2) 3212100
Sede San Fernando Calle 4B No 36-00. PBX +57 2 3212100

En criterios recibidos en las visitas a especialistas se estableció como principio básico que la propuesta de diseño debería contar mínimo con cuatro grados de libertad Flexo-Extensión y Rotación Interna-externa garantizando una rehabilitación de cadera con garantías que recupere y logre los movimientos físico-motores. El rango de movimiento estaría entre 5° y 120° de flexo-extensión y rotación de 0° 50°, lo que garantizaría el movimiento mínimo requerido en un paciente con lesión en la articulación de la cadera¹⁵ logrando restablecer el movimiento de la articulación.

¹⁵ Entrevista Dr. Bernardo Aguilera, (Capítulo III Trabajo de Campo)

4.1.3. Conceptualización Formal y Perceptiva

Sumado al factor del rango de movimiento, se estableció también la necesidad de realizar el desarrollo de este proyecto con base en medidas antropométricas colombianas, pues debe tenerse en cuenta que las piezas seleccionadas en el estado de la técnica son producidas en otros países, donde los usuarios responden a condiciones geográficas y demográficas de otras índoles, por lo que su fisionomía muestra diferencias con respecto a la de personas latinoamericanas o colombianas. Como se mencionó anteriormente se utilizó el texto "Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana" del docente Jairo Estrada y publicado por la Universidad de Antioquia de Medellín, Colombia, en el cual se evidencian los percentiles referentes a las estaturas colombianas en el género femenino y el género masculino respectivamente.

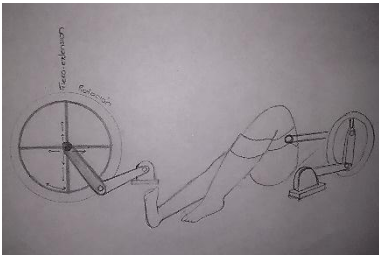
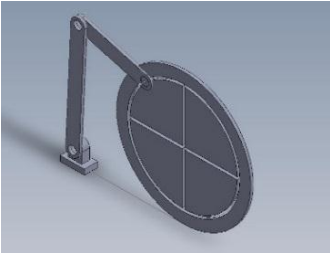
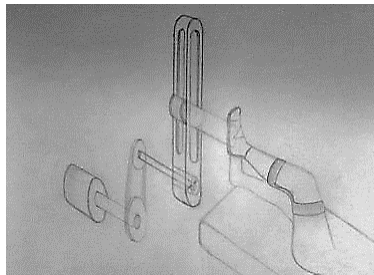
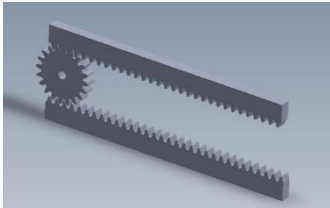
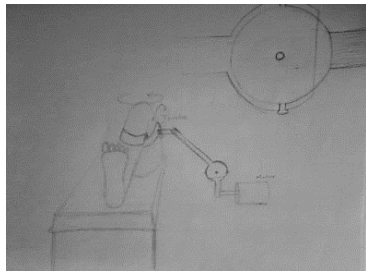
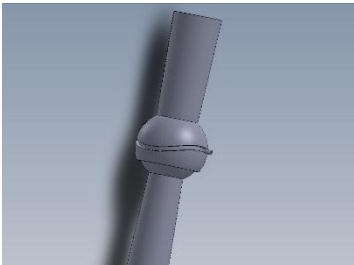
La observación de los dispositivos existentes para el desarrollo conceptual, partieron de la forma convencional o general realizando la descomposición esquemática con el fin de obtener geometría más ligera y menos robustas; el propósito de esto parte de la necesidad y requerimientos sin sacrificar los factores de seguridad y ergonomía, así entonces, se busca nuevas perspectivas que cambiaran los esquemas de las escasas maquinas existentes que pueden rehabilitar la articulación de cadera. Siguiendo con el análisis del estado de la técnica pudo leerse una tendencia de composición formal del desarrollos, 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. Las formas suaves curvas, y romas como acabados lisos fueron tenidas en cuenta para reflejar confianza y asepsia entre usuario y dispositivo.

La selección cromática para la propuesta 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, aparatosa, obligatoria o clínica" razón por la que no se eligieron los tonos "clínicos" (blancos, grises) convencionales aplicados en los dispositivos del mercado (observados en el estado de la técnica) ni los tonos elegidos al azar en proyectos académicos de ingeniería (grises y tonos oscuros). Entonces tonos fríos como el azul en la percepción visual y la Cromatología (VER ANEXO 8 CROMATERAPIA-TEORIA DEL COLOR) Simboliza la paz, tranquilidad y es propicio para generar confianza. Así el color principal escogido es el azul, y el gris como secundario.

Resultados de toda la metodología de este proyecto 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 y lo principal el funcionamiento adecuado para la rehabilitación de una lesión en la articulación de cadera.

4.1.4. Decisiones de Diseño

Tabla 7: Decisión de Diseño

	PROPUESTA DE DISEÑO	MECANISMO DE DISEÑO	DECISIÒN
1			Se encontró discrepancia y restricción del movimiento funcional del mecanismo, puesto que es un mecanismo bidimensional.
2			Es un mecanismo que se utiliza para transmisión de potencia con alta complejidad y su estructura y funcionamiento no se acopla a la necesidad y requerimientos.
3			Para la aplicación requerida es un mecanismo simple, genera el movimiento únicamente con un cambio de una rotula sobre el acoplador. Contiene escasas piezas y su funcionamiento cumple con los requerimientos.

En la tabla 7. Se presentan tres fases y propuestas de diseño que fueron tenidas en cuenta con el propósito de solucionar la problemática planteada en el proyecto. Se muestra la manera en que se bocetó cada propuesta y posterior a esa fase de bocetación se hizo una comprobación con maquetado y modelado virtual en Solidworks principalmente detallando y enfocándose en el mecanismo funcional

con el fin de comprobar su veracidad del boceto a el diseño mecánico; finalmente de evalúa por medio de asesorías y análisis los pro y los contras de cada propuesta para así llevar a cabo la última fase que consiste en escoger la mejor propuesta y desarrollarla en todos los campos de proyecto que aplica para la propuesta número 3.

4.2. CONCEPTUALIZACIÓN DE DISEÑO

Para construir la propuesta escogida esquemáticamente se ejecutó un patrón de composición el cual se apoyó en descomponer la cadera en sus partes. Enfocándose en la parte más fuerte que es la rótula o cabeza del hueso fémur (ver figura 11), que buscando diferentes propuestas en relación a su función y movimiento se observó que esta parte de la cadera es la base o inicio de los movimientos o grados de libertad en el funcionamiento de la articulación.

La forma esférica, el aspecto y dureza que la caracteriza fue un punto de partida para generar el concepto de diseño del mecanismo a proponer. La observación frecuentemente del comportamiento, propósito de cada movimiento y comprobación posteriormente determino la efectividad requerida para la relación dispositivo vs funcionamiento. De igual manera al descomponer el perfil general

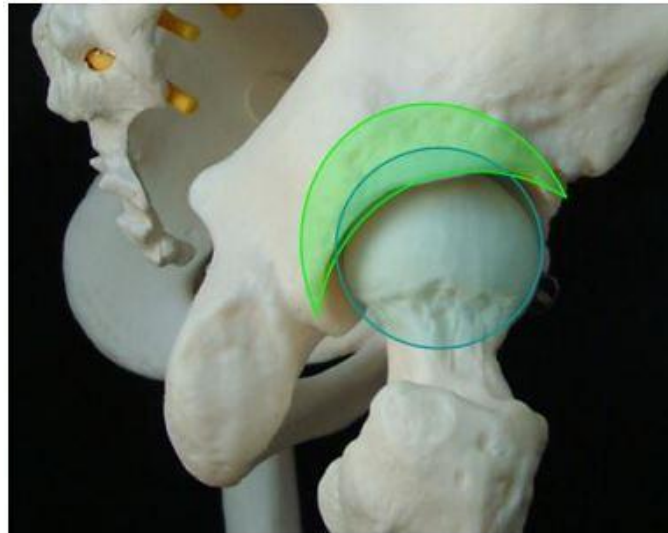


Figura 11: Cadera Unión y Articulación coxofemoral

de la articulación permitió realizar una mimesis y utilizar curvas, puntas romas y caracteres específico para su estructura, que finalmente con el propósito de simplificar y explorar formalmente el diseño, logrando innovar en la configuración estructural de la propuesta sin necesidad de crear caparazones o cubiertas en un 90 % entre el mecanismo y paciente quitándole peso y percepción de robustez. Se le atribuye el nombre de **Kneecap Motión**¹⁶ al proyecto con el fin de identificar la propuesta de diseño y trabajar sobre una identidad construida.

¹⁶ Kneecap: Rotula-Fémur - Motión: el movimiento, la marcha, el mecanismo el funcionamiento la operación.

4.3. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO KNEECAP MOTION:



Figura 12: Dispositivo rehabilitador para pacientes con lesiones osteomusculares en la articulación de la cadera Kneecap Motión Fuente: Autor

El Sistema mecánico es el encargado de realizar los movimientos requeridos en la terapia a través de cadenas cinemáticas, perfiles, tornillos; mecanismos de ajuste para las variaciones antropométricas de la población y plegabilidad del dispositivo. El Sistema electrónico es el encargado de inspeccionar y determinar el funcionamiento de los rangos de movilidad que realiza el dispositivo y que se requieren junto con la velocidad del mecanismo; a la vez transmitir cuantitativamente los rangos de movimiento de los pacientes al Sistema informático que se encarga finalmente, a través de una interfaz la transmisión al especialista de resultados de los movimientos aplicados al paciente.

Desde el diseño industrial la producción de máquinas y productos con sus fases de desarrollo progresivas aplicadas a un proyecto que busca obtener como resultante un **DISPOSITIVO REHABILITADOR PARA PACIENTES CON LESIONES OSTEOMUSCULARES EN LA ARTICULACIÓN DE LA CADERA** se definen los materiales y características

funcionales, como como la aplicación de los grados de libertad, la información de manera visual y cuantificable que debe arrojar la maquina al profesional y/o co-equipero, la verificación de aplicaciones mecánicas simples, la claridad en el funcionamiento; características ergonómicas y formales como utilización de 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, verificación de vibraciones, ruido y percentil que debe tener el dispositivo; características de seguridad del dispositivo para permitir una óptima interfaz hombre-máquina cuidando la integridad de sus usuarios, paradas de emergencia etc...

Otro aporte desde el diseño industrial es permitir ofrecer como resultado a la problemática, un dispositivo que surge de las necesidades principales de rehabilitación surgidas durante el desarrollo del proyecto y la motivación de poder llegar a ser, a su vez, asistidos mediante la 'Teleoperación, es decir deja una solución libre para realizar fases secundarias y terciarias donde se apliquen y se profundice en el mejoramiento del dispositivo.

Cabe resaltar entonces como función de Kneecap Motión: "proporcionar al usuario la óptima recuperación en el movimiento articular de flexo-extensión y principalmente la rotación interna y externa" que teniendo en cuenta la exploración bibliográfica y trabajo de campo con los dispositivos de rehabilitación, y específicamente en la rotación, que aun siento un movimiento vital para la recuperación físico-motora de la cadera, suele ser de poca producción y se originan en países fuera de alcance latinoamericano. A continuación se describen las principales características:

- Crea una Interacción amigable con el usuario en relación al uso.
- Su diseño comprende de características estético-formales, ergonómicas y de percepción óptimas para generar confort visual y táctil al usuario principal (paciente).
- Genera condiciones ideales a través de la ejecución de los requerimientos de diseño como Funcionalidad, y seguridad tanto para el usuario principal (Paciente), como el secundario (profesional).
- Es un dispositivo que puede aplicarse en la rehabilitación Pasiva y Activa de manera asistida.
- Rehabilita 4 movimientos en los rangos de movilidad necesarios que realiza naturalmente la articulación de la cadera. (5° y 120° de flexo-extensión y

rotación de 0° 50°) contribuyendo a recuperar el normal desempeño en las Actividades de la Vida Diaria en el paciente.

- Realiza Registro y evaluación cuantitativa del rango de movimiento en estado de lesión y a través de su evolución. Información posteriormente usada para complementar la valoración semiológica realizada por el profesional. A través de este tipo de registro se realizan comparaciones del rango de movimiento (en fase 1 al iniciar, fase 2 en la mitad y fase 3 al finalizar) durante el protocolo de rehabilitación, así se determina si la articulación se encuentra en estado saludable.
- Se aplica un protocolo personalizado, que permite ingresar los datos del paciente (ya que actualmente aplican protocolos estándares). Ninguno de los dispositivos revisados en el estado de la técnica y contenidos en la matriz de análisis (ANEXO 1. ESTADO DE LA TECNICA. MAQUINAS DE REHABILITACION PARA CADERA) posee valoración cuantitativa de los rangos de movimiento.
- El espacio físico utilizado para la rehabilitación (paciente-dispositivo) disminuye consecuentemente, esto conlleva a una inversión de menor de capital económico en adecuaciones de plantas físicas ubicadas en las cabeceras municipales siendo atractivo para el gobierno y el sistema de salud colombiano la implementación de este tipo de rehabilitación y la descentralización de la atención médica especializada.
- Los pacientes pueden ser rehabilitados a distancia, incluso en zonas de difícil acceso. Disminuyen gastos de desplazamiento y riesgos para los pacientes y gastos en atención y actividades por parte de la Entidades prestadoras de servicio.
- El dispositivo puede llegar a usarse en el modo disperso local o a Distancia, en donde hace posible que sea usado a través de un software de forma tele operada. Así Los profesionales de la salud podrán monitorear simultáneamente sesiones hasta de 10 pacientes ubicados en diferentes contextos geográficos.

4.3.1. Vistas del Dispositivo



Figura 13: Kneecap Motión. Vistas Frontal, lateral y Superior. Fuente: Autor

4.3.2. COMPONENTES DE KNEECAP MOTION



Figura 14: Despiece y Partes de Kneecap Motión. Fuente: Autor

A: Palanca

B: Órtesis

C: Rotula

D: Seguidor

E: Leva

F: Esfera Acoplador

G: Cilindro Acoplador

H: Adaptador a la base

I: Engranaje

J: Base - Carcaza

K: Soportes Móviles

L: Soporte Fijo

M: Tapa base

N: Tubos de Soporte

Ñ: Eje Tijera de Tubos

O: Enchufe

P: Pantalla

A). Palanca:

La palanca es la pieza que articula la Rotula a la Órtesis del paciente.

Contiene una rosca interna que se inserta en la rótula y en su otro extremo tiene un acople rotular tipo (Hembra – Macho a presión) que se acopla a la Órtesis.



Figura 15: Detalles de Palanca. Fuente: Autor

B: Órtesis De Bloqueo

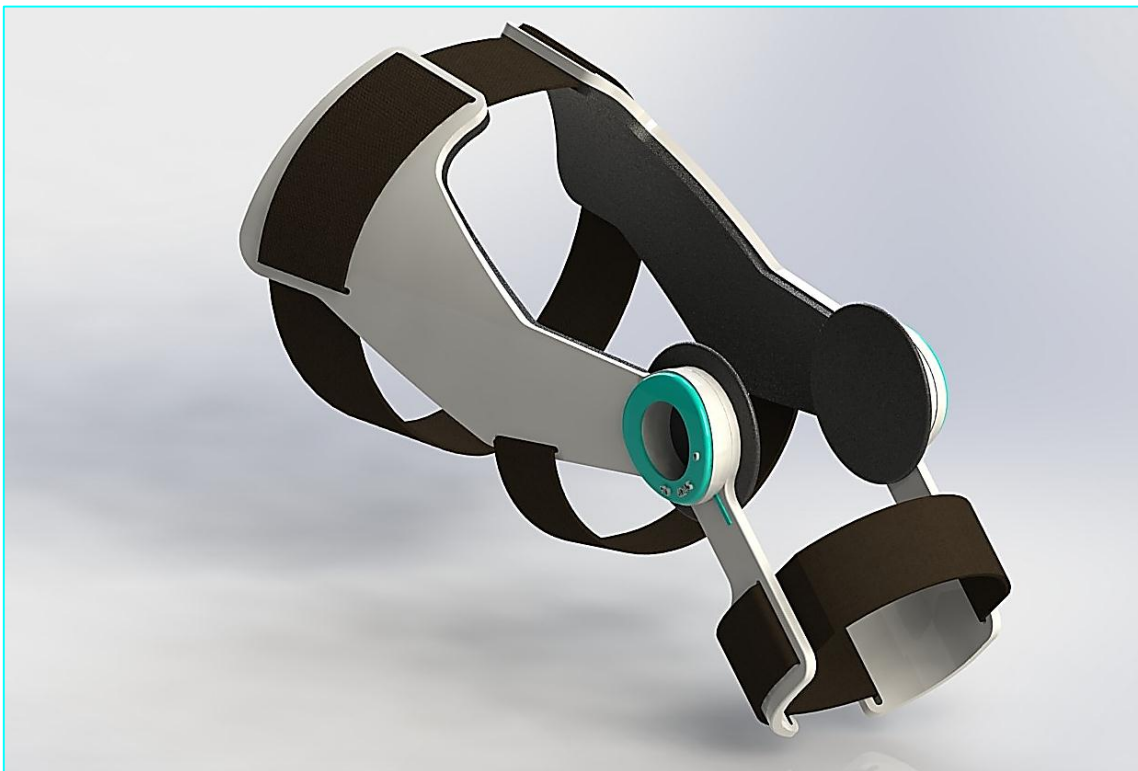


Figura 16: Órtesis Kneecap Motión. Fuente: Autor

La Órtesis de Kneecap Motión representada en la figura 16, tiene un funcionamiento multigradual tomando como referente a las rodilleras ortopédicas multipropósito ya existentes (ver figura 17) Donde es rediseñado en el sistema de bloqueo integrando pines sistema hembra macho generando una órtesis articulada que permite variar posición la pierna insertando la tapa exterior en la tapa interior (ver figura 18-E), tiene doble lado de bloqueo (para utilización en lesiones en la parte izquierda de la cadera y lesiones en la parte derecha de la cadera).



Figura 17: Órtesis de Referencia Multipropósito

Tenemos una articulación cinemática donde se involucra la rodilla y la cadera, por ende se busca efectuar el movimiento de cadera de la mejor manera bloqueando la rodilla. El bloqueo de la rodilla se realiza con el fin de transmitir todo el movimiento a la cadera, la Órtesis de Kneecap Motión consta de dos estabilizadores laterales obteniendo un mejor control medio- lateral y tres correas de Gore text® (Figura 18-A) ajustables con recubrimiento interno de foam y velour (Figura 18-B).

Confeccionada en tejido elástico de punto transpirable sin costuras lo que evita rozamientos molestos. Muy resistente y suave ofreciendo un mayor confort y ajuste anatómico en 3D, incorpora almohadilla visco-elástica (Figura 18-C) en forma de anillo en la parte articulada (soportes laterales Figura 18-D).

El ajuste bloquea la pierna del paciente y se puede observar detalladamente en la figura 18-E, 18-F Tiene un rango de extensión a 0°, y bloqueo en control de rango de movimiento gradual de flexión con incrementos desde 45°, 60° y 90°. (Posición de confort ergonómica para flexionar la pierna).

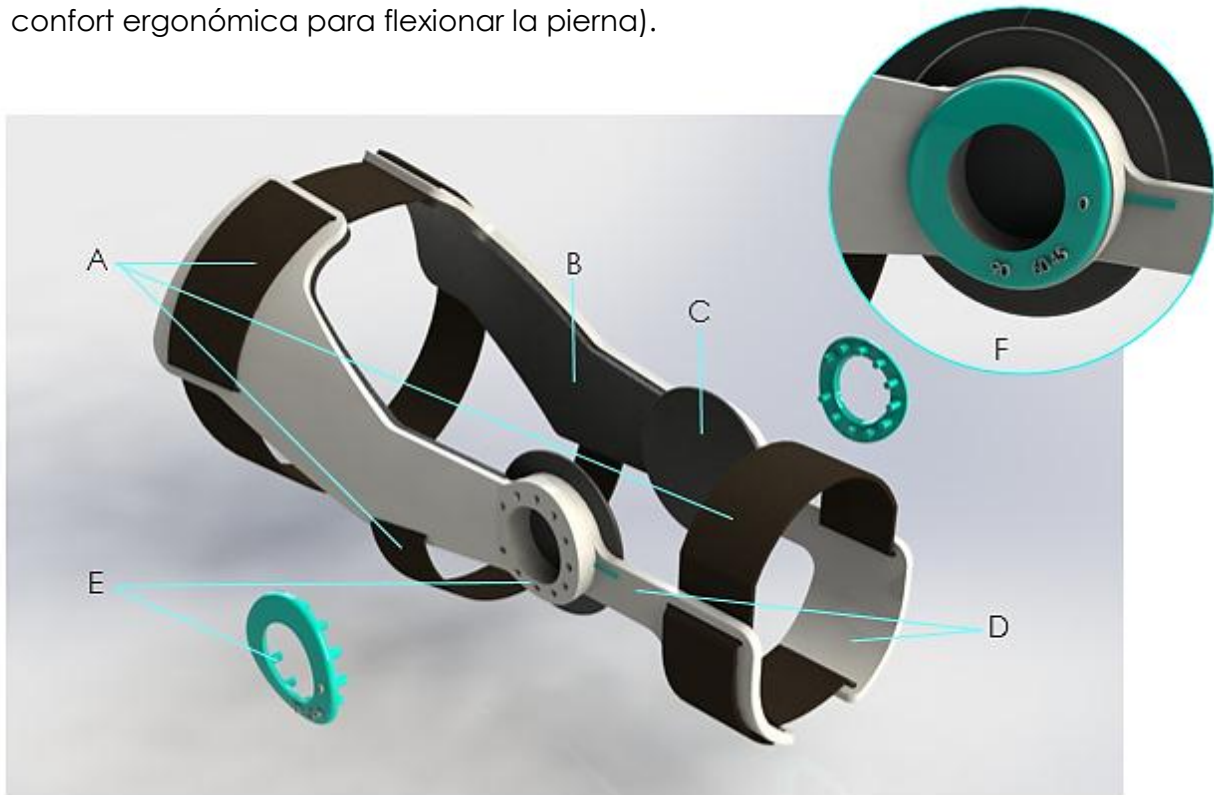


Figura 18: Vista Explosionada de Órtesis. Fuente: Autor

La órtesis de Kneecap Movimiento ofrece al usuario principal un sistema de soporte para pie que garantiza su estabilidad y se adapta a percentiles antropométricos colombianos gracias a las hebillas insertas en los estabilizadores de fácil liberación que permiten sujeción y adaptabilidad de forma rápida y sencilla.

C: Rotulas

Las rotulas son piezas que se ubican sobre el acoplador y se sostienen a través del Seguidor.

Son las encargadas del movimiento a través del deslizamiento del seguidor sobre su Leva.

Tienen un terminal en un tornillo de potencia Rosca Acmé que rosca la Palanca de Movimiento.



Figura 19: Seguidor de Rotación Interna y externa 0°-50°. Fuente: Autor



Figura 20: Seguidor 5°-120° de Flexo-Extensión Fuente: Autor

D: Seguidor

El seguidor o pin es una pieza importante en el dispositivo ya que este es el encargado del movimiento de la rótula que hace las veces de leva.

Se utiliza el rediseño de un tornillo zincado (ver figura 21) con cabeza de mariposa acuñada para sujeción ergonómica; con un rodillo deslizante (ver Tipos de Cierre en Mecanismos de Leva Seguidor) que permite efectivamente el deslizamiento sobre la leva pero a su vez se fija al acoplador de manera precisa y fuerte por medio de una terminación y rosca métrica disponible comercialmente desde 16mm – 30mm que asegura el seguidor en el acoplador y se permite retirar luego para hacer cambio de rótula.



Figura 21: Referente, Tornillo Zincado con cabeza de mariposa.

El proceso de trabajo de muchas máquinas conduce a la necesidad de tener entre sus componentes mecanismos en los cuales el movimiento de sus eslabones finales deba ser ejecutado rigurosamente por una ley dada y coordinadamente con el movimiento de otros mecanismos. Para cumplir esta tarea los mecanismos más sencillos, seguros y compactos resultan los de levas.

Una característica inigualable de las levas es que pueden impartir movimientos bien distintos a su seguidor, de hecho las levas pueden ser usadas para obtener movimientos inusuales o irregulares que serían muy difíciles de obtener con otros mecanismos, siendo esta su principal ventaja. Teóricamente entran en contacto por una línea, por lo que teóricamente la presión específica en el lugar de contacto deberá ser indefinidamente grande. En la práctica debido a la deformación elástica de los elementos del mecanismo el contacto se realiza en un área muy pequeña, siendo la presión específica debido a esto limitada, pero superior a la que se produce cuando el contacto se realiza en un área mayor, como sucede en los pares cinemáticos inferiores (Lic. González Quintero, 2004).

Tipos de Cierre en los Mecanismos de Leva Seguidor



Figura 22: Pin – Seguidor cabeza de Mariposa Con Rodillo. Fuente: Autor

El seguidor, o el empujador, necesitan mantenerse en contacto con la superficie de la leva para alcanzar el movimiento deseado. El contacto permanente del par cinemático superior en el mecanismo de leva se puede garantizar por una cerradura geométrica, cierre cinemático, o por fuerza con la ayuda de distintas cargas, en este caso los muelles son muy populares para este propósito. En los casos donde el seguidor está en el plano vertical, el peso del seguidor y de las partes unidas a él puede ser suficiente para mantener el contacto.

Con el objetivo de disminuir el roce entre los elementos de los pares cinemáticos de dos movimientos, así como para reducir los esfuerzos de contacto, en los mecanismos de leva, se introduce con frecuencia un elemento especial, el rodillo, (ver figura 22) que gira libremente en un eje fijado al bastidor, lo cual implica un ahorro de energía, baja temperatura de operación y alta capacidad de carga. Al determinar el número de grados de libertad del mecanismo, el rodillo no debe ser tomado en cuenta porque la rotación del mismo no ejerce influencia en el movimiento del seguidor. Las levas tienen una función muy importante en la operación de muchas clases de máquinas, especialmente en las automáticas, tales como imprentas, maquinarias de la industria textil, máquinas herramientas talladoras

de engranajes, etc. Las levas son indispensables en el mecanismo para cualquier clase de maquinaria en la que el control automático y la exactitud en el tiempo son imprescindibles. Las posibles aplicaciones de las levas son ilimitadas y existen en una gran cantidad de formas y surtidos. Algunas de las formas más comunes serán consideradas en este artículo (Lic. González Quintero, 2004).

E: Leva



Figura 23: Trayectoria Curva o de Tambor de Leva

Como mencionamos anteriormente, existe una gran variedad de levas disponibles, que pueden ser clasificadas según sus diferentes aplicaciones o configuraciones. Para este proyecto se utiliza una leva cilíndrica de trayectoria curva o de tambor para Rotación interna y externa y para flexo extensión una trayectoria inclinada recta pero que a su vez no deja de ser del mismo tipo de leva como se ilustra en la figura 23. Dependiendo del carácter del movimiento de la leva y del seguidor se presenta movimiento rectilíneo alternativo de la leva que se transforma en

un movimiento oscilante del seguidor.

Como se mencionó, el rasgo distintivo de los mecanismos de levas es que puede impartir un movimiento al seguidor según una ley cualquiera. Por supuesto el movimiento del seguidor depende de la tarea deseada y puede prescribirse detalladamente.

Para el funcionamiento de flexo-extensión o rotación se realiza un cambio de rotula. Este sistema es controlado mediante un mando manual, que permite al profesional de la salud; según el caso controlar las propiedades de funcionamiento con respecto al movimiento que efectuará la rehabilitación del paciente.

El desplazamiento del seguidor puede representarse gráficamente, es conveniente trazar el movimiento prescrito del seguidor contra el tiempo, aunque realmente puede expresarse también en función del desplazamiento angular, el diagrama obtenido se nombra diagrama de desplazamiento del seguidor

A través de este diagrama pueden explorarse el movimiento y la cinemática del mecanismo sin tener en cuenta la forma de la propia leva. El eje vertical de este diagrama representa el desplazamiento lineal del seguidor (mm), en el eje horizontal se despliega el tiempo (s o min.) o el desplazamiento angular medido en grados o fragmentos de una revolución. Este diagrama normalmente se construye a escala y

es sumamente útil para el análisis de la cinemática del seguidor y para la determinación de la forma de la leva (Lic. González Quintero, 2004).

Para el análisis cinemático, la curva del desplazamiento del seguidor contra el tiempo es la preferida pero para la determinación del perfil de la leva, la curva deseada se determinó mediante la síntesis del mecanismo utilizando prototipos de madera con trayectorias representados en la figura 24.1, distintas para cada movimiento (flexo-extensión y Rotación).

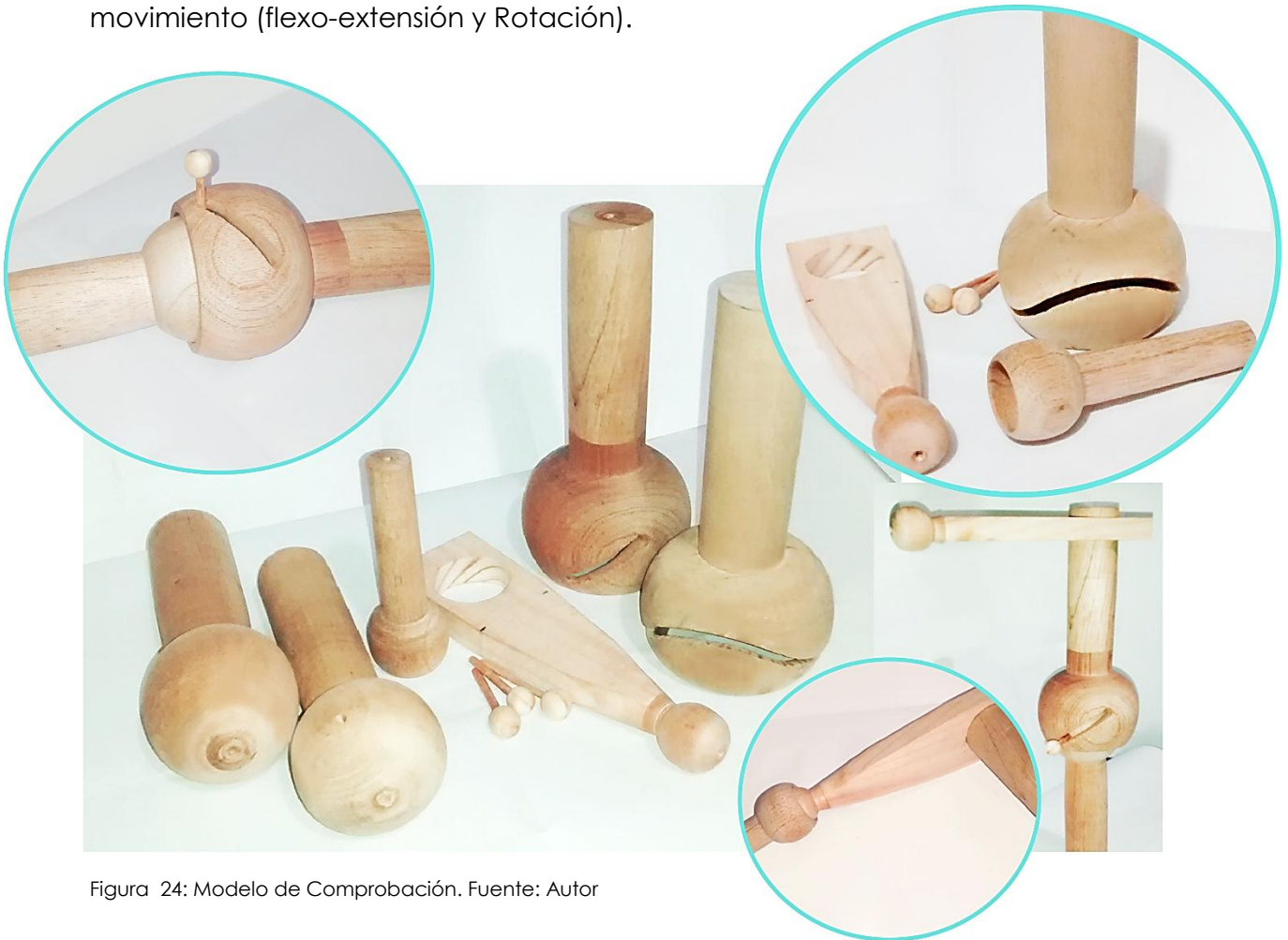


Figura 24: Modelo de Comprobación. Fuente: Autor



Figura 24.1: proceso de concepción y desarrollo de forma realizado entre los meses de Marzo y Abril de 2015. Mediante dicho proceso se logró establecer la estructura formal tomada como propuesta final en esta fase de Kneecap Motion.

F-G: Acoplador



Figura 25: Articulación Acoplador-Base: Detalles. Fuente Autor

F: El acoplador consta de una esfera en aluminio roscada al tornillo inserto roscado que hace parte del cilindro del acoplador.

G: El cilindro termina en una cruz inserta en la base o soporte del dispositivo y permite la conexión al mecanismo una vez esta acoplado.

El modo en que se asegura una pieza con otra permite la producción de la pieza, la seguridad y estabilidad al movimiento.

El movimiento se genera a través de carga axial de empuje generado por el motor, que hace que el acoplador gire sobre su propio eje.

H: Adaptador a La Base

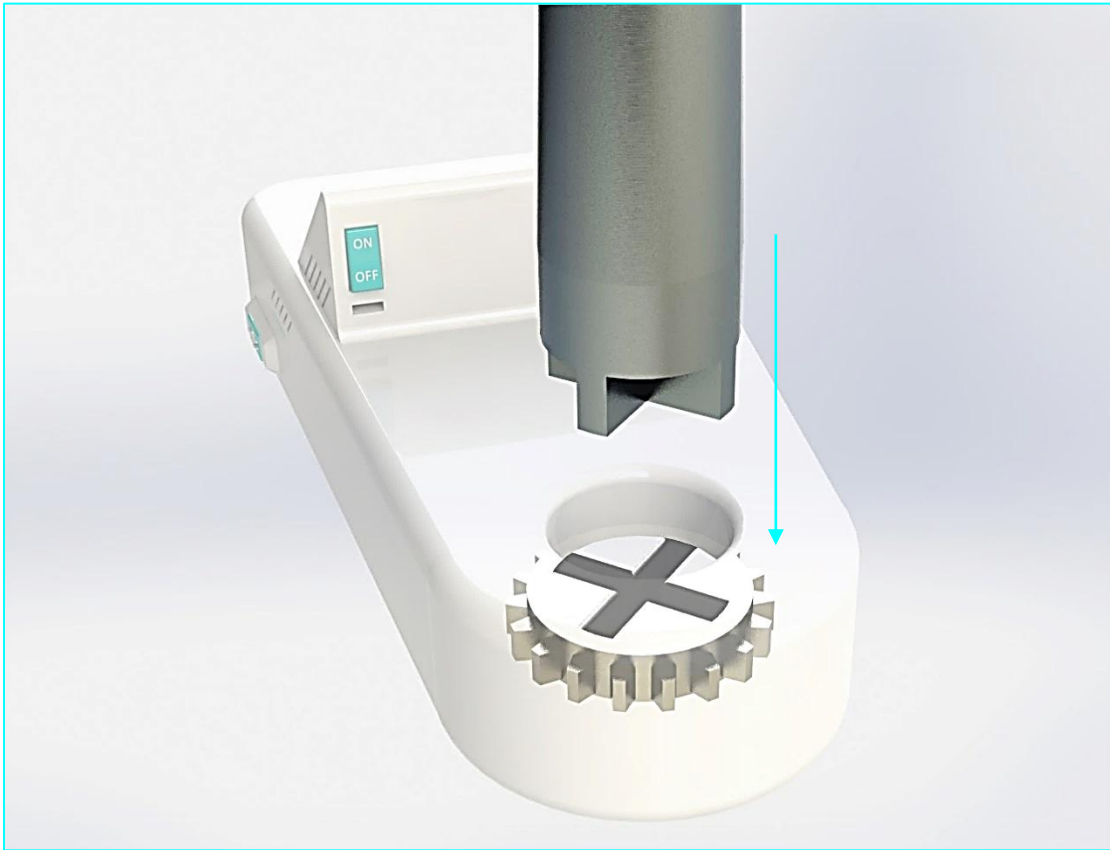


Figura 26: Articulación entre acoplador, Base y Mecanismo. Fuente Autor

Sistema de ensamble y asegurador de piezas del dispositivo entra al acoplador a la base o carcasa como se muestra en la figura 26.

I: Engranaje: El acoplador se une a la base por medio de su terminal en una cruz que encaja el engranaje interno de la carcasa haciendo contacto con el mecanismo que al quedar encajado permite su funcionamiento.

J: Base - Carcasa



Figura 27: Vista Inferior y perspectiva de la Base. Fuente: Autor

La base o carcasa de Kneecap Motión es una cavidad plástica que cuenta con adaptaciones formales necesarias para la interacción con piezas electrónicas standard como las cavidades para cables telefónicos, USB (Figura 28-B1) que comunican el cerebro ubicado en el interior de la cavidad plástica y sistema mecánico encargadas del funcionamiento del dispositivo con el sistema electrónico que a su vez tiene la adaptación necesaria para interacción con el switch (Figura 28-B2) que controla el encendido o apagado y botón de emergencia (Figura 28-A).



Figura 28: Detalle base o carcasa. Fuente: Autor

K: Tubos de Soporte: La Base se sostiene mediante 3 tubos de una pulgada que funcionan de manera graduable acuerdo al estándar para camillas (56 y 76 cm de Altura). Su graduación en altura se da gracias a la forma de "tijera o Y"



Figura 29: Detalles Soporte-Base

L: Eje Tijera de Tubos: Los tubos son unidos entre ellos por un eje en forma de tijera que permite el desplazamiento de la patas de manera lateral con el fin de graduar la altura de la Base.

M: Soportes Móvil: También, tiene un soporte móvil es decir permite que los tubos encajen y desencajen y esto genera el cambio de longitud (Figura 29-A2).

N: Soporte Fijo: Tiene un soporte fijo como se muestra en la Figura 29-B) que le da estabilidad y el punto de inicio para el desplazamiento de los tubos.

Ñ: Tapa base: La tapa de la base es la que permite acceder al interior del mecanismo con el fin de posibilitar su mantenimiento en sitio o limpieza del interior y sus componentes.

O: Enchufe: Tiene una conexión eléctrica (ver Figura 28-C) con un sistema de resorte que recoge y estira el enchufe mediante un botón tipo flexómetro (ver figura 28-B3).

P: Pantalla



La pantalla de control de Kneecap Motión (Ver figura 30-31) tiene una interfaz que permite al profesional de la salud; controlar de manera digital los rangos de flexo-extensión, Rotación interna-Externa, velocidad, y tiempo de trabajo.

Cuenta en su interior con placa electrónica impresa, manejo táctil, antena X8Re, pantalla digital y protector de pantalla.



Figura 30: Diseño simulación Interfaz. Fuente. Autor

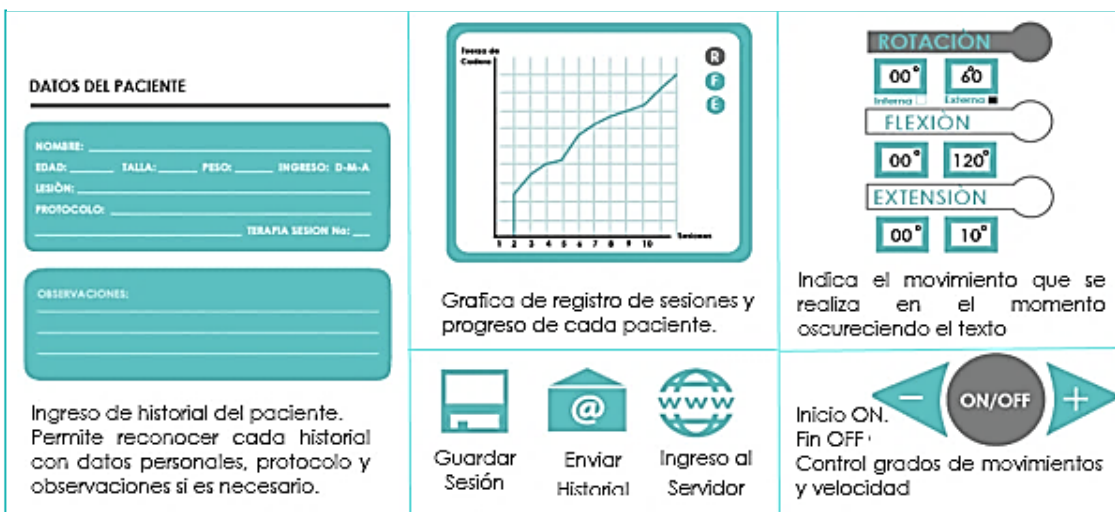


Figura 31: Infografía de Interfaz. Fuente: Autor

4.4. DESCRIPCION DEL MECANISMO

4.4.1. Mecanismo Leva Seguidor:

Al proyectar una máquina es necesario elegir el mecanismo o serie de mecanismos que deben entrar en su composición partiendo de las operaciones a realizar el trabajo de la misma. Por tanto, los mecanismos se seleccionarán de forma que el movimiento del eslabón conducido se atenga a una determinada ley.

En algunas máquinas se requiere que el eslabón conducido siga una ley de movimiento complejo. Una solución sencilla, compacta y económica es el mecanismo leva-seguidor; adicionalmente, este tipo de mecanismo tiene la ventaja que son fáciles de diseñar movimientos del seguidor que tengan casi cualquier característica deseada. Según (Lic. González Quintero, 2004) *"Una característica inigualable de las levas es que pueden impartir movimientos bien distintos a su seguidor, de hecho las levas pueden ser usadas para obtener movimientos inusuales o irregulares que serían muy difíciles de obtener con otros mecanismos, siendo esta su principal ventaja"*.

Una leva es un elemento mecánico que sirve para impulsar, por contacto puntual o lineal, a otro elemento, llamado seguidor, para que éste desarrolle un movimiento específico.

Un mecanismo leva-seguidor consiste de dos eslabones móviles, con coordenada generalizada φ para la leva y s para el seguidor, que se ponen en contacto mediante un par superior, ambos eslabones están unidos al bastidor mediante un par inferior. De esta manera se obtiene un mecanismo de un grado de libertad en el que se define una ley de dependencia entre las coordenadas que describen el movimiento de la leva y del seguidor; esta ley recibe el nombre de ley de desplazamiento del seguidor.

En el mecanismo de leva-seguidor, dada la ley de movimiento giratorio de la leva, el seguidor se desplazará también según una ley de movimiento completamente determinada, que depende del contorno (perfil) de la leva y el tipo de seguidor. Por consiguiente, dándole a la leva y al seguidor una determinada forma se puede obtener la ley de movimiento requerida para el seguidor (Mecánica, pág. 11.1).

Entre las características más importantes de los mecanismos levas-seguidor, se destaca su versatilidad y flexibilidad para el diseño. Esto conduce a una gran variedad de perfiles y formas, y a la necesidad de utilizar una terminología para diferenciarlas.

La clasificación de los mecanismos leva-seguidor puede realizarse utilizando diferentes criterios: la geometría de la leva, la geometría del seguidor, el tipo de cierre del par superior, la ley de desplazamiento, entre otros. Y el tipo de mecanismo que se utiliza en este proyecto es basado en la clasificación según la geometría de la Leva (Mecánica).

4.4.2. Según la geometría de la leva

Las levas se clasifican según sus formas básicas. En la Fig. 32 se presentan cuatro tipos diferentes de levas: leva de disco, leva de cuña, leva de tambor y leva de cara. La menos común es la leva de cuña ya que requiere de un movimiento alternativo de entrada en lugar de un movimiento continuo y la leva más común es la leva de placa. (Mecánica, pág. 11.2).

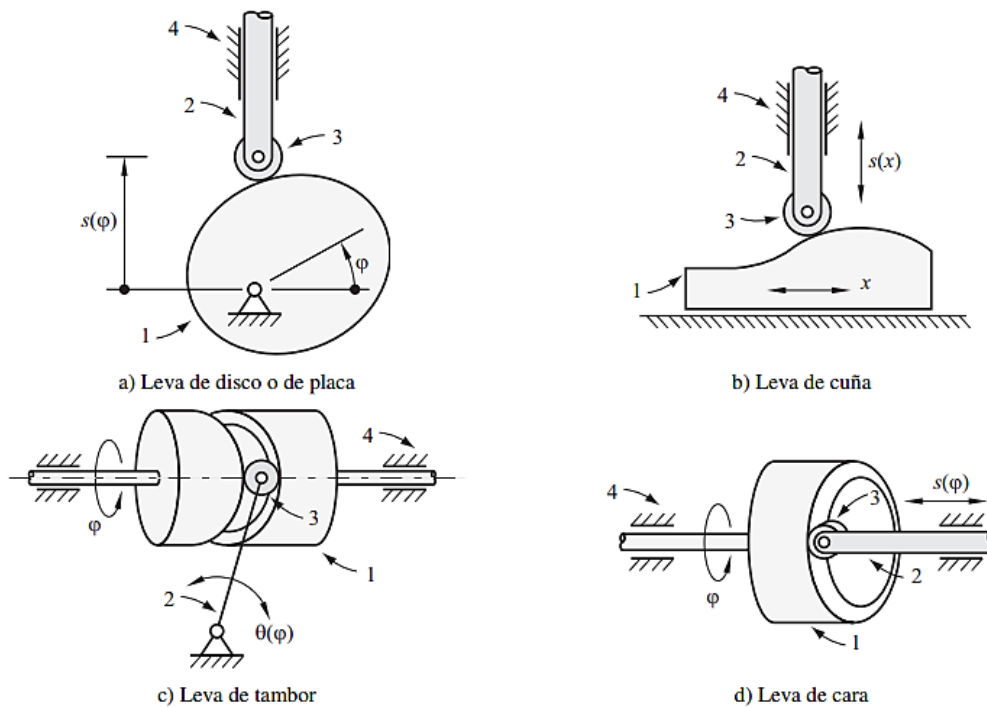


Figura 32: Geometría básicas de la leva.

Fuente: Facultad De Ingeniería Mecánica – Universidad Tecnológica De Pereira, Lección 11, Mecanismos de Leva y Seguidor

4.5. ASPECTOS MECANICOS

4.5.1. Fricción por Rodamiento

Cuando una pieza rueda sobre otra sin deslizamiento, el coeficiente de fricción es mucho menor. La fuerza de fricción variara directamente con la potencia de la carga e inversamente con el radio de curvatura de los elementos que ruedan. La fricción por rodamiento varía muy poco con la velocidad (Robert L, págs. 355- 356).

4.5.2. Efecto lubricante sobre fricción

El uso de un lubricante en el punto de contacto del deslizamiento tiene varios beneficios sobre el coeficiente de fricción. Los lubricantes pueden ser líquidos o sólidos, aunque comparten las propiedades de baja resistencia a la cortante y alta resistencia a la compresión. Los llamados lubricantes EP (de presión extrema) agregan al aceite ácidos grasos u otros compuestos que atacan químicamente y forman una capa contaminante que protege y reduce la fricción (Robert L, pág. 356).

Los lubricantes, especialmente los líquidos, también sirven para eliminar el calor en el punto de contacto, aunque no se pueden mantener sobre la superficie o carecen de alguna propiedad requerida como la resistencia a temperaturas altas; los lubricantes secos, solidos como el Grafito y el Bisulfato de molibdeno se presentan bajo efectos cortantes los cuales se agregan al punto de contacto y tienen la ventaja de su baja fricción y su resistencia a las altas temperatura; este es el motivo por el cual el lubricante de película solida se utilizara en la Leva con el fin de generar un movimiento deslizante Rodillo-Leva efectivo y sin rugosidades que será el Grafito(grafito y/o MoS_2 de uso común para cerraduras y mecanismos intermitentes y en constante movimiento en metales y polímeros, fricción baja (0.12-0.06) razonable vida larga ($\cong 10^4$ a 10^6 ciclos); los lubricantes secos se suministran en forma de polvo y pueden transportarse al punto de contacto mediante una grasa de petróleo u otro material) (Robert L, págs. 487-488-489).

4.6. COMPONENTES MECANICOS

4.6.1. Servomotor

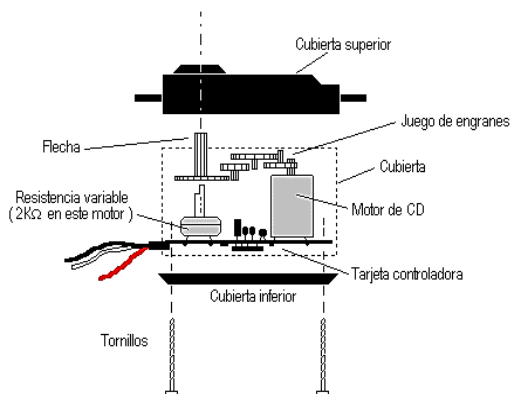


Figura 33: composición interna de las piezas dentro de un Servomotor

Fuente: <http://www.info-ab.uclm.es/labelec/solar/electronica/elementos/servomotor.htm>

Un Servo es un dispositivo pequeño que tiene un eje de rendimiento controlado. Este puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que una señal codificada exista en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia. En la práctica, se usan servos para posicionar superficies de control como el movimiento de palancas, pequeños ascensores y timones. Ellos también se usan en radio control, títeres, y por supuesto, en robots.

- Los Servos son sumamente útiles en robótica
- Tiene internamente una circuitería de control interna y es sumamente poderoso para su tamaño.
- Un servo normal o Standard como el HS-300 de Hitec tiene 42 onzas por pulgada o mejor 3kg por cm.
- De torque que es bastante fuerte para su tamaño. También potencia proporcional para cargas mecánicas. Son reversibles
- Un servo no consume mucha energía. Costos de control bajos.
- El motor del servo tiene algunos circuitos de control y un potenciómetro (una resistencia variable) esta es conectada al eje central del servo motor, que supervisa el ángulo actual del servo motor.
- Si el eje está en el ángulo correcto, entonces el motor está apagado. Si el circuito chequea que el ángulo no es el correcto, el motor girará en la dirección adecuada hasta llegar al ángulo correcto.
- El eje del servo es capaz de llegar alrededor de los 180 grados.
- Dentro del servomotor, una tarjeta controladora le dice a un pequeño motor de corriente directa cuántas vueltas girar para acomodarse en la en la posición que se le ha pedido.
- En la figura 33, se observa la ubicación de estas piezas dentro del servomotor.

4.6.2. Función del Circuito

La funcionalidad que tendrá en este caso, es activar el giro de un servomotor, la velocidad del giro en el servomotor estará controlada por un potenciómetro, que nos ayudará a incrementar o disminuir la rapidez del giro. Aplicación de ajuste en velocidades Alta, Media y Baja. La conexión física es relativamente muy sencilla.

4.6.3. Programación

Con el motor del dispositivo conectado directamente al acoplador mediante un engranaje se mantiene el movimiento cinético, llevando a cabo la rotación sobre su mismo eje; como se mencionó anteriormente el servomotor el arduino y el

potenciómetro permite tanto al paciente, como al profesional de la salud la posibilidad de regular el rango de movimiento por medio de tres velocidades (alta, media, baja) angulación y potencia requerida del Movimiento.



Figura 34: Detalle botón Encendido. Fuente: Autor

Por cuestiones de seguridad, el dispositivo se encuentra programado para que después de activar el switch (Figura 34) se da inicio a la terapia si los datos del paciente se encuentran completos es decir ingresados a la pantalla y adecuadamente registrados.

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 la articulación a rehabilitar. De esta manera se da inicio al protocolo de rehabilitación y al finalizar el protocolo, el dispositivo retorna a su condición inicial- home es decir rotura alineada verticalmente al acoplador y horizontalmente a la férula (Figura 34-A).

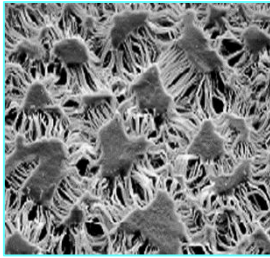
Por medio de la interfaz se efectúa el registro cronológico de la evolución del paciente y la evaluación cuantitativa, esto es medido a través de sensores de posición (ángulos, velocidad y fuerza) registro que posteriormente en una gráfica

(ver Interfaz figura 30-31) puede ser almacenado en bases de datos y extraídos del dispositivo por adaptaciones al 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).

Como medida de seguridad, posee un sistema mecánico-electrónico, que permite al dispositivo durante el protocolo pausar o reanudar de emergencia (ver Figura 28-A Botón de Emergencia), en caso de actividad ajena a la indicada por el profesional, actividades como alcances angulares mayores, evitando así, movimientos de choque o hiperextensión mayores a los alcances angulares permitidos por el protocolo del profesional.

4.7. MATERIALES



Se plantearon conceptualmente cinco 5 materiales cuyas propiedades mecánicas son acordes con los requerimientos y establecidos (ver Matriz de requerimientos) para finalmente lograr la producción eficiente de Kneecap Motión.

El peso de los materiales fue importante en su selección ya que como requerimiento de la propuesta de diseño la portabilidad juega un papel importante en su mismo desarrollo y esto garantiza que pueda ser transportado a diferentes municipios o corregimientos, por lo cual se planteó que el dispositivo no deberá pesar más de 12 KG. También se tuvo en cuenta respecto a los materiales factores como manufacturabilidad, estabilidad y resistencia y procesos presentes en la industria nacional con propiedades mecánicas acordes.

Para cuestiones de Confort los materiales debían ser agradables al tacto, seguros y asépticos. Especialmente para el paciente con el fin de brindar una interacción agradable entre el dispositivo, su sentido del tacto al interactuar de manera suave, elástica y flexible con su piel y la vista al tener un aspecto perceptivamente agradable. En este orden de ideas los materiales planteados para la producción de Kneecap Motión son:

- GORE-TEX®
- Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
- Poliuretano
- Aluminio.
- Policarbonato

Figura 35: Presentación Material. Gore Tex®, ABS, Poliuretano, Aluminio, Policarbonato.
Fuente: Autor.

4.7.1. Gore-Tex®:

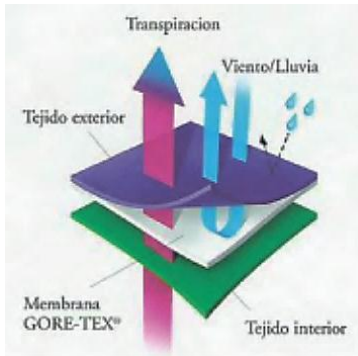


Figura 36: Tejido Gore Tex®

Material, producto de desarrollos tecnológicos textiles que pueden considerarse precursores de los textiles inteligentes y que, desde luego, tienen absoluta vigencia en la actualidad. Por medio de membranas impermeables-transpirables el Gore-Tex®, que es una membrana de PTFE (politetrafluoroetileno) expandida, con microporos cuyo tamaño medio es del orden de 100 nm, lo que las hace transpirables, es decir, expulsan la humedad (sudor) hacia fuera, manteniéndose a su vez impermeable al agua (lluvia, nieve...) y esto evita que la transpiración quede impregnada en las piezas durante

la actividad. Este textil se propone para los recubrimientos en zonas de ajuste de la Ortesis como ajuste para la pierna.

4.7.2. Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS):

Es un termoplástico con alta resistencia mecánica al impacto combinado con facilidad para el procesamiento. 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, fresar, torneear, aserrar y troquelar. Se adapta a las 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 electroplateado.

Se propone al ABS para las rotulas y la estructura con recubrimientos de la base soporte del mecanismo, articulado a la carcasa de la pantalla del Controlador, que a su vez es contenedor de piezas mecánicas, contenedor de piezas electrónicas permitiendo en su interior el funcionamiento de los mismos sin ser afectados, manteniendo la integridad y la salud del paciente en rehabilitación.

4.7.3. Poliuretano:

El poliuretano es un polímero termoestable cuyas principales propiedades son la flexibilidad, suavidad, elasticidad, resistencia a la abrasión y diferentes tipos de comportamiento según el tratamiento en su proceso de producción. Otras de sus propiedades son resistencia aceites minerales, grasas, sudor y fluidos corporales. Barrera al oxígeno, ozono y luz UV. En Kneecap Movimiento se utilizará en la constitución formal de la órtesis que interactúa con la pierna del usuario principal.

4.7.4. Aluminio:

Los principales atributos son sus elevadas propiedades físico-mecánicas, baja toxicidad y liviandad. 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 del acoplador, estructura esquelética, es decir la base de la máquina y su composición cinética, también será usado para los tubos de la base que funcionan mediante el sistema tijera; se utilizarán diámetros de 1 (Una pulgada, 25,4 mm) EN CALIBRES 3,16" (4,76 mm) (Calibres de Acero, s.f.).

4.7.5. Policarbonato (PC):

El policarbonato es un polímero termoestable cuya principal propiedad; por encima de sus propiedades físico-mecánicas, es la transparencia que permite, siendo ideal para piezas que dejan entrever de un lado al otro. Además de eso cuenta con una alta resistencia a rayones, permite acabados superficiales con alto brillo y es resistente a rayos UV. Será utilizado para el protector de la pantalla.

4.8. FUNCIONAMIENTO

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. 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.

Con respecto a la arquitectura esquemática electrónica, es prudente mencionar que se cuenta con recursos disponibles para realizar funcionamientos completamente automáticos, sin embargo, se realiza de esta manera pensando en el acompañamiento que el profesional de la salud debe tener con el paciente en recuperación, pues el profesional es quien conoce este tipo de procesos y es la persona adecuada para tomar decisiones influyentes en el proceso de rehabilitación de cualquier articulación

4.9. MODO DE USO



Figura 37: Kneecap Motión, Paciente y Especialista. Fuente: Autor.

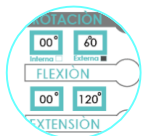
Con el paciente sobre la camilla en posición sedente proceda de la siguiente manera:



1) conecte el Enchufe a una corriente eléctrica



2) Ingrese los Datos del Paciente y verifique el protocolo a realizar



3) De acuerdo al movimiento que desea realizar, configure los grados y velocidad



4) proceda a poner la rótula escogida de acuerdo al movimiento sobre el acoplador asegurándolo con el seguidor o pin y luego rosque la palanca de movimiento según lo requiera.



5) Coloque la Órtesis en el paciente bloqueando la flexión a 45°, 60° o 90° grados de acuerdo a su etapa y patología. Después, ajuste la Órtesis a la Palanca de Movimiento



6) Con el dispositivo en posición Home, pulse el botón de inicio para realizar la rehabilitación.



7) Observe la gráfica de resultados para verificar el estado del paciente y realice observaciones si es pertinente (en el recuadro de datos)



8) Guarde la sesión o envíela según el requerimiento.



9) Al finalizar pulse de nuevo el botón de ON/OFF para apagar el dispositivo y retomar la posición home. Y retire al paciente del dispositivo.



10) en caso de emergencia pulse el botón rojo.

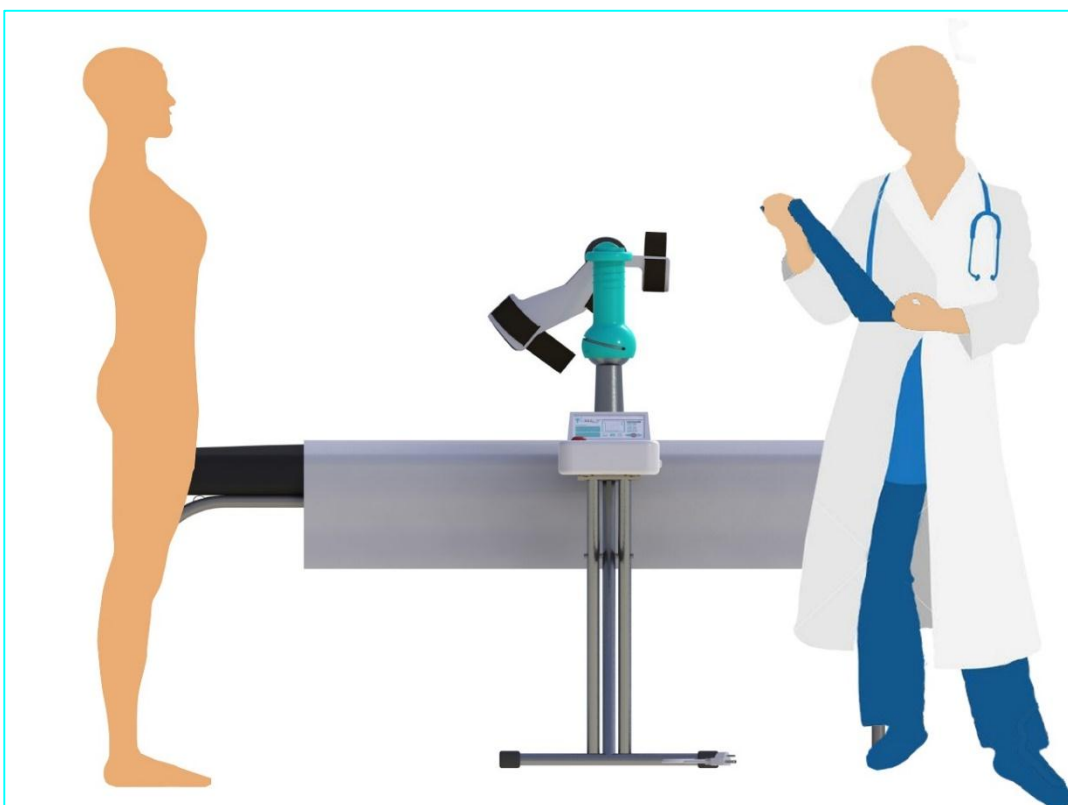


Figura 38: Secuencia de Uso Kneecap Motión. Fuente: Autor



Figura 39: Secuencia de Uso Kneecap Motión, Ubicación Paciente. Fuente: Autor



Figura 40: Secuencia de Uso Kneecap Motión, Flexo - Extensión. Fuente: Autor



Figura 41: Secuencia de Uso Kneecap Motión, Rotación. Fuente: Autor

4.10. COMPROBACION DE LOS REQUERIMIENTOS

Tabla 8: Comprobación de requerimientos Funcionales. Fuente: Autor

CD	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	✓	METODO
FUNCIONAL	Mover la articulación en flexo-extensión y rotación interna y externa de la muñeca	Si	Kneecap Motión cumple este requerimiento ya que por medio de la forma del seguidor de cada rotula permite realizar 4 grados de libertad: flexión 110° a 120°, Extensión 5° a 15°, rotación interna 0 a 30° y rotación externa 0 a 50°
	Realizar rehabilitación pasiva o activa	Si	El mecanismo esta dado para que se realice la rehabilitación Pasiva y mediante la desactivación del motor (embragues) deja el sistema libre para hacer rehabilitación Activa. Así se adapta a las necesidades de rehabilitación del paciente de acuerdo al protocolo.
	Medir el ángulo del movimiento articular	Si	Cumple estos requerimientos de manera visual y cuantitativa mediante el monitor o pantalla que consta de una interfaz que permite medir el ángulo, calcular el número de sesiones y arroja una gráfica que mide el torque de la cadera vs la cantidad de terapias de cada paciente.
	Contar el número de repeticiones del cada ejercicio	Si	
	Medir el torque de la cadera durante la rehabilitación activa	Si	
	Utilizar categorías discretas de velocidad: alto-medio-bajo	Si	La interfaz visualiza la velocidad que puede ser graduada de acuerdo a la fase de rehabilitación del paciente y al criterio del especialista
	Actualizar cada sesión de rehabilitación a través de una gráfica	Si	Cumple este requerimiento guardando los datos de cada paciente en el historial de información actualizándose en cada sesión.
	Interfaz que permita al especialista definir el protocolo	Si	Mediante la telemedicina y la conexión por puertos USB e internet deja el dispositivo abierto a intervenciones que permitan el monitoreo a distancia por un especialista
	Interfaz que permita al co-equipero aplicar el protocolo	Si	El co- equipero cumple este requerimiento mediante la programación de dispositivo que el especialista puede programar a distancia.
	Sistema de potencia simple	Si	Kneecap Motión tiene un sistema y mecanismo simple que no necesita constante mantenimiento; y por medio de la tapa en la base o carcasa permite el acceso interno haciendo su fácil mantenimiento e higiene
	Mantenimiento que pueda hacerse en sitio	Si	
	Los grados de libertad se realizan de manera individual	Si	Los movimientos se realizan de manera independiente acoplando y desacoplando de la base las rotulas de acuerdo al tipo de movimiento a rehabilitar. (rotula para Flexo-extensión y rotula para Rotación)

Tabla 9: Comprobación de requerimientos Ergonómicos y Formales. Fuente: Autor

ERGONOMIA Y FORMA	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	✓	METODO
	Utilizar elementos equalizables ajustables entre los percentiles 5 y 95 de la población Colombiana	Si	Se adapta a pacientes de cualquier peso y estatura gracias al sistema de correas ajustables con materiales elásticos y velcro.
	Utilizar elementos fijos con dimensiones de acuerdo al percentil 95 de la población Colombiana	Si	
	Utilizar elementos equalizables ajustables entre los percentiles 5 y 95 de la población Colombiana	Si	
	Utilizar elementos fijos con dimensiones de acuerdo al percentil 95 de la población Colombiana	Si	
	Las superficies en contacto con el paciente deben ser completamente cubiertas	Si	Kneecap Motión utiliza el material apropiado para que al estar en contacto con el paciente genera confort y comodidad.
	Superficies lisas	Si	
	Acabados con puntas romas	Si	
	Disminuir la presión con las extremidades	Si	
	Materiales que puedan ser limpiados	Si	
	Minimizar áreas de contacto	Si	
	Utilizar colores relajantes	Si	Utiliza la cromaterapia: Teoría del color de Marx Lüscher basada en sus propiedades para tratamiento de las enfermedades.
	Utilizar colores que brinden al paciente sensación de limpieza y asepsia	Si	
	Utilizar estructuras que den sensación de robustez	Si	Cumple con una geometría de puntas romas y acabados lisos que brindan al paciente la percepción de seguridad
	Aislar acústicamente la fuente de potencia	Si	Kneecap Motión cumple con este requerimiento por medio de una cavidad plástica llamada base o carcasa que aísla todos los componentes mecánicos y de funcionamiento garantizando que la seguridad del paciente no se vea alterada por el funcionamiento interno de la maquina
	Aislar las vibraciones generadas por la fuente de potencia	Si	
	Aislar térmicamente la fuente de potencia	Si	
	Generar soportes adecuados para permitir la transferencia de la persona desde una silla de ruedas a la maquina	Si	Permite una adecuada movilización e interacción entre el paciente y la maquina así como su portabilidad que hace portable el dispositivo.
	Que el peso y el tamaño del dispositivo permita la portabilidad por una persona (x kg por x metros)	Si	

Tabla 10: Comprobación de requerimientos de Seguridad. Fuente: Autor

SEGURIDAD	REQUERIMIENTOS DE DISEÑO	✓	METODO
	Desarrollar sistema de guardas para el sistema de potencia	Si	Los componentes del sistema están fuera de la manipulación del paciente
	Hacer una transición suave de los movimientos de la cadera	Si	la interfaz cuenta con controladores de límites de velocidad y fuerza
	Parada de emergencia	Si	Kneecap Motión cuenta con un botón de emergencia que lo para inmediatamente al ser necesario.
	Que sea seguro eléctricamente	Si	Para su arquitectura se tuvo en cuenta las normas de seguridad en equipos médicos.

V. CAPITULO: CONCLUSIONES Y ANEXOS

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Se utiliza un mecanismo leva seguidor no convencional, comprobado a partir de la experimentación de los movimientos de la cadera y Prototipado del mecanismo.
- ✓ Para lograr una rehabilitación integral de la cadera se necesitan 4 movimientos que son: flexión, extensión, rotación interna y rotación externa. La abducción y aducción se dejan como movimientos secundarios y no se tienen en cuenta gracias al trabajo de campo y consultas a expertos.
- ✓ Las lesiones en una articulación tan compleja como la cadera en relación con las funciones del movimiento necesarias para realizar las actividades de la vida diaria, son fundamentales para el desarrollo y su calidad de vida donde la rehabilitación es una necesidad de primer orden cuando acontece una lesión osteo-muscular.
- ✓ Se propone un dispositivo cumple con los requerimientos de diseño propuestos y mejora las barreras de acceso al sistema de salud especializado mediante la rehabilitación del paciente.
- ✓ El proceso de Rehabilitación mediante un dispositivo como Kneecap Motión hace que los tres ejes de Políticas de atención en salud se ejecuten dentro de su ejecución permitiendo el acceso a la salud especializada, la calidad del servicio y la eficiencia en la recuperación físico-motora de la cadera.
- ✓ La utilización de parámetros antropométricos de la población Colombiana en la producción y diseño de Kneecap Motión genera aceptación y una segura utilización durante el proceso de rehabilitación (relación dispositivo-usuario).
- ✓ El bloqueo de la pierna que se realiza con la férula de Kneecap Motión logra quitar grados de libertad en los movimientos involuntarios que suelen suceder en las terapias, ya sea por incomodidad y dolor. Generando seguridad y estabilidad en el momento de proceder a rehabilitar la cadera.
- ✓ Se logra un protocolo de rehabilitación ordenado y consecutivo gracias a la información que almacena Kneecap Motión y es proyectada a través de su interfaz.

- ✓ La rehabilitación de cadera en Colombia se realiza mediante la utilización de máquinas de rodilla y permite rehabilitar solo la Flexo-Extensión como único movimiento; Kneecap Motión ofrece una rehabilitación especializada para la articulación de cadera y permite recuperar los principales movimientos garantizando una buena rehabilitación.
- ✓ Kneecap Motión permite un movimiento de Flexo-extensión con un rango de angulación de entre 0° y 130° y Rotación entre 0° y 60°. La Rotación es un movimiento poco rehabilitado entre las piezas investigadas como Estado del arte y técnica dando una ventaja al dispositivo y una buena oferta en el mercado.
- ✓ La concepción formal de Kneecap Motión basada en la propia articulación a recuperar, sugiere una relación entre el subconsciente del usuario y el producto generando condiciones de confort visual, asociación mediante la sensación de movimiento controlado, tranquilidad y aceptación perceptual.

5.2. BIBLIOGRAFÍA

- (ASCOFI), A. c. (2008). *Caracterización de la fisioterapia en Colombia*. Bogotá, D.C.
- A, S. (1999). *La salud en el desarrollo*. Bull WHO. 77: 619-23.
- Angulo Carrete, M. t., & Álvarez Mendez, A. (2009). *Biomecánica de la extremidad inferior. 2. Exploración de la articulación de la cadera*. Madrid.
- Anne B. Donnersberger, A. E. (2002). *Libro de laboratorio de anatomía y fisiología* (Septima ed.). Paidotribo.
- Bruck, M. (s.f.). *Lesiones en el hombro*. Centro de medicina deportiva y fisioterapia Oberron.
- Buffalo, U. d. (s.f.). *International Encyclopedia of Rehabilitation [en línea]*. Obtenido de <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/es/article/250>
- BUSO, G. (2008). *Vulnerabilidad social: Nociones e Implicancias de políticas para Latino América a Inicios del siglo XXI*. .
- Calibres de Acero. (s.f.). Obtenido de <http://www.nacionaldeacero.com/tabla-de-calibres>
- Cambios sociodemográficos en Colombia: periodo intercensal 1993 – 2005. Revista de la información básica. (s.f.). II(2). Obtenido de http://www.dane.gov.co/revista_ib/html_r4/articulo2_r4.htm
- Cardero D., M. A. (2007). *Lesiones musculares en el mundo del deporte*. Diplomado en fisioterapia por la Universidad Extremadura.
- Cerdeño A, J. D., & Yuste V, V. (12 de mayo de 2015). *efisioterapia.net*. Obtenido de <http://www.efisioterapia.net/articulos/protocolo-ejercicios-cadera>
- Chavez C., M. (2010). Exoesqueletos para potenciar las capacidades humanas y apoyar la rehabilitación. *Revista ingeniería biomédica*, 4(7).
- Clarkson, H. M. (2003). *Proceso Evaluativo Musculoesqueletico: Amplitud del movimiento Articular y test manual de fuerza muscular*. Paidotribo. Obtenido de <http://books.google.com.co/books?id=HMbD4LFAtbsC&pg=PA331&dq=actividades+de+la+cadera&hl=es-419&sa=X&ei=tbOfUqL5HcSqAeu6lHQCC&ved=0CDEQ6AEwAQ#v=onepage&q=actividades%20de%20la%20cadera&f=false>

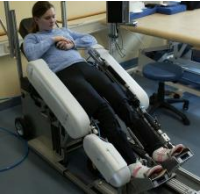
- D. A. NORMAN. (1990). «EL DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO,» de LA PSICOLOGÍA DE LOS OBJETOS COTIDIANOS. New York, N. Y., U.S.A, NEREA.
- Dr. Carlos Édgar Rodríguez. (s.f.). *Telesalud en Colombia*. Obtenido de <http://www.acreditacionensalud.org.co/catalogo/docs/Revista%20Normas%20y%20Calidad>
- DRAE. (2014). *Diccionario de la Real Lengua Española* (23 ed.). Madrid. Obtenido de <http://www.rae.es/diccionario-de-la-lengua-espanola/la-23a-edicion-2014>
- Ejercicios de rehabilitación para el hombro*. (04 de 2013). (Grupo Vita) Obtenido de www.dolorac.com
- Escalona, A. y. (2003). *Accesibilidad geográfica de la población rural a los servicios básicos de salud*.
- Ferrante, C. y. (2011). *Cuerpo y habitus: el marco estructural de la experiencia de la discapacidad*. (Vol. 5). Recuperado el 2014, de <http://www.intersticios.es/article/view/8888>
- Giacomo, G., & Pouliart, N. (2008). *Atlas of funtional shoulder anatomy*. Springer.
- Healthwise, E. p. (23 de Mayo de 2014). *UW Health*. (E. p. Healthwise, Ed.) Obtenido de <http://www.uwhealth.org/spanishhealth/topic/symptom/lesiones-en-la-cadera-12-a%C3%B1os-o-m%C3%A1s/hin11.html>
- Hertling D, K. R. (2006). *Management of Common Musculoskeletal Disorders* (Cuarta ed.). Philadelphia: JB Lippincott.
- J. Calderon Botero, J. C. (2011). *Sitema de Salud en Colombia : 20 años de logros y problemas* . Ciencia y Salud colectiva.
- Keith L. Moore, A. F. (2007). *Anatomía con orientación Clínica*. Mexico: Medica Panamericana.
- Keith L. Moore, A. F. (2007). *Anatomia con orientaciòn Clínica*. Mèxico: Mèdica panamericana.
- Lic. González Quintero, O. (2004). *CINEMÁTICA DE LOS MECANISMOS DE LEVAS*. Universidad de Matanzas: Apuntes.
- M., S. A. (1998). *Capacidad y bienestar. La calidad de vida*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Mark T. Steele, A. M. (2011). *Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide*. (7 ed.). McGraw-Hill Education.

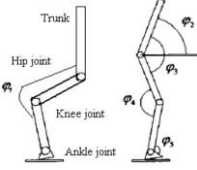
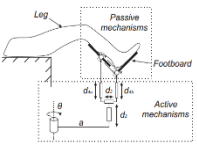
- Max Neef, M. (1993.). *Desarrollo a escala humana*. . Nordam.
- Mecánica, F. D. (s.f.). *Lección 11 Mecanismos de Leva y Seguidor*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Medicina, R. A. (2012). *"Diccionario de términos Médicos"*.
- Medicina, R. A. (2012). *Diccionario de Terminos Medicos*.
- Nordin, M. F. (Marzo de 2011). *Biomecanica basica del Sitema MusculoEsqueletico* (1 en Español ed.). Madrid: McGraw-Hill.
- Norton, R. L. (2011). *Diseño de Maquina, Un enfoque integrado* (4 ed.). Mexico: Prentice Hall.
- OMS. (Mayo de 2005). *Discapacidad, incluidos la prevención, el tratamiento y la rehabilitación En Resolución WHA58.23. 58ª Asamblea Mundial de la Salud llevada a cabo en Ginebra, Suiza*. Recuperado el marzo de 2014, de http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA58-REC1/A58_2005_REC1-sp.pdf
- OMS, C. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud, Capitulo 4 - Movilidad*. Grafo, S.A.
- OMS. (2014). *Dispositivos y tecnologías de apoyo a las personas con discapacidad*. Recuperado el Marzo de 2014, de <http://www.who.int/disabilities/technology/es/>
- OMS. Organización Mundial de la Salud. (2014). *Discapacidades y rehabilitación*. Obtenido de <http://www.who.int/disabilities/care/es/>
- Organización Mundial de la Salud, O. (2002). *Envejecimiento activo: un marco político*. Recuperado el Marzo de 2014, de <http://envejecimiento.csic.es/documentos/documentos/oms-envejecimiento-01.pdf> p.77.
- Prentice, W. (2001). *Tecnicas de Rehabilitaciòn Deportiva*. Paidotribo.
- Prentice, W. (2001). *Tecnicas de Rehabilitaciòn en medicina Deportiva*. Paidotribo.
- Prentice, W. (2001). *Técnicas de Rehabilitación en Medicina Deportiva*. Paidotribo.
- Raymond, S. (2009). *Fisioterapia analítica de la articulación de la cadera: bases, técnicas y tratamientos diferenciales*. Madrid: Médica Panamericana.

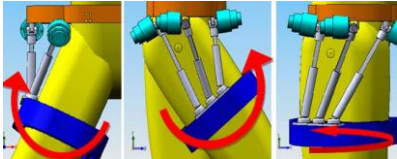
- Raymond., S. (2009). *Fisioterapia analítica de la articulación de la cadera: bases, técnicas y tratamientos diferenciales*. . Madrid: Médica Panamericana.
- Remon, X. (2001). Luxacion recidivante de hombro. *Complejo científico-ortopedico "Frank Pais"*, 15(1), 55-60.
- Richard F. LeBlond, D. D. (2009). *DeGowin`s Diagnostic Examination, Capitulo 13 : The Spine, Pelvis and Extremities* (9 ed.). McGraw-Hill.
- Robert L, N. (s.f.). *Diseño de Maquinas* (Cuarta ed.).
- Ruiz, F., & Ruiz, F. (s.f.). *Diagnostico y tratamiento en la patologia del manguito rotador*. Granada: Hospital virgen de las Nieves.
- Sanz, M., & Carmen. (10 de 11 de 2004). Obtenido de <http://wzar.unizar.es/acad/cinesio/Documentos/Marcha%20humana.pdf>
- Social, M. d. (2005). *Política Nacional de Prestación de Servicios de salud*. Bogotá.
- Sociedad española de reumatología . (s.f.). *¿Que es el hombro doloroso?*
- Ulrich, K. (2009). *Diseño y desarrollo de productos*. Ciudad de México.: Mc Graw Hill.
- Valle, U. d. (2001). "Prevalencia de Discapacidad en el Departamento de Valle del Cauca". . Calí. .
- Wikipedia, Enciclopedia Libre. (s.f.). Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Gore-Tex>
- William H. Blahd, J. M., & H. Michael O'Connor, M. (23 de mayo de 2014). *Healthwise, Incorporated*. Obtenido de <http://www.uwhealth.org/spanishhealth/topic/symptom/lesiones-en-la-cadera-12-a%C3%B1os-o-m%C3%A1s/hin11.html>

5.3. ANEXOS

ANEXO 1. ESTADO DE LA TECNICA: Matriz Maquinas de Rehabilitación Cadera

Código IEEE	Nombre	Imagen	Resumen del Dispositivo	Análisis o Conclusiones	Observaciones
5358301	Dynamic Analysis of Horizontal Lower Limbs Rehabilitative Robot		Robot basado en mecanismo paralelo que se desarrolla de acuerdo con la ley de movimiento de las extremidades inferiores y la teoría de la medicina de rehabilitación.	Los parámetros de la cinemática y la dinámica de miembros inferiores se pueden recibir de este modelo de simulación convenientemente, que proporcionan la base para la seguridad y confortable entrenamiento de rehabilitación de los pacientes y de la fuerza de control de alta precisión sobre la cadera.	Observaciones Positivas: Es útil para los pacientes con discap, en las extremidades inferiores. Se puede ayudar a los pacientes a hacer el entrenamiento de rehabilitación de las caderas, las rodillas y tobillos.
5209497	MotionTherapy@Home – a robotic device for automated locomotion therapy at home		Desarrollo de un sistema compacto, accionado por motor Ortesis modular y adaptable individualmente para entrenamiento de la marcha basado en casa.	El sistema ha sido diseñado expresamente para el uso independiente de los usuarios con discapacidad en su entorno familiar. La adaptación automática funcionalidad de comentarios de los usuarios proporciona la información continua acerca de su cumplimiento. El llamado Zapato Estimulante se integró para aplicar un fisiológico patrón de carga a la planta del pie durante la marcha.	Observaciones Positivas: El enfoque especial fue puesto en el logro de un alto nivel de seguridad de los usuarios, al tiempo que proporciona la funcionalidad terapéutica que es necesaria. Observaciones Negativas: En contraste con dispositivos de movimiento pasivo continuo de otros sistemas es capaz de crear los estímulos propioceptivos y sensoriales. La carga depende de la marcha de la fase de las plantas de los pies, que se han identificado recientemente también en los seres humanos como entradas aferentes clave del generador de patrón de la marcha de la columna.
5246401	Design of Mechanical Structure and Tracking Control System for Lower Limbs Rehabilitative Training Robot		Robot diseñado para mejorar la capacidad de caminar de los pacientes que sufren de insuficiencia en locomoción después de las lesiones neurológicas o personas de edad que carecen de caminando capacidad.	Robot que puede moverse dentro de cualquier radio en cualquier dirección utilizando ruedas omnidireccionales. La estructura y la mecánica del sistema de control de seguimiento de omnidireccional miembros inferiores rehabilitación del robot formación son diseñadas. Cinemática analiza en ADAMS muestran que el modelo de estructura mecánica creado es adecuado para implementar la capacitación de rehabilitación.	Observaciones: Los resultados de simulación muestran que controlador de seguimiento basado en la teoría de control de deslizamiento es el modo en consonancia con los requisitos de capacitación pacientes. Se mejora la estructura mecánica y el sistema de control de la formación previa extremidades inferiores de rehabilitación

5575507	<u>A design of the mechanism for Lower Limbs Passive Rehabilitation and Kinematics Analysis</u>		Equipo que se utiliza para recuperación de pacientes que aborda un miembro inferior de 4 grados de libertad. Mecanismo pequeño para la rehabilitación de la extremidad. Basado en Software MATLAB/Simulink, que analiza el desplazamiento, velocidad y la aceleración de puntos de apoyo del paciente.	Diseño de cuatro DOF mecanismo caminar de manera ágil. Uso de la Software MATLAB / Simulink Tenemos la velocidad y las curvas de aceleración, que proporcionan parámetros cinemáticos para lograr Control inteligente usado por los pacientes a recuperarse en función de la caminata incluyendo la cadera.	Observaciones Positivas: Los resultados de la experimentación comprobaron que los resultados de la simulación son razonables, que ofreció datos importantes información para realizar el control inteligente para rehabilitación de miembros inferiores.
6713949	<u>Design and analysis of a new robotic mechanism for lower limbs rehabilitation</u>	 Mecanismo robótico que permite los movimientos circulares a la rehabilitación de las extremidades inferiores	El sistema consta de 5 someras para realizar movimientos combinados de los miembros inferiores. La cinemática de la pierna y el mecanismo robótico son mostrados en detalle. Las simulaciones se realizaron utilizando MATLAB. Las trayectorias de las piernas son circulares en 2D y 3D.	Los resultados de la simulación indican que el mecanismo robótico puede generar los movimientos en las extremidades inferiores que son difíciles de realizar para el terapeuta. Hay numerosas oportunidades para ampliar o continuar con este trabajo. Un análisis dinámico puede ser llevado a cabo para conocer la respuesta del sistema. Una estrategia de control puede ser propuesto para controlar la dispositivo.	Observaciones Positivas: Realiza nuevos ejercicios circulares a la pierna, que son difícil de realizar manualmente por el terapeuta, puede ser una herramienta para facilitar los ejercicios terapéuticos y no tiene intención de reemplazar la experiencia del terapeuta. Observaciones: sería mucho más interesante si el mecanismo desarrollado estaba controlado por un algoritmo o comandado por voz.
www.rehabmart.com	Kinetek 9081 CPM- Watkinsville, GA 30677- 8393		Terapia activa, pasiva y asistencia en los movimientos. Secuestro combinado de la cadera con flexión / extensión mantiene la congruencia de la cabeza femoral, Controles ROM con cerradura para la seguridad del paciente	Utilizada para procedimientos que requieren movilidad temprana y la cooperación del paciente en el postoperatorio para ayudar a prevenir la rigidez como: Artroplastias de cadera y rodilla, Fémur e inferior de la pierna de osteosíntesis, Sinovectomías, Liberación de cuádriceps, Prótesis de cadera y rodilla, Las osteotomías de cadera y rodilla, Las fracturas de la extremidad superior del fémur con reducción abierta y fijación interna, Meniscectomías, Acetabular y fracturas femorales distales.	Observaciones: Sus dimensiones son 120cm (47 Inch) x 110cm (43 Inch) x 110cm (43 Inch), y aparenta ser una máquina de gran peso. Tiene un diseño más amable que las comparas anteriormente. Flexión de la rodilla puede ser bloqueado a 0°, 30°, 60°, 90° o 120°, disminuir el dolor mediante la relajación de los músculos isquiotibiales durante la flexión de la cadera.

5420740	<u>A Parallel Mechanism Used on Human Hip Joint Power Assist</u>	 Mecanismo paralelo utilizado en un dispositivo de ayuda de potencia de la articulación de cadera humana; consta de tres cadenas accionadas, dos tiras de vendaje en la cintura y el muslo	Se ubica en la parte lateral del cuerpo humano. Las dos tiras de vendaje mantienen respecto al cuerpo, y las cadenas impulsadas a conectarse con estas dos tiras de vendaje por conjunto de gancho, junta esférica, por lo que no interrumpe el caminar, sentarse y pararse. Mecanismo paralelo 6 grados de libertad 3UPS montado en el mecanismo esférico 1S de la cadera humana, que es apropiado para articulación de la cadera. Observaciones: El dispositivo no inyecta energía en el usuario durante el funcionamiento. Por lo tanto, no hay problemas de seguridad en el que el usuario debe resistir o adaptarse a las perturbaciones generadas desde el dispositivo. Este diseño debe adaptarse a los movimientos del muslo humano. Así que las orientaciones y las características de este biomecanismo deben ser más discutidos
	TEM: Máquina de Ejercicio Terapéutico para articulaciones de cadera y rodilla de pacientes espásticos		Tiene como objetivo evaluar los efectos a corto plazo del Ejercicio de Rango de Movimiento Pasivo Continuo (CPROM-E) en el torque pasivo resistivo de la cadera y de rodilla en pacientes espásticos y en sujetos normales. Durante el CPROM-E en 40 sesiones individuales, TEM realiza CPROM-E de las extremidades inferiores copiando el movimiento inicial de los terapeutas, y graba el torque de carga de la articulación de la cadera de cada sujeto y la actividad EMG integrada (I-EMG) de los cuádriceps femorales y los isquiotibiales del sujeto. En los sujetos normales, el torque máximo de la cadera disminuyó significativamente en un 5 por ciento, y la amplitud máxima de EMG-I no fue siempre reducida. En los pacientes espásticos, el torque máximo disminuyó significativamente en un 35 por ciento, y la amplitud de pico de I-EMG disminuyó significativamente después del ejercicio en TEM. Estos resultados sugieren que CPROM-E con TEM puede tener efectos beneficiosos en el tratamiento de la espasticidad.

Fuente: Autor

ANEXO 2.

FORMATO ENTREVISTAS

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 lugar de residencia?
5. ¿En qué lado de la cadera presenta la lesión?
6. ¿Cómo llevo a estar en situación de 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. ¿Es su primera lesión o ha sufrido lesiones recidivantes, cuantas?
9. ¿Lleva a cabo con juicio los deberes asignados por el profesional de la salud?
10. ¿Tiene en cuenta las precauciones, cuidados y ejercicios para el hogar dejados por el fisioterapeuta durante la realización de sus AVD?
11. Si no los cumple, ¿cuál es la razón para no hacerlo?
12. ¿Cómo siente que es la comunicación con los profesionales de la salud?
13. ¿Cuál es su percepción de los dispositivos empleados en los centros de rehabilitación?
14. ¿Siente que el ejercicio realizado con estos equipos es útil, es decir siente cambios positivos (mejorías)?
15. ¿Siente que los equipos empleados para su rehabilitación son cómodos o justos a su medida?
16. ¿Cuál es su percepción de los protocolos o procedimientos empleados en los centros de rehabilitación?
17. ¿Presenta dolor en su cadera al realizar AVD?
18. ¿Ha notado falta de fuerza, debilidad o poca resistencia en su cadera?
19. ¿Ha visto limitado su normal desarrollo en AVD? (a nivel laboral)
20. ¿Cuál es el nivel máximo al que puede usar su cadera sin dolor para sus actividades de la vida diaria?
21. ¿Su hora de dormir ha sido alterado por la lesión?
22. ¿La lesión en su cadera lo ha afectado a nivel emocional?
23. ¿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 lugar de residencia?
6. ¿Cuál es su lado dominante y en qué lado se presentó la lesión?
7. ¿Cuál fue la razón que lo motivó 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. ¿Cuánto tiempo duro su rehabilitación?
12. ¿Sintió que fueron suficiente los protocolos aplicados?
13. ¿Ha sufrido lesiones recidivantes?
14. ¿Cuántas veces las ha sufrido?
15. ¿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.)
16. ¿Cómo han sido las terapias en los diversos sitios de rehabilitación?
17. ¿Presenta o presentaba dolor en su cadera al realizar AVD?
18. ¿Ha visto o vio limitado su normal desarrollo en AVD?
19. ¿Cuál es el nivel máximo al que podía usar su Cadera sin dolor para sus actividades de la vida diaria?
20. ¿Su sueño fue alterado por el dolor de su Cadera?
21. ¿Ha notado o noto falta de fuerza, debilidad o poca resistencia en su Cadera?
22. ¿Se sintió frustrado por la lesión en su Cadera?
23. ¿Cómo percibió el protocolo aplicado para la recuperación de hombro?
24. ¿Sintió que el ejercicio realizado con estos equipos fue útil, es decir sintió cambios positivos (mejorías)?
25. ¿Reconoció algún dispositivo diseñado para la rehabilitación o elementos calibrados?
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?
18. ¿Cuáles son los equipos que más utiliza para la rehabilitación de Cadera?
¿Porque?

ANEXO 3.

MATRIZ TRABAJO DE CAMPO-ESPECIALISTAS

ESPECIALISTAS		MARIA ISABEL MEJIA	MEGALASTRA I.P.S	UNIVERSIDAD DEL VALLE- Fundación Fidesavid- SISANAR- Fundación Ideal
PREGUNTAS		Fisioterapeuta: Kelly Osorio (4 años)	Fisioterapeuta: Diana Olave (6 Años)	Fisioterapeuta: John Aquile (6 Años)
1	¿Cuál es el porcentaje de pacientes remitidos provenientes de otra ciudad?	60%	30-40%	10%
2	¿Qué lugares (ciudades, centros) comúnmente acuden a la rehabilitación?	comúnmente se remiten los pacientes son Jamundí y Santander de Quilichao remitidas por salucoop	pacientes remitidos del servicio de salud de la Universidad del Valle y otros como Suramericana y Coomeva	La mayoría de pacientes han sido remitidos de imbanaco, clínica Tequendama o clínica amiga de Comfandi.
3	¿Cuáles son las lesiones más comunes que deben ser atendidas y los respectivos protocolos?	Fractura y artrosis de cadera (enfermedad frecuente en los adultos mayores) y lumbalgias	Bursitis trocantérea	Reemplazo de cadera, Fractura de cabeza de fémur, luxaciones y subluxaciones de cadera
4	¿Realiza una evaluación general para determinar un programa de rehabilitación o basta con saber la zona afectada?	Se hace valoración para concretar el diagnóstico y con base en eso se diseña un plan de tratamiento	los pacientes llegan ya diagnosticados pero se debe hacer un diagnóstico para ver el punto en sitio que se debe tratar ...cada paciente llega con un dolor referido diferente	Se realiza una evaluación general, teniendo en cuenta que hay afección en movimientos propiocepción, actividades etc... <u>Se tiene en cuenta la recomendación médica de los procesos y así mismo se hace el programa de rehabilitación</u>
5	¿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?	Se realiza un protocolo de rehabilitación según la edad (La recuperación de una persona adulta es más lenta, el estado mental permite una mayor comprensión de los ejercicios de rehabilitación)	<u>Se evalúan inspección palpación, movilidad articular, tono muscular del paciente y se hacen unas pruebas para saber cómo está la rotación interna y externa.</u> Se utiliza semiología y las radiografías y resonancias de los pacientes para diagnosticar.	Existen protocolos base en que uno se guía dependiendo el tipo de lesión. <u>Aun así la edad el tipo de lesión y demás factores implican diseñar un programa específico ya que el objetivo cambia con cada paciente</u>
6	¿Hay un esquema u orden del progreso en la rehabilitación o depende de factores físicos individuales?	Sí. No específico	Fase 1: anti-inflamatoria y manejo del dolor (frio, calor, ultrasonido, electroestimulación o tens, masaje o movilización de tejido blando seguido de estiramiento) es igual para todos los pacientes, pero el desarrollo de la terapia es diferente Fase 2: actividad física. <u>Las actividades que realiza cada paciente influyen en el progreso de su rehabilitación más que su edad</u>	Depende de la evaluación y la recomendación médica. 1) Manejo de dolor e inflamación, 2) rehabilitación de arcos y fuerza muscular con ejercicio sin gravedad, contra gravedad y resistidos. 3) Transiciones de sedente a bípedo, patrón de marcha y si es deportista ejercicios adaptación a la disciplina que está practicando
7	¿Cuál es el orden de recuperación movimientos?	<u>Recuperar los grados de movilidad faltantes con ejercicios y mantener los que están bien,</u> luego viene un proceso de 1. Fortalecimiento muscular, 2. Equilibrio, 3. Reeducación de la marcha.	1. Flexo-extensión 2. Rotación interna 3. Rotación externa (utilización de la goniometría-goniómetro para medir rangos y precisión).	Arcos de movilidad, fortalecimiento de los músculos estabilizadores de cadera, el movimiento (transiciones a bípedo, patrón de marcha etc.)
8	¿Cuál es la frecuencia indicada para la rehabilitación?	Lo ideal es todos los días por eso se le enseñan al paciente los ejercicios que puede realizar en casa. El centro remite de 10 a 15 terapias máximo.	30 sesiones mínimo, distribuidas así: 15 sesiones de manejo de fase anti-inflamatoria, 5 sesiones de manejo de flexibilidad, 10 sesiones iniciales de fortalecimiento muscular.	Si es posible todos los días de acuerdo a la posibilidad de recuperación del paciente, aun así por restricción médica algunos pacientes se rehabilitan 3 días a la semana.

9	¿Sería bueno para usted, como profesional, conocer el progreso del paciente durante el tiempo de la recuperación?	si	El progreso de la recuperación es observable	Sería excelente conocer el progreso minuciosamente, la recuperación del ligamento, estructuras que se encuentran en esta articulación
10	¿Qué tan bien cumplen los deberes asignados los pacientes?	<u>Si no hay evolución o progreso en la rehabilitación es posible saber si los pacientes están realizando los ejercicios asignados en casa</u>	Lo que más se sugiere a los pacientes de cadera es el estiramiento y las personas no son muy buenas para estirar, algunas personas llevan el estiramiento hasta donde no sientan dolor.	<u>Los pacientes deben continuar sus terapias en casa, ya que la eps no permite un número adecuado de terapias.</u> Y un 70% cumple dichos ejercicios, motivo por el cual se ven reincidencias en la lesión.
11	¿Cuáles son los canales de comunicación que se utilizan para brindar información acerca del procedimiento a los pacientes?	Verbal y folletos o guías realizadas por el fisioterapeuta (Se le dice al paciente qué y cómo se va a manejar la patología. Igualmente se le explica en qué consisten los pasos de rehabilitación)	Verbal, directamente con el paciente, Los pacientes son inconstantes, por eso es importante que el paciente conozca y se apropie de su enfermedad	Se le explica al paciente como debe hacer y que logra y que se espera, <u>los ejercicios físicos también son una forma de demostrar el progreso y los puntos de rehabilitación.</u> También está la historia clínica bajo un derecho de ley si se solicita se puede pedir y entregar únicamente al paciente.
12	¿Qué tan efectivos son dichos canales?	La comunicación verbal ha sido efectiva hasta el momento porque por medio de otros canales como la internet <u>hay que tener en cuenta que no todos los pacientes tienen acceso a él</u>	No es eficiente, no se puede hacer seguimiento de cómo se hacen los ejercicios en casa	<u>Son bastante efectivos dependiendo de qué tan receptivo es el usuario.</u> La conducta por parte del cuerpo de rehabilitación también influye y una buena relación fundamental para que se dé una buena comunicación
13	¿Cuál es la actitud con la que llegan los pacientes a los centros de recuperación, como es esta cuando terminan las terapias?	El paciente llega con dolor y <u>con mucha ansiedad pero al ver progreso con el paso de las terapias cambian la actitud;</u> finalmente, tras recuperarse salen muy agradecidos	"Los pacientes llegan sin poder caminar, <u>con una marcha algica sin poder sentarse y dormir tranquilos</u> " cuando terminan las terapias tienen más movilidad y menos dolor... se ven de mejor animo	Casi siempre <u>es con temor o incredulidad de que los procesos que se le hagan logren recuperarlo.</u> Con el paso del tiempo es notorio el cambio de actitud, el fisioterapeuta entra a hacer terapia psicológica genera motivación y adaptación al proceso que debe seguir.
14	Al asignar un deber, ¿está usted preocupado por que el paciente posiblemente no lo cumpla?	Si, <u>Preocupa que las herramientas que se dan al paciente, no son aprovechadas,</u> ya que en el centro de rehabilitación cada sesión es de máx. 1:30 - 2 horas	Si, ya que <u>la calidad de vida del paciente se ve afectada al no recuperarse</u>	Nos cercioramos de que lo cumpla, vía telefónica una vez por día. Con niños es de más importancia <u>ya que con el terapeuta trabajan bien pero en la casa no son capaz de realizar las actividades que deben realizar cotidianamente.</u>
15	¿Existe alguna forma de evaluar los deberes asignados?	<u>Si el progreso es más rápido es porque el paciente está realizando los ejercicios en casa</u>	Observación. El paciente hace mal sus ejercicios si no los ha practicado en casa.	No, existe una forma como tal... Pero se ve reflejado en el estado anímico del paciente, en la recuperación de la lesión.
16	¿Cuáles son las principales razones que exponen los pacientes para no cumplir sus deberes?	Ocupaciones, pereza, haber asistido a todas sus sesiones de terapia, cansancio, no tiene recursos que se tienen en el centro de rehabilitación	<u>Tiempo, Dolor.</u>	Temor... les da miedo hacerlos solos y que les genere dolor. Durante la terapia se le enseña al paciente que debe hacer y cómo. Incluso explicándole al familiar.

17	¿Recomienda a los pacientes, al finalizar la terapia, incluir en sus AVD ejercicios de fortalecimiento muscular para prevenir lesiones recidivantes y nuevas lesiones?	Sí, ejercicios que se realizaron en el proceso de rehabilitación se sigan en casa después de haber terminado, también hacer ejercicios en la piscina.	<u>Es necesario continuar con la actividad física después de concluida la fisioterapia porque si al tercer día no se ha hecho ejercicio se ve disminuida la masa muscular.</u>	Claro, Ejercicios musculares, tareas en casa que ellos vayan realizándola, no solamente para prevenir lesiones si no para potencializar lo que se ha ganado en cada sesión
18	¿Cuáles son las marcas de dispositivos de ayuda más comunes?	Desconoce las marcas	No se manejan marcas específicas si no la funcionalidad de la maquina o dispositivo.	Chattanooga, implementos de electroterapia y paquetes calientes. Theraband que son bandas elásticas y tubos elásticos y balones. Realmente no hay una marca como tal que se utilice.
19	¿Cuáles son los equipos que más utiliza para la rehabilitación de Cadera? ¿Porque?	Se utilizan medios físicos calor - frio se realiza estimulación neuro muscular mediante tens y fortalecimiento también mediante therabands. <u>No hay máquinas específicas para cadera, improviso con máquinas Fitness</u> flexores-extensoras de rodilla, en caso de los adultos mayores siempre se necesita silla de ruedas.	<u>Utilizo lo que hay.</u> Thera band (fortalecer músculos), Pesas, Balancín (perder el miedo a caminar propiocepción), Bicicleta recumbent (calentamiento). Comenzando la elíptica porque lleva la articulación a un ángulo que no afecta; la cadera no puede estar a más de 90° en las fase 1-2. Tens (electro estimulación), MaquinaHight aduction: trabaja estabilizadores de cadera, tensor de fascia lata, glúteo medio, aductores y abductores dependiendo la forma en que se colocan las piernas.	Equipos de medios físicos: termo terapia, crio terapia, electroterapia dependiendo, ya que si existe osteosíntesis no se puede colocar nada de electroterapia y el calor debe ser moderado por que puede causar quemadura interna. Se utiliza mucho las actividades funcionales, movimientos, presiones, ejercicios isométricos de apretar, sostener. Se utiliza para el manejo del dolor dependiendo de la patología el masaje. No hay maquinas especializadas en cadera así que si es necesario utilizamos máquinas de rodilla.

Matriz: Entrevistas a Especialistas. Fuente: Autor

ANEXO 4.

MATRIZ TRABAJO DE CAMPO- PACIENTES EN REHABILITACIÓN

PACIENTES EN REHABILITACIÓN :		ESCUELA NACIONAL DEL DEPORTE		CENTRO DE REHABILITACIÓN MARÍA ISABEL MEJÍA		
PREGUNTAS		PACIENTE 4 Nicolás Claros	PACIENTE 5 Christian David	PACIENTE 1 Elcira Henao	PACIENTE 2 José Abel Bedoya	PACIENTE 3 Gloria Janeth Ramírez
1	¿Cuál es su profesión?	Estudiante	deportista: futbolista	Ama de casa, salía todos los días a caminar	Agricultor y Campesino, inactivo laboralmente.	Comerciante
2	¿Cuál es su edad?	16 años	17 años	90 años	74 años	39 años
3	¿Cuál es su peso?			28 Kg	56 kg	50 kg
4	¿Cuál es su estatura?			1,50 m	1,70 m	1,50 m
5	¿Cuál es su lugar de residencia?	Cali		Versalles	Rosas Cauca la Florida, Ahora Versalles	N.A
6	¿En qué lado de la cadera presenta la lesión?	Izquierdo		Izquierdo	Izquierdo	Izquierdo
7	¿Cómo llevo a estar en situación de lesión?	Jugando fútbol debido a que no tenía fortalecida la región del pubis que es exigida al patear	tuvo pubalgia a raíz de entrenamiento de fútbol	Accidente Doméstico, Caída	Muchos años de trabajo, empezó con dolor en la cadera	Accidente en motocicleta
8	¿Cuál fue la razón que lo motivo a la búsqueda de un especialista de la salud? (fractura, dolor o restricción de movimiento)	Actualmente asiste a terapia de lesión muscular grado I del iliopsoas bilateralmente.	no puede caminar trayectos largos	Fractura de cuello de fémur con una caída, le hacen reemplazo de cadera; acude a rehabilitación para pronta recuperación	Dolor al desplazarse, le hicieron reemplazo de cadera debido a una fractura.	Fractura múltiple en el lado izquierdo de su cuerpo.
9	¿Cuánto tiempo lleva en rehabilitación?	4 terapias	Empezó terapia en febrero de este año, lleva 6 meses, recayó 2 meses.	A los 20 días de la operación empezó Rehabilitación, lleva 5 terapias	Lo operaron hace 2 meses y medio. Se le mandaron 15 terapias, lleva 4 actualmente	Cirugía (placas en la cadera, fémur). Lleva 10 terapias.
10	¿Es su primera lesión o ha sufrido lesiones recidivantes, cuántas?	Fue tratado inicialmente por pubalgia y actualmente por lesión en el iliopsoas, ha sufrido dos lesiones de cadera pero en diferentes zonas	a los cuatro meses estaba terminando y recayó y le mandaron 20 sesiones más de medios	Primera Lesión	Primera Lesión	Primera lesión
11	¿Lleva a cabo con juicio los deberes asignados por el profesional de la salud?	Sí. En casa se debe hacer estiramiento y aplicar calor en la zona	Si, se dejan ejercicios para hacer en casa	Si es juiciosa, quiere recuperarse	Si	Si
12	¿Tiene en cuenta precauciones, cuidados y ejercicios en el hogar dejados por el fisioterapeuta durante la realización de sus AVD?	Si	No mucho	No, realmente no tiene Precauciones al realizar las AVD, si su actividad laboral o cotidiana requiere.	Realiza ejercicios con un balón	Si

13	Si no los cumple, ¿cuál es la razón para no hacerlo?	N.A	N.A	Paciente con alzhéimer que tiene dificultad el entendimiento	N.A	deja de hacer ejercicios en casa debido al dolor
14	¿Cómo siente que es la comunicación con los profesionales de la salud?	Buena	Buena	Buena	Buena	Buena
15	¿Cuál es su percepción de los dispositivos empleados en los centros de rehabilitación?	Se hacen ejercicios en la caminadora, bicicleta o elíptica todos los días; pierna en la máquina de pesas cuando hay poco dolor	presenta dolor e incomodidad	Buena	Hace los ejercicios pero presenta dolor en el pie y la rodilla al realizarlos	Presenta dolor e incomodidad al usarlos
16	¿Siente que el ejercicio realizado con estos equipos es útil, es decir siente cambios positivos (mejorías)?	El ejercicio ayuda pero de un momento a otro vuelve a sentir dolor en la zona y este le impide progresar en su terapia		No se utilizan dispositivos específicos para cada persona, tan sólo la resistencia del Theraband corresponde a su condición física.	Si ha mejorado	Nota una mejoría gracias a las terapias. Ha mejora el rango de movimiento en la cadera
17	¿Siente que los equipos empleados para su rehabilitación son cómodos o justos a su medida, cuáles usa?		1 mes de medios, solo trabajaba aductor con máquinas, no es del todo cómodo.	No se utilizan dispositivos para cada persona en específico, su terapia consiste en medios (frio- calor) corriente y ejercicios con Theraband debido a la fuerza y robustez de las maquinas Fitness. Presenta dolor	Realiza ejercicios isométricos (contracción del músculo pero desplazamiento del mismo). Se ejercita en la bicicleta para mejorar arcos de movilidad y trabaja fuerza y resistencia muscular. Theraband. Abducción y extensión de cadera.	Utiliza medios, corriente, ultrasonido. Bicicleta, sentadillas, flexores de cadera, ejercicios desasistidos con Theraband (fuerza) y balón. Percibe inestabilidad.
18	¿Cuál es su percepción de los protocolos o procedimientos empleados en los centros de rehabilitación?			Bueno, pero se necesitan al menos 20 terapias pero sólo se asignaron 5 y la fisio le mandará más.	Utiliza la bicicleta a parte del Theraband pero se queja de dolor en la cadera al realizarlos. No hay un protocolo especializado para su patología.	Buena, es igual en casi todos los pacientes
19	¿Presenta dolor en su cadera al realizar AVD?	Con la pubalgia dolía después de entrenar, al patear, correr, saltar, realizar cambios de ritmo; con la lesión en el iliopsoas el dolor aparece al caminar más de 10 - 15 minutos.		Al pararse al desplazarse, durante la caminata y al hacer estiramiento	Al caminar, al desplazarse, toser	Si, caminar, en el desplazamiento, al sentarse, y en movimiento
20	¿Ha notado falta de fuerza, debilidad o poca resistencia en su cadera?	Si	Si	Si	Si	Si

21	¿Ha visto limitado su normal desarrollo en AVD? (a nivel laboral)	Necesita que su padre lo transporte en automóvil cuando se trata de caminar trayectos largos	El dolor aparece después de un partido o entrenamiento, o después de ejercicio intenso	Debido a su edad ya no es activa laboralmente, pero cuidaba a su Hna. Mayor y ahora no puede hacerlo. Suspendió las caminatas que hacía	Si, debido a la lesión y su edad, dejó de trabajar	esta incapacitada laboralmente debido al accidente
22	¿Cuál es el nivel máx. en que usa su cadera sin dolor para sus AVD?			4 de 10	6 de 10	7 de 10
23	¿Su hora de dormir ha sido alterado?	No	Si	No	Si	Si, también implica otros dolores en otras articulaciones
24	¿La lesión en su cadera lo ha afectado a nivel emocional?	Si	Sí, no volvió entrenar desde los 6 meses	Si, a nivel familiar (no ayudar a su hna.) social (salidas al parque y visitas a los vecinos).	Sí, no se mueve libremente y le gusta estar más en el campo que en la ciudad	Si
25	¿Qué tipo de complementos le recomendó el profesional?	Máquinas de pesas, Theraband, pelotas, bicicleta, elíptica		Utilizar silla de ruedas movilizarse	Balón para realizar sus ejercicios en casa.	Primero Silla de ruedas y actualmente utiliza caminador

Matriz: Entrevistas a Pacientes en rehabilitación. Fuente: Autor

ANEXO 5.

MATRIZ TRABAJO DE CAMPO- PACIENTES REHABILITADOS

PACIENTES REHABILITADOS			
PREGUNTAS		PACIENTE 1 Ricardo Céspedes Vergara	PACIENTE 2 Girlandrey Sandoval Acosta
1	¿Cuál es su profesión?	Criminalista, entrenador de lucha libre y rugby. Estudiante de educación física.	Historiadora, Trabajo en una ONG y soy deportista
2	¿Qué edad tiene?	25 años	30 años
3	¿Hace cuánto fue la lesión?	hace 3 años	hace un año
4	¿Cuál es su peso?	82 kg	67 kg
5	¿Cuál es su estatura?	1,81 m	1,67
6	¿Cuál es su lugar de residencia?	Cartagena	Cali
7	¿Qué tipo de lesión tiene?	Desgaste de la articulación de cadera debido a las cargas de ejercicios durante 6 a 7 años	Luxación de Cadera
8	¿Cuál es su lado dominante y en qué lado se presentó la lesión?	lado dominante diestro, la lesión se presenta en la parte central de la cadera	Soy diestra y me lesione en el costado izquierdo
9	¿Cuál fue la razón que lo motivo a la búsqueda de un especialista de la salud? (fractura, dolor o restricción de movimiento)	la restricción de movimiento, le dolía a moverse, 20 días en cama y necesitaba ayuda para realizar sus actividades de la vida diaria	Me lesione en un partido de rugby, en el momento la pierna me hormigueo y luego de la revisión médica estuve sin moverme un buen tiempo y sin poder caminar un par de días. sentí mucho dolor en la zona lumbar, tanto, que no podía estar en una clase de tres horas, sentada todo el tiempo
10	¿Cómo sintió que fue la comunicación con los profesionales que lo atendieron?	Inicialmente buena, pero en el momento de rehabilitarme no era buena porque siempre le decía que estaba bien y realmente no sentía ningún cambio ni mejora.	No fui a la fisioterapia porque la radiografía no arrojó fractura ni nada grave, me dijeron que solo debía guardar reposo. Y no me gusto la atención así que consulte un amigo especialista que me recomendó hacer ejercicios de estiramientos.
11	¿Cuáles y cómo fueron los protocolos implementados, coméntelos?	Tocaron la articulación, exámenes médicos (radiografías, placas), analgésicos que no eran tan efectivos debido al dolor. Mientras me recuperaba y se desinflamaba	buscamos ejercicios en internet para el tipo de lesión que tenía
12	¿Qué tan efectiva fue la rehabilitación?	4 del 1 al 10. Me he sentido mejor fortaleciendo la articulación con el gym.	La lesión me dolió un tiempo mientras volvía a entrenar, luego de dos meses en los que no hice mayor actividad física. Pero mi recuperación fue efectiva.
13	¿Cuánto tiempo duro su rehabilitación?	3 Semanas y abandono por o ver mejoría	varias semanas, los hice muy juiciosos por la mañana durante acompañando de algunos remedios campesinos que siempre cargo para las lesiones y los dolores crema de marihuana, aceite de eucalipto y crema de caléndula
14	¿Sintió que fueron suficiente los protocolos aplicados?	No fueron suficiente, sentía que era algo mecánico.	Los que realice por mí misma me bastaron. No creo mucho en las máquinas y médicos siempre empeoran.
15	¿Cómo percibió el protocolo aplicado en la recuperación?	no eran muy buenos , notaba mejoría momentánea	Bueno.
16	¿Ha sufrido lesiones recidivantes?	No	No
17	¿Cuántas veces?	N. A	N.A

18	¿Cómo han sido las terapias en los diversos sitios de rehabilitación?	Recurrí a un especialista que me mando un tratamiento me sentí bien. En el centro de rehabilitación no y por eso lo abandone. Ahora hago mi fortalecimiento solo.	No
19	¿Presenta o presentaba dolor en su cadera al realizar AVD?	Si presentaba, actualmente	Hoy, cuando cargo cosas tan pesadas me molesta o al hacer ejercicio.
20	¿Ha visto o vio limitado su normal desarrollo en AVD?	Actualmente si presento dolor si hago actividades que me implican moverme rápidamente o que me generan peso	Si presento dolor si hago actividades que me implican ejercer peso, o movimientos de resistencia. Es como una molestia
21	¿Cuál es el nivel máx. Que puede usar su Cadera sin dolor para sus AVD?	6 del 1 al 10. A veces incluso levantándome de la cama me duele	8 del 1 al 10
22	¿Su sueño fue alterado por el dolor de su Cadera?	Si al dormir me duele	No
23	¿Ha notado o noto falta de fuerza, debilidad o poca resistencia en su Cadera?	en un 50 % de fuerza y resistencia ha sido disminuido	Si
24	¿Se sintió frustrado por la lesión en su Cadera?	Si, era un deportista de alto rendimiento, y mi nivel de contacto y velocidad se redujo casi a la mitad.	siento como si tuviera un engranaje en la zona y que me duele y debo acomodarla de cuando en vez
25	¿Sintió que el ejercicio realizado con estos equipos fue útil, es decir sintió cambios positivos (mejorías)?	Durante la rehabilitación en el fisioterapeuta no utilizaron máquinas, en el fortalecimiento (GYM) sí. Las maquinas normales del Gimnasio.	No, el trato en el hospital fue desmotivante por eso hice mi terapia aparte
26	¿Reconoció algún dispositivo diseñado para la rehabilitación o elementos calibrados?	No	Consulté un médico alternativo que me inyectaba procaína, al estilo terapia neural. El médico alópata me inyectaba complejo b más otra cosa que no me acuerdo que me dolían mucho, eran 2 al día.
27	¿Sintió que los equipos empleados para su rehabilitación eran cómodos o justos a su medida?	N.A	toda esta lesión la tramité muy sola así que las maquinas como tal solo de fortalecimiento en el gym después de la lesión
28	¿Realiza actualmente ejercicios para fortalecimiento muscular y prevenir próximas lesiones recidivantes? (estiramiento, gimnasio, natación, etc.)	Si, Gimnasio, estiramiento, pliometría, ejercicios en la arena y en el mar.	Si, voy al gym y fortalezco mi articulación
29	¿Alguna recomendación posterior a la rehabilitación, ejercicios para fortalecimiento que lo mantenga saludable en la articulación lesionada y contraria?	Trabajar bastante en piscina, gimnasio, fortalecimiento.	Según las consultas y especialistas es lo más recomendado. Y trato en lo posible de hacerlo juiciosa
30	¿Sería bueno para usted, como paciente, conocer su progreso durante el tiempo de la recuperación?	Si	Por supuesto.

Matriz: Entrevistas a Pacientes Rehabilitados

ANEXO 6.

PARÁMETROS ANTROPOMÉTRICOS POBLACIÓN LABORAL COLOMBIANA 1995

Parámetros antropométricos población laboral colombiana							
Resumen de medidas para sexo femenino							
NOMBRE VARIABLE	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1, MASA CORPORAL	46,7	48,6	53,4	59,1	65,3	71,8	77
2, ESTATURA	146,7	148,7	151,7	155,6	159,6	163,7	166,2
10, ALTURA CRESTA ILIACA [PARADO]	85,3	86,8	89,3	92,3	95,4	98,7	100,5
17, ALTURA RODILLA [SENTADO]	44,7	45,5	46,7	48,5	49,9	51,5	52,5
25, ANCHURA BICRESTAL	21,7	22,6	24,1	25,7	27,4	29,2	30,2
26, ANCHURA BITRONCANTEREA	28,8	29,6	30,8	32,1	33,5	35,3	36
28, ANCHURA CADERAS	32,6	33,5	35,1	37,3	39,4	41,5	42,6
32, ANCHURA DE RODILLA	8,3	8,4	8,7	9,1	9,5	10,1	10,5
33, ANCHURA DEL TOBILLO	6	6,1	6,3	6,5	6,7	7	7,1
34, ANCHURA DEL TALON	5,4	5,6	5,9	6,2	6,5	6,9	7
35, ANCHURA DEL PIE	8,2	8,3	8,6	9	9,3	9,7	10
41, LARGURA NALGA A FOSA POPLITEA	42	43	44,4	46,1	47,8	49,5	50,4
42, LARGURA NALGA A RODILLA	51	51,8	53,3	55	56,7	58,4	59,5
43, LARGURA DEL PIE	21,3	21,6	22,2	22,9	23,7	24,3	24,7
44, LARGURA PLANTA DEL PIE	17,2	17,5	18	18,5	19,1	19,6	20
48, PERIMETRO ABDOMINAL (CINTURA)	63,1	65,7	69,8	74,9	81,7	88,4	93,4
50, PERIMETRO CADERA	87	89	92,4	96,6	101,6	106,7	110,1
56, PERIMETRO MUSLO SUPERIOR	48,4	49,9	52,9	56	59,3	63,2	65,4
57, PERIMETRO MUSLO MEDIO	44,5	45,6	48	51	54	57,6	60
58, PERIMETRO RODILLA MEDIA	31,4	32,2	33,6	35,3	37,2	39	40,5
59, PERIMETRO PIERNA MEDIA	30,4	31	32,3	34,2	36	37,7	39,2
60, PERIMETRO TOBILLO	18,5	18,9	19,7	20,6	21,7	22,5	23,2
61, PERIMETRO METATARSIAL	20,5	20,9	21,6	22,3	23,2	24	24,5
70, INDICE DE MASA CORPORAL	19,3	20,2	22	24,2	26,8	29,9	31,4
72, RELACION PERIMETROS CINTURA/CADERA	0,69	0,71	0,74	0,78	0,82	0,87	0,89

Parámetros antropométricos población laboral colombiana							
Resumen de medidas para sexo masculino							
NOMBRE VARIABLE	P5	P10	P25	P50	P75	P90	P95
1, MASA CORPORAL	53,7	56,8	62,4	69,1	76,8	83	87,9
2, ESTATURA	158	160,7	164,6	168,6	173,3	177,1	179,3
10, ALTURA CRESTAILIACA [PARADO]	92,4	94,3	97,4	100,7	104	106,8	108,6
17, ALTURA RODILLA [SENTADO]	48,2	49,3	50,7	52,5	54,4	55,8	56,6
25, ANCHURA BICRESTAL	24,3	25,1	26,3	27,8	29,4	30,8	31,7
26, ANCHURA BITRONCANTEREA	29,3	29,9	30,9	32,1	33,4	34,5	35,3
28, ANCHURA CADERAS	30,9	31,5	33,2	34,9	36,6	38,3	39,2
32, ANCHURA DE RODILLA	8,8	9	9,3	9,7	10,1	10,4	10,7
33, ANCHURA DEL TOBILLO	6,8	6,9	7,1	7,4	7,6	7,9	8
34, ANCHURA DEL TALON	6	6,2	6,5	6,8	7,1	7,4	7,6
35, ANCHURA DEL PIE	9	9,2	9,5	9,9	10,3	10,6	10,9
41, LARGURA NALGA A FOSA POPLITEA	42,7	43,6	45,2	46,8	48,5	50	50,9
42, LARGURA NALGA A RODILLA	52,7	53,7	55,3	57	58,7	60,3	61,3
43, LARGURA DEL PIE	23,2	23,6	24,4	25,2	26,1	26,8	27,3
44, LARGURA PLANTA DEL PIE	18,7	19,1	19,7	20,3	21	21,6	22
48, PERIMETRO ABDOMINAL (CINTURA)	71,2	73,6	78,1	84,2	91,2	96,1	99,2
50, PERIMETRO CADERA	84,8	86,5	90,6	94,5	99	102,8	105,3
56, PERIMETRO MUSLO SUPERIOR	47,9	49,2	51,8	55	58	61	62,7
57, PERIMETRO MUSLO MEDIO	45,3	46,8	49,1	52	54,7	57,1	59,3
58, PERIMETRO RODILLA MEDIA	32,9	33,5	34,8	36,4	38,1	39,7	40,6
59, PERIMETRO PIERNA MEDIA	31,7	32,5	34,1	35,1	37,7	39,2	40,2
60, PERIMETRO TOBILLO	19,7	20,1	21	21,9	22,8	23,7	24,2
61, PERIMETRO METATARSIAL	22,8	23,2	23,9	24,7	25,6	26,5	26,9
70, INDICE DE MASA CORPORAL	19,5	20,5	22,1	24,4	26,6	28,5	29,8
72, RELACION PERIMETROS CINTURA/CADERA	0,81	0,82	0,85	0,89	0,93	0,96	0,99

ANEXO 7.

REQUISITOS GENERALES PARA LA FABRICACION DE DISPOSITIVOS MEDICOS

1. Los productos deberán diseñarse y fabricarse de forma tal que, cuando se utiliza en las condiciones y para los fines previstos, no van a comprometer el estado clínico o la seguridad de los pacientes, o la seguridad y salud de los usuarios o, en su caso, a otras personas, siempre que los riesgos que pueden estar asociados con su función original, constituyen riesgos aceptables en relación con los beneficios para el paciente y son compatibles con un nivel elevado de protección de la salud y la seguridad.

Esto incluirá: La reducción, en la medida de lo posible, el riesgo de errores de utilización debidos a las características ergonómicas del producto y al entorno en el que está destinado el dispositivo a utilizar (diseño para la seguridad del paciente), y Consideración de los conocimientos técnicos, la experiencia, la educación y la formación y en su caso las condiciones médicas y físicas de los usuarios previstos (diseño para profesionales, profesionales, con discapacidad u otros).

2. Las soluciones adoptadas por el fabricante para el diseño y construcción de los productos deberán ajustarse a los principios de seguridad, teniendo en cuenta el estado generalmente reconocido de la técnica.

Al seleccionar las soluciones más adecuadas, el fabricante aplicará los siguientes principios, en el orden siguiente:

- Eliminar o reducir los riesgos en la medida de lo posible (diseño y construcción intrínsecamente seguros),
- Adoptar las oportunas medidas de protección, incluso alarmas, en caso necesario, en relación con 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.

3. Los productos deberán ofrecer las prestaciones que por el fabricante y estarán diseñados, fabricados y acondicionados de tal forma que son adecuados para una o varias de las funciones contempladas en el artículo 1 (2) (a), según lo especificado por el fabricante.

4. Las características y prestaciones contempladas en los apartados 1, 2 y 3 no deberán alterarse en un grado tal que el estado clínico y la seguridad de los pacientes y, en su caso, de otras personas, mientras dure la vida útil del dispositivo como indicado por el fabricante, cuando éstos se vean sometidos a las situaciones que puedan derivarse de las condiciones normales de uso.

5. Los productos deberán diseñarse, fabricarse y acondicionarse de forma tal que sus características y prestaciones durante su uso previsto no se vean alteradas durante el transporte y almacenamiento, teniendo en cuenta las instrucciones y datos facilitados por el fabricante.

6. Cualquier efecto secundario no deseado deberá constituir un riesgo aceptable en relación con las prestaciones atribuidas.

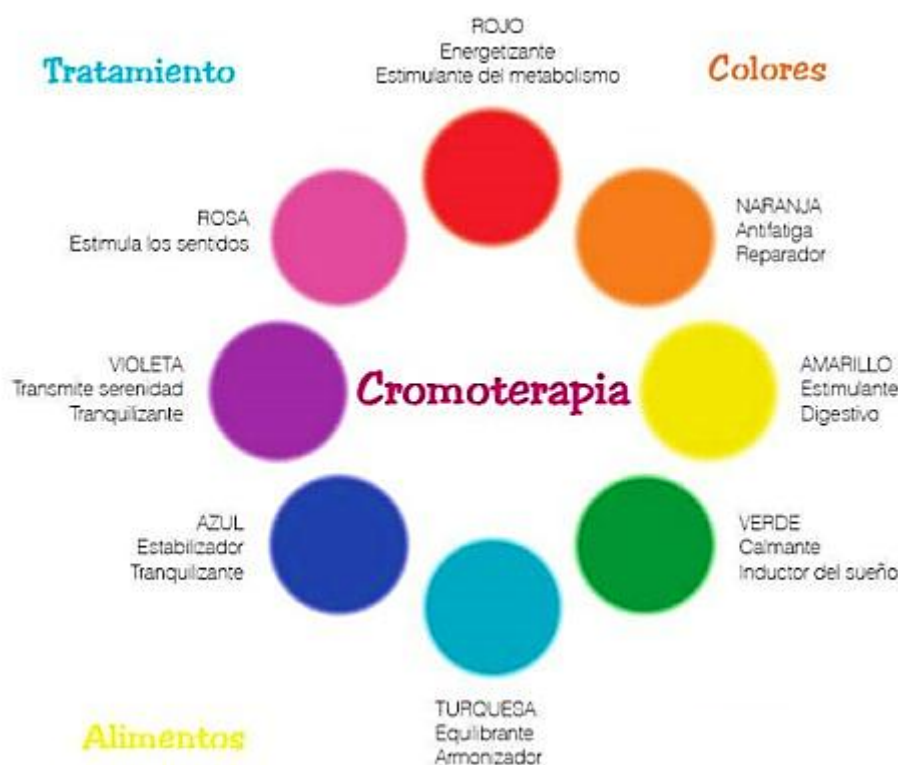
6a. La demostración de la conformidad con los requisitos esenciales debe incluir una evaluación clínica con arreglo.

Tomado de: www.who.int/medical_devices/publications/en/AM_Devices_S.pdf

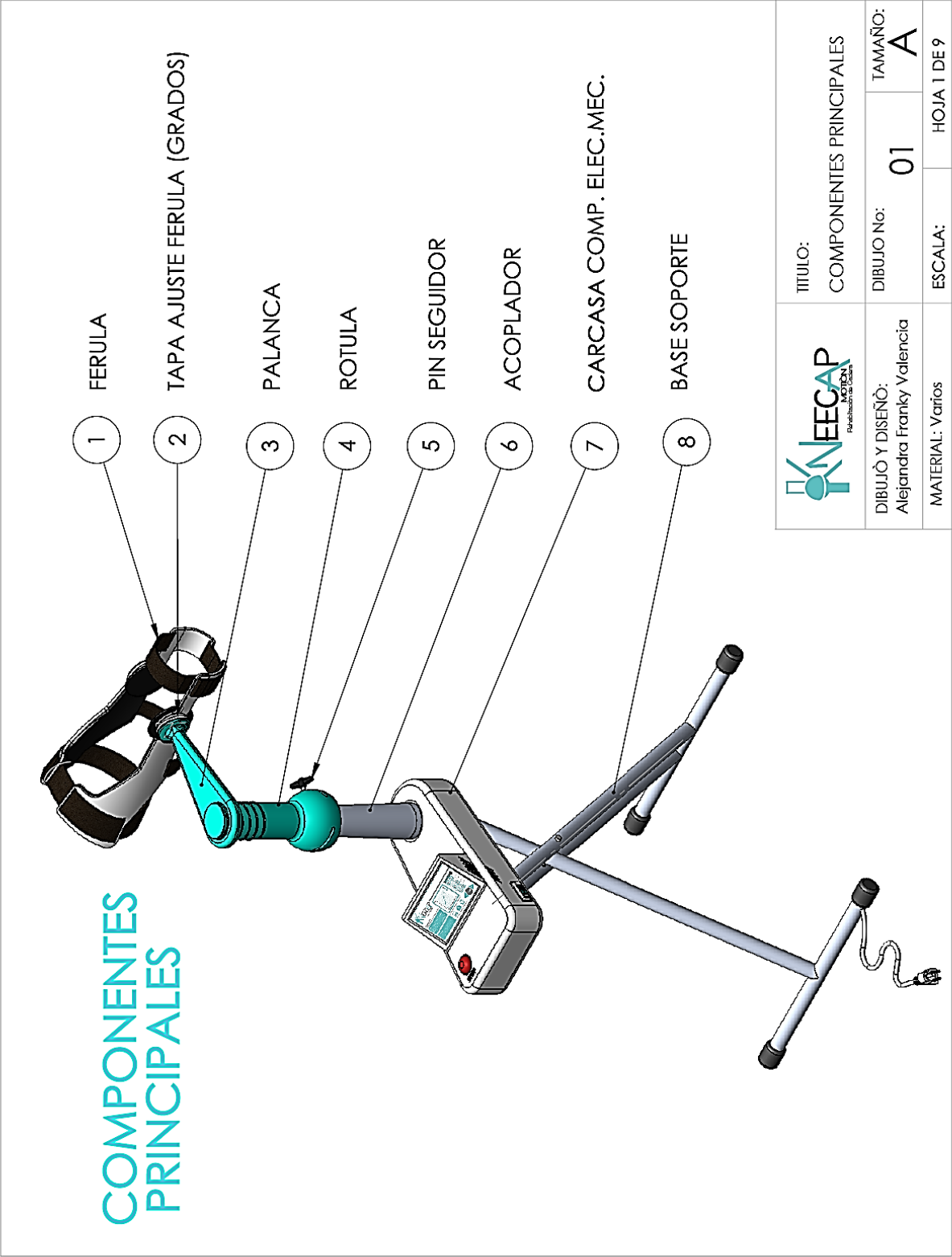
ANEXO 8.

CROMATERAPIA: TEORIA DEL COLOR

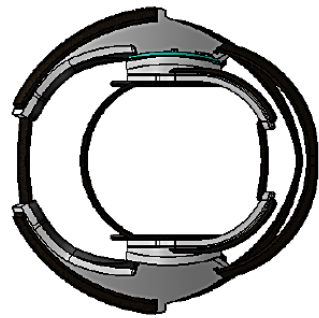
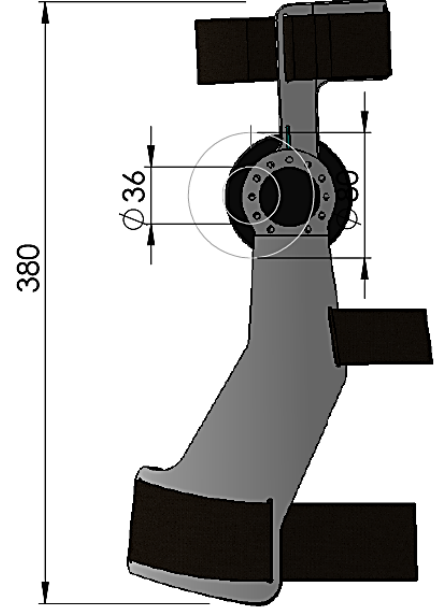
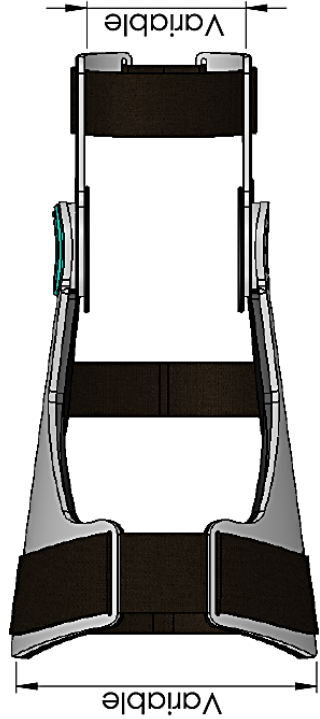
La utilización de la cromoterapia se inició basada en las propiedades del color para tratamiento de las enfermedades en texto escrito por el árabe Avicena, en el siglo IX trato de ello; durante unos siglos la cromoterapia estuvo olvidada, pero en el siglo XVIII científicos y filósofos se interesaron por ella y en el siglo XX empezó a utilizarse de nuevo con fines terapéuticos. Una gran aportación fue el test del color de Lüscher, que estudiaba la influencia de los colores en las diferentes partes del sistema nervioso autónomo, el metabolismo y las secreciones glandulares.



Tomado de El test de los Colores de Marx Lüscher. Ediciones Apostrofe, S.L. 28 de noviembre de 2011. Artículo disponible también en <http://sobrecolores.blogspot.com/2008/01/teora-psicologica-del-color-segn-max.html>

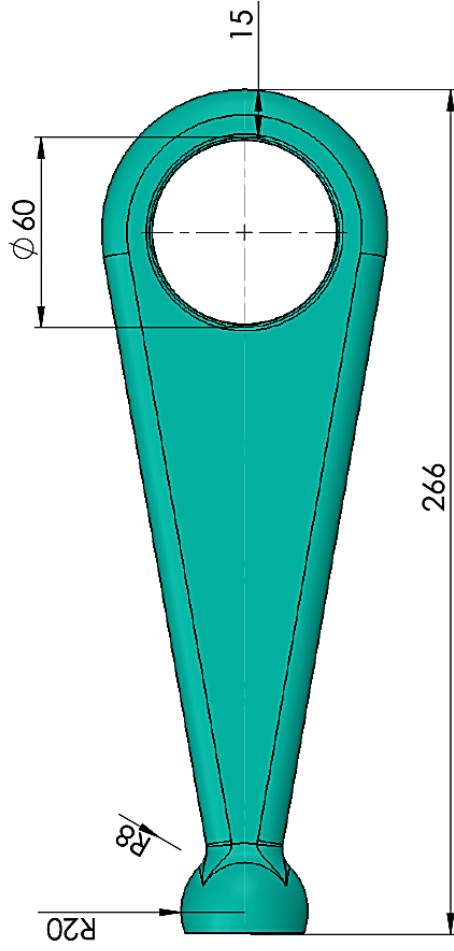


ORTESIS

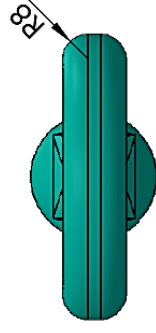
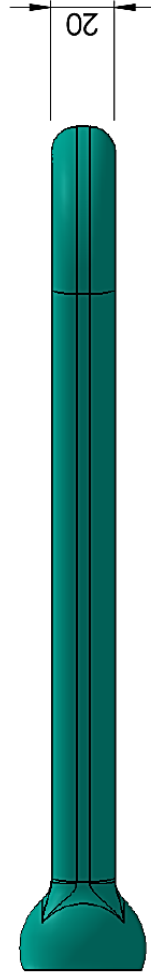
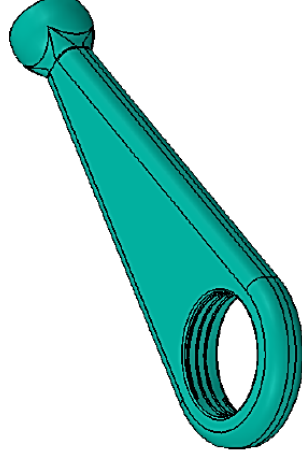


	TÍTULO: ORTESIS		
	DIBUJO Y DISEÑO:	DIBUJO No:	TAMAÑO:
	Alejandra Franky Valencia	02	A
	MATERIAL: Varios	ESCALA: 1:4	HOJA 2 DE 9

OBSERVACIONES:
 Los medidos estan dados en milímetros a menos que se indique lo contrario



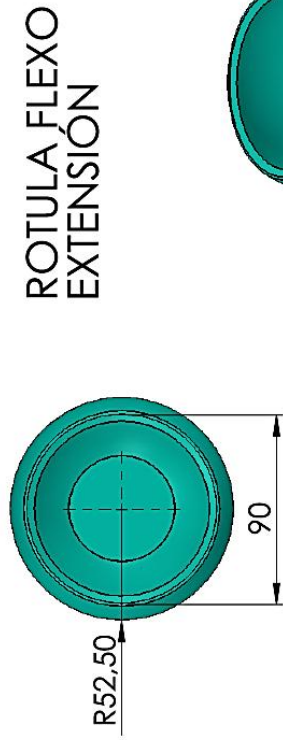
Perspectiva
ESC: 1:3



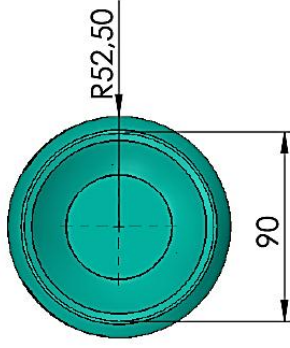
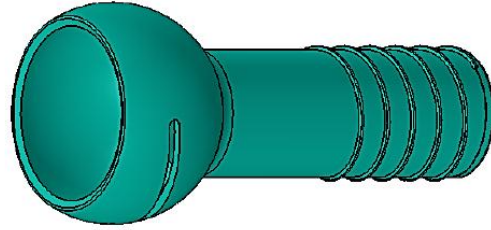
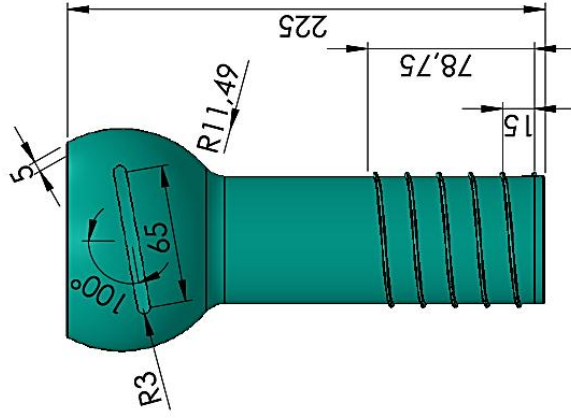
PALANCA

OBSERVACIONES:
Las medidas estan dadas en milímetros a menos que se indique lo contrario

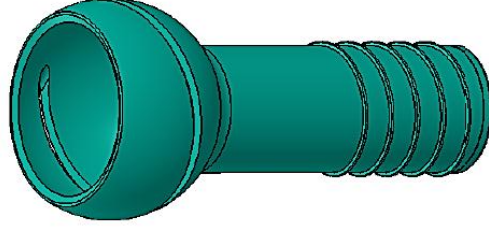
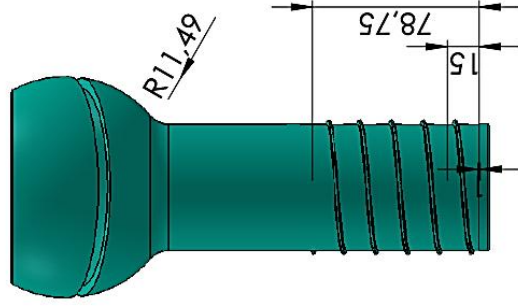
	TÍTULO: PALANCA		TAMAÑO: A
DIBUJO Y DISEÑO: Alejandra Franky Valencia	DIBUJO No: 03		
MATERIAL: ABS	ESCALA: 1:4	HOJA 3 DE 9	



ROTULA FLEXO
EXTENSIÓN



ROTULA
ROTACIÓN
INT. Y EXT.



ROTULAS



TÍTULO:

ROTULAS

DIBUJO Y DISEÑO:

Alejandra Franky Valencia

DIBUJO No:

04

TAMAÑO:

A

OBSERVACIONES:
Los medidos estan dados en milímetros a menos que se indique lo contrario

MATERIAL: ABS

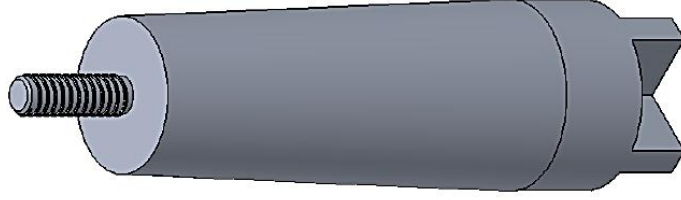
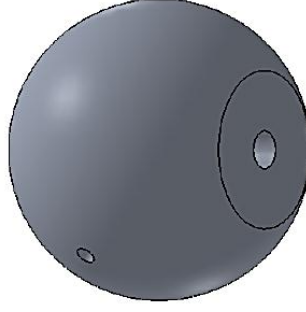
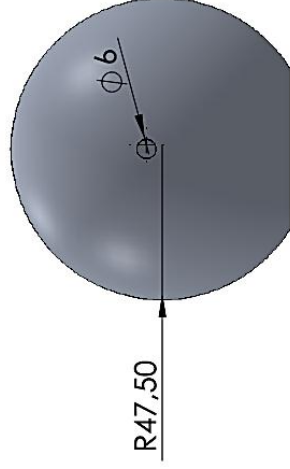
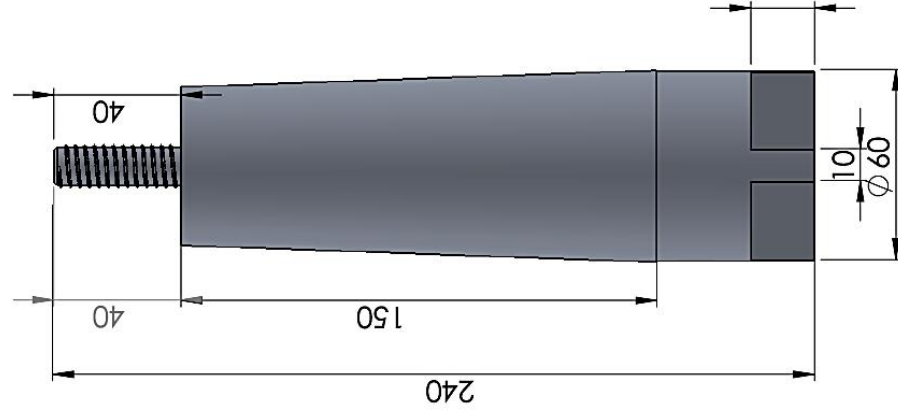
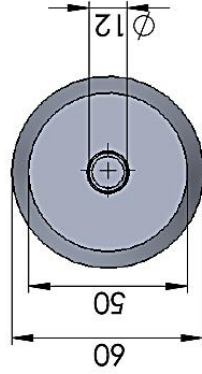
ESCALA: 1:3

HOJA 4 DE 9

ACOPLADOR

OBSERVACIONES:

Los medidos estan dados en milímetros a menos que se indique lo contrario



DIBUJO Y DISEÑO:
Alejandra Franky Valencia

MATERIAL: ALUMINIO

TITULO:

ACOPLADOR

DIBUJO No:

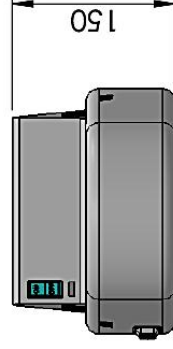
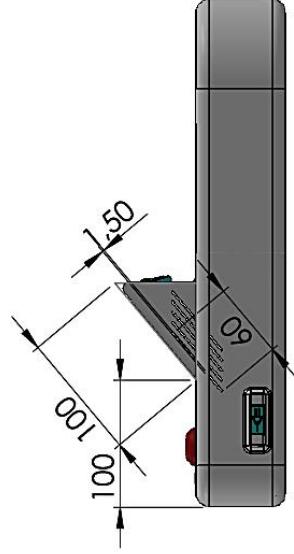
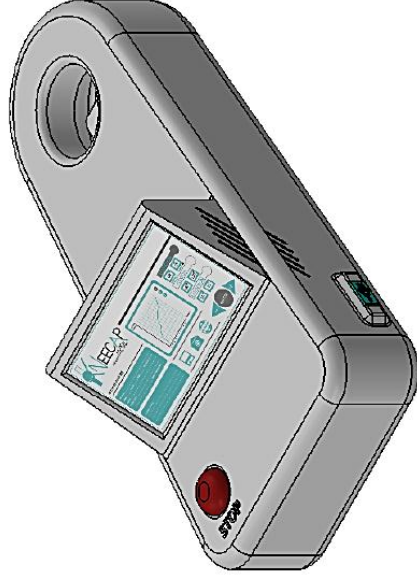
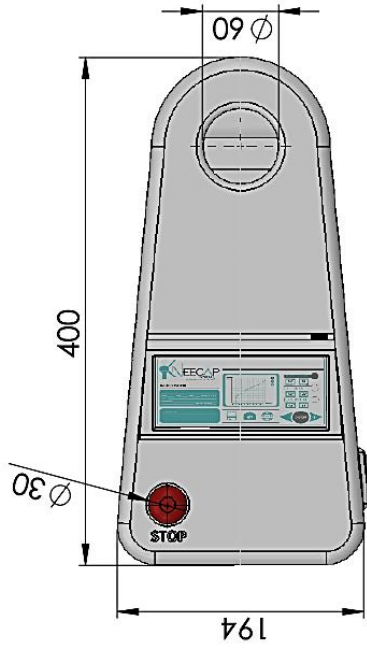
05

TAMAÑO:

A

ESCALA: 1:2

HOJA 5 DE 9



BASE CARCASA

OBSERVACIONES:
Las medidas estàn dadas en milímetros a menos que se indique lo contrario



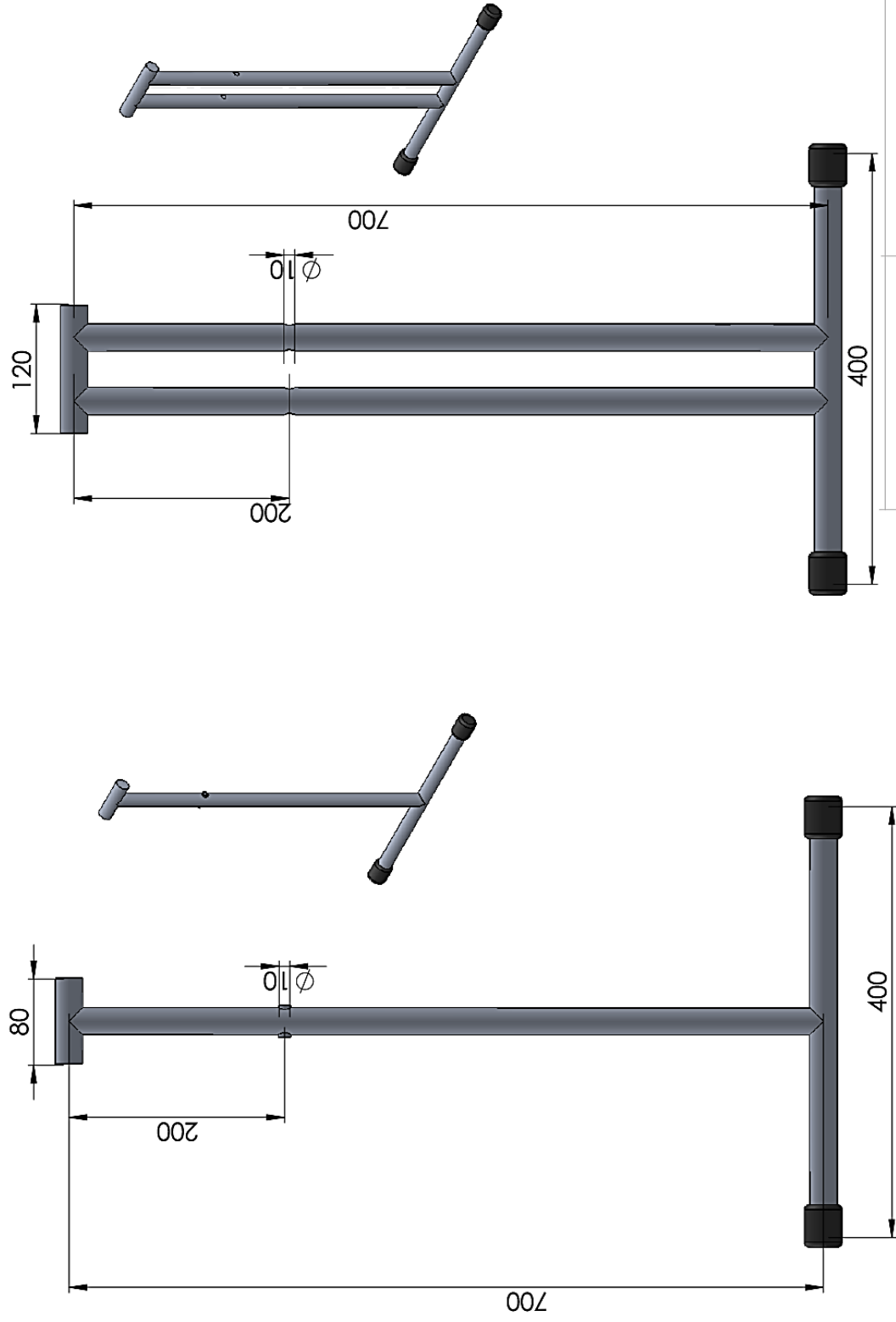
DIBUJO Y DISEÑO:
Alejandra Franky Valencia

MATERIAL: ABS

TÍTULO: BASE CARCASA
Componentes Mecánicos y Electrónicos

DIBUJO No: 06 TAMAÑO: A

ESCALA: 1:5 HOJA 6 DE 9



SOPORTES BASE

DIAMETRO DE TUBOS 1" (25.4 mm) - CALIBRE 3,16" (4,76 mm)

OBSERVACIONES:

Los medidas estan dados en milímetros a menos que se indique lo contrario



TÍTULO:

SOPORTES BASE

DIBUJO Y DISEÑO:
Alejandra Franky Valencia

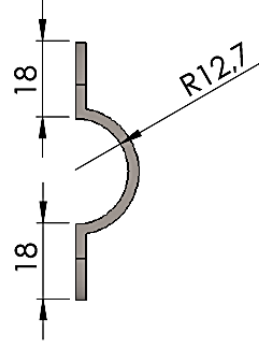
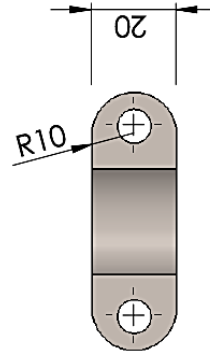
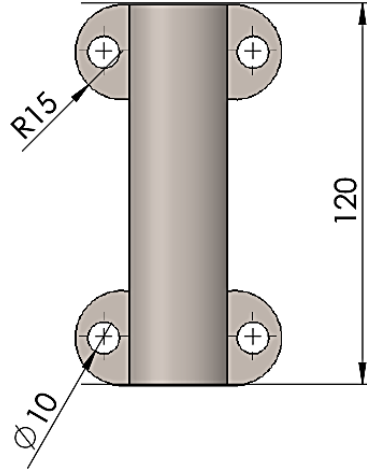
DIBUJO No: 07

TAMAÑO: A

MATERIAL: ALUMINIO

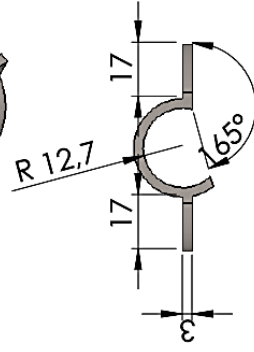
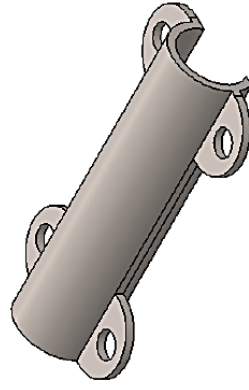
ESCALA: 1:5

HOJA 7 DE 9



SOPORTES

OBSERVACIONES:
Los medidos estan dados en milímetros a menos que se indique lo contrario



SOPORTES PARA REGULAR ALTURA

SOPORTES FIJO



TITULO: SOPORTES

DIBUJO Y DISEÑO:
Alejandra Franky Valencia

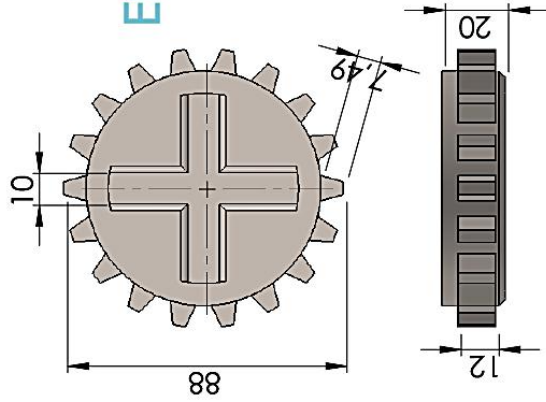
DIBUJO No: 08

TAMAÑO: A

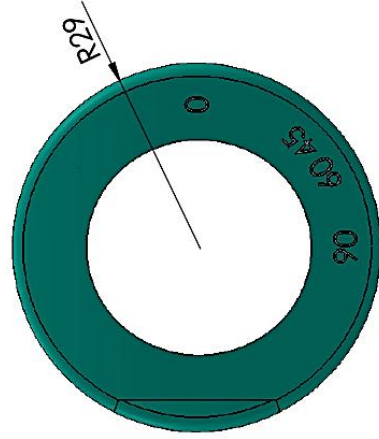
MATERIAL: ACERO INOX.

ESCALA: 1:2

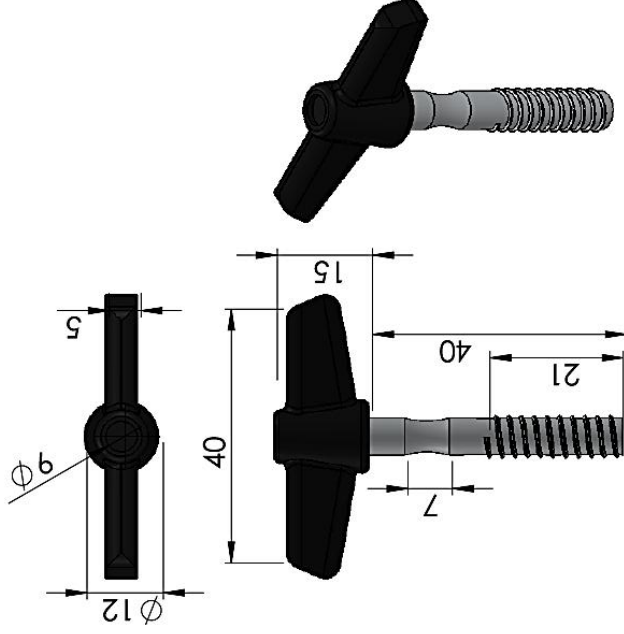
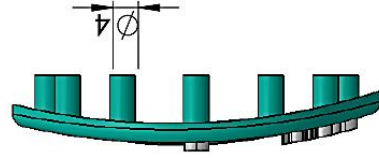
HOJA 8 DE 9



ENGRANAJE ACOPLE
ESC: 1:2



TAPA AJUSTE FERULA Y ANGULOS
ESC: 1:1



PIN SEGUIDOR
ESC: 1:1

	TÍTULO: OTROS		TAMAÑO: A
	DIBUJO No: 09	HOJA 9 DE 9	
	DIBUJO Y DISEÑO: Alejandra Franky Valencia		
MATERIAL: VARIOS			

OBSERVACIONES:
Las medidas estan dadas en milímetros a menos que se indique lo contrario