

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Programas en
cumplimiento de los requisitos exigidos por
el Departamento de Diseño de la
Universidad del Valle.

MIGUEL URIBE BECERRA
Jurado Diseñador

MARIA NORA HURTADO FLOYD
Jurado Asesor

JOSE ISIDRO GARCÍA MELO
Jurado Especialista

CRISTIAN DAVID CHAMORRO RODRIGUEZ
Director del proyecto

Santiago de Cali, 13 de septiembre de 2013.

*DESARROLLO DE UNA UNIDAD DE
MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO (UMPC) DE
RODILLA GENERANDO CONDICIONES DE
'CONFORT' EN USUARIO PRINCIPAL
(PACIENTE).*



UNIVERSIDAD DEL VALLE

Facultad de Artes integradas.

Diseño Industrial.

*DESARROLLO DE UNA UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO
CONTINUO (UMPC) DE RODILLA GENERANDO
CONDICIONES DE 'CONFORT' EN USUARIO PRINCIPAL
(PACIENTE).*

Tesis de Grado en el programa de Diseño Industrial.

Elaborado por:

JUAN DAVID JARAMILLO CIFUENTES.

Código: 0822010

Director de Proyecto de Grado:

CRISTIAN CHAMORRO RODRIGUEZ.

Santiago de Cali, 5 de Agosto de 2013.

RESUMEN:

La situación de lesión en la articulación de la rodilla es un fenómeno que afecta a un porcentaje considerable de la población latinoamericana. Las patologías de rodilla generalmente implican un proceso de intervención quirúrgica y un posterior proceso de rehabilitación, en donde las Actividades de la Vida Diaria AVD de una persona se ven afectadas, esto debido a que la afección en la realización de actividades genera comúnmente una dependencia con respecto a familiares y seres cercanos en actividades que anteriormente realizaba de manera independiente, sin ningún tipo de ayuda. Adicionalmente, esa dependencia de personas cercanas genera a su vez un impacto negativo en la Autoimagen ya que al verse sometido a auxilio en la mayor parte del día, comienza a sentirse psicosocialmente disminuido.

El Movimiento Pasivo Continuo (MPC) es un modo de terapia que interviene en el proceso de rehabilitación de la rodilla, principalmente después de haberse realizado procedimientos quirúrgicos. En este contexto, las Unidades de Movimiento Pasivo Continuo (UMPC) ofrecen una satisfacción a la necesidad de ser rehabilitado de manera pasiva previamente al trabajo de rehabilitación activa, contribuyendo dentro del proceso completo de rehabilitación a la recuperación de su independencia psicosocial y física, revalidando así su calidad de vida.

El confort se convierte en un factor determinante en la relación entre el usuario (en este caso el paciente) y el producto (en este caso la UMPC), los pilares de interacción entre estas dos partes son: Percepción, Antropometría, Usabilidad y Técnica (PAUT). Esos pilares mencionados se convierten en condiciones de confort en un producto reproducido a gran escala, para ello fue prudente hacer un mayor énfasis en el término 'Percepción' y la perspectiva del mismo desde el desarrollo de productos.

Este proyecto interviene en el desarrollo de una UMPC llamada PCA-1 desarrollada en la Universidad del Valle desde la perspectiva del diseño industrial. Los objetivos de PCA-1 son generar rehabilitación pasiva por medio de 'Teleoperación' (Telemedicina) generando condiciones de confort en el usuario principal (paciente).

Palabras Clave:

Confort, Rodilla, Rehabilitación, Movimiento Pasivo Continuo (MPC), Unidades de Movimiento Pasivo Continuo (UMPC), independencia, Autocuidado, calidad de vida, lesión.

ABSTRACT:

The situation of injury in the knee joint is a phenomenon that affects a significant proportion of the Latin American population. Knee diseases usually involve a process of surgery and a subsequent process of rehabilitation, where Daily Life Activities from a person are affected, since the condition in the conduct of activities generates in the majority of cases dependence on family and nearby beings for these activities previously performed independently, without any help. That dependency of people close generates in turn a condition in the self-image of a person, since to be subjected to aid in most part of day, begins to feel diminished psychosocially.

The Passive Continuous Movement is a mode of therapy that is involved in the process of rehabilitation of the knee, mainly after surgical procedures. Passive Continuous Movement Units offer a satisfaction to the need to be rehabilitated passively previously to active rehabilitation work, contributing within the entire process of rehabilitation to the recovery of its independence psychosocial and physical, thus retaining their quality of life.

Comfort becomes a determining factor in the relationship between the user (in this case the patient) and the product (in this case the PCMU), the pillars of interaction between these two parts are: Perception, Anthropometry Usability and Technicality. Those pillars mentioned become conditions of comfort in a reproduced product on a large scale, so it was prudent to make a greater emphasis on the term 'Perception' and the prospect of the same from product development.

This project is involved in the development of a PCMU, its name is PCA-1 developed in Universidad del Valle from the perspective of industrial design. PCA-1 aims to generate passive rehabilitation through 'Teleoperation' (Telemedicine) generating comfort conditions in the main user (patient).

Key words:

Comfort, knee, rehabilitation, movement passive continuous MPC, units of continuous passive motion UMPC, independence, self-management, quality of life, injury.

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN	1
CUADRO CONCEPTUAL GENERAL	2
1. MARCO CONCEPTUAL	3
1.1 Necesidad	3
1.2 Calidad de Vida	6
1.3 Confort	11
1.4 Percepción	20
1.5 Percepción desde la planeación de productos fabricados Industrialmente	23
1.6 Situación de Lesión	25
1.7 Dependencia	27
1.8 Autocuidado	30
1.9 Rehabilitación	31
1.10 Movimiento Pasivo Continuo MPC	33
1.11 Unidad de Movimiento Pasivo Continuo UMPC	33
1.12 Sobre la Norma Técnica colombiana NTC- ISO 9999. Clasificación de las Ayudas Técnicas	35
2. MARCO CONTEXTUAL	37
2.1 Sistema de Salud en Colombia	37
2.2 Legislación colombiana y situación de lesión o discapacidad temporal	40
2.3 Usuario	42
2.4 Legislación colombiana, Medicina y Sistemas de Control Asistido Mediante Teleoperación: Telemedicina y Telesalud (Ley 1419 de 2010)	54
3. SOBRE LA RODILLA Y SU BIOMECÁNICA	57
3.1 Planos y Ejes de Movimiento	58
3.2 Planos y Ejes de la Rodilla	59
3.4 Biomecánica de la Rodilla (Ligada a la locomoción del cuerpo Humano)	60
3.5 Modelo Planar o del Centroide	62
3.6 Los Movimientos de Flexión y Extensión	65
3.7 Intervención Quirúrgica en la articulación de la Rodilla	66
3.8 La Rehabilitación de la Articulación de la Rodilla	67

4. TRABAJO DE CAMPO	69
4.1 Movimientos utilizados en las Actividades de la Vida Diaria	70
4.2 Estructura de Evaluación de Independencia en la Rehabilitación Humana	73
4.3 Entrevistas	80
4.4 Descripción de usuarios entrevistados	80
4.5 Análisis de Estado de la Técnica	94
4.6 UMPC en Cali, Colombia	108
 5. PLANTEAMIENTO	 109
5.1 Metodología	109
5.2 Justificación	111
5.3 Planteamiento del Problema	116
5.4 Objetivos	118
5.5 Requerimientos de Diseño	119
5.6 Determinantes	121
 6. PROPUESTA DE DISEÑO PCA1 UMPC	 123
6.1 Introducción a la propuesta de diseño	123
6.2 Descripción	127
6.3 Configuración, funcionamiento y sistema de mecanismos	129
6.4 Funcionamiento – Secuencia de uso	139
6.5 Materiales	143
6.6 Fichas y planos técnicos (Anexo 6)	147
6.7 Fase 1 vs. Fase 2. Entradas y Salidas	148
6.8 Proceso de concepción y desarrollo de forma	150
 7. CONCLUSIONES GENERALES	 153
 ANEXOS	 157
BIBLIOGRAFÍA	165
WEBGRAFÍA	168

AGRADECIMIENTOS:

Principalmente a mis padres **Cecilia y Eduardo**, por brindarme la oportunidad de cumplir mi sueño de ser diseñador industrial. Muchas gracias a ustedes por el inmenso sacrificio, lo amo.

Al resto de mi familia, especialmente a mis hermanos **Paola y Felipe** por todo el apoyo y disposición en este proceso de aprendizaje de 5 años.

A los profesores de la Universidad del Valle: **Gumerindo Murillo, Miguel Uribe, Maria Nora Hurtado, Diana Umaña, Jose Isidro García y Viviana Polo**. Seguro que aprendí mucho de ustedes como diseñadores, pero especialmente aprendí de ustedes como seres humanos, muchas gracias a todos.

A los profesores del ITESM de Monterrey, Campus Querétaro: **Oscar Ponte, Raúl Moysen Mason, Jane Delano, Montserrat Bañales y Alejandro Acuña**. Muchas gracias por todo el apoyo y hospitalidad brindados en México, me hicieron sentir siempre como en casa.

Agradecimiento especial a mi tutor de Proyecto de Grado; **Master Cristian Chamorro Rodriguez**, muchas gracias por toda la confianza, apoyo y herramientas brindadas en los procesos de intercambio y de realización de esta tesis, un abrazo profe!!

A mis compañeros y amigos en el proceso, que fueron otros maestros como diseñadores y como personas tanto en la **Universidad del Valle** en **Colombia** como en **ITESM de Monterrey** en **México**. Muchas gracias a todos, espero que su vida siga llena de éxito y armonía, ¡Un abrazo para todos!

JUAN DAVID JARAMILLO CIFUENTES.

JULIO DE 2013.

A mis amigos Carlitos Rojas y 'Vandu' Tamayo...

INTRODUCCIÓN:

El ser humano siempre ha tenido como necesidad principal o 'necesidad de necesidades' el vivir. Luego de tomar la decisión de vivir, el ser humano busca el 'buen vivir', cuyas concepciones generalmente son relacionadas con condiciones geográficas, demográficas y/o contextuales. De cualquier manera, el ser humano busca desarrollarse psico-socialmente en su contexto cultural específico de manera independiente, relacionándose en sociedad de forma particular.

Un ser usuario puede ver afectado su 'buen vivir' o 'calidad de vida' si llega a encontrarse en una situación de lesión, ya que automáticamente genera una dependencia de sus familiares o personas cercanas, haciendo que psicosocialmente se sienta en situación de disminución. En este caso, la atención está completamente puesta sobre las lesiones o patologías de la rodilla y su proceso de rehabilitación.

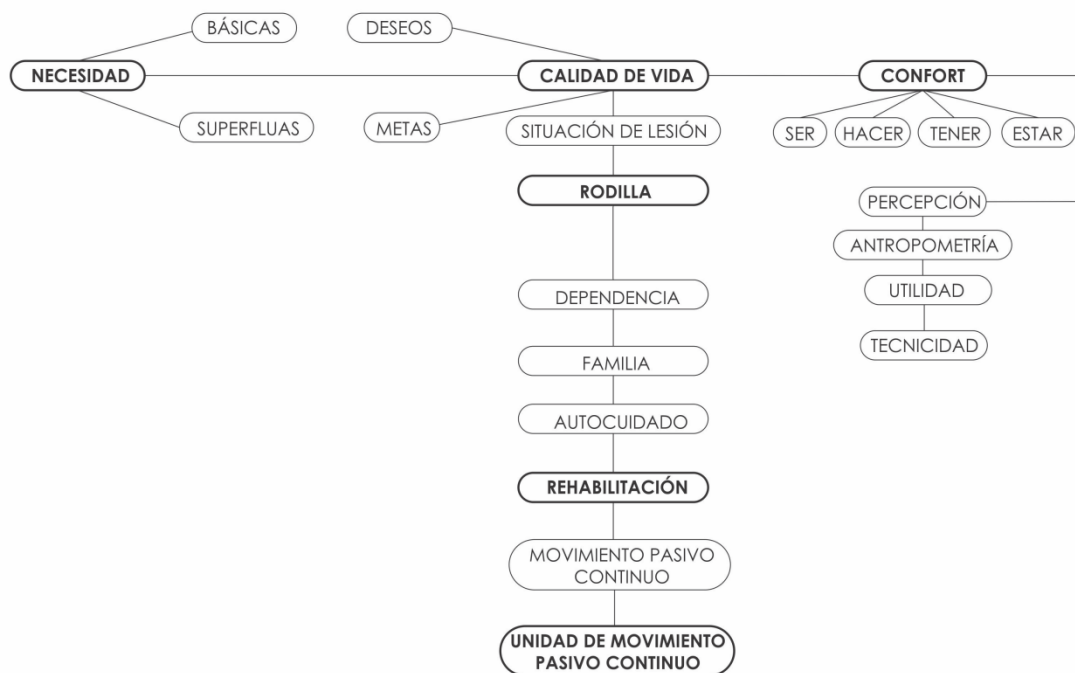
El Movimiento Pasivo Continuo MPC funciona como terapia previa al Movimiento mediante Terapia Activa, es utilizado generalmente en procesos postoperatorios de rehabilitación. Las Unidades de Movimiento Pasivo UMPC son equipos electromecánicos que realizan el movimiento articular por el paciente, el cual podrá controlar dicho movimiento mediante los parámetros de control de las UMPC.

Una UMPC debe generar en el usuario principal las condiciones de 'Confort' necesarias para garantizar la óptima recuperación en la articulación de la rodilla, de igual manera ofrecer al paciente la experiencia psicofísica de confianza, quietud, movimiento controlado y bienestar. Desde la Percepción de los Productos; que a su vez entra dentro de las determinantes de confort, el objetivo es generar una experiencia con los pilares mencionados desde los sentidos de la vista y el tacto principalmente. Además; para ser 'confortable', la UMPC que será desarrollada debe garantizar al usuario acertados niveles de Antropometría, Usabilidad y Tecnicidad.

La UMPC PCA-1 se encuentra en un proceso de desarrollo en el que intervienen estudiantes de diferentes áreas como las Ingenierías Mecánica y Electrónica, así como el Diseño Industrial, perspectiva desde la cual es desarrollado este proyecto en específico.

Las UMPC proporcionan a un usuario o paciente, la capacidad de rehabilitar su articulación después de un proceso quirúrgico, haciendo así que el paciente recupere gradualmente el movimiento autónomo de su articulación y a su vez su nivel de independencia absoluto, condición determinante de su 'Buen vivir'.

**CUADRO 1.
MAPA CONCEPTUAL GENERAL**



Fuente: Autor.

El cuadro anterior ilustra la exploración conceptual general realizada en este proyecto, en donde se parte de una condición humana constante; la *Necesidad*, y su división entre necesidades básicas y superfluas. Como resultado final después del recorrido, aparecen las Unidades de *Movimiento Pasivo Continuo* (UMPC) como medio de satisfacción de la necesidad específica de rehabilitación de rodilla.

Las condiciones de '*Confort*' son variables directamente relacionadas con el nivel de calidad de vida de un ser humano, que puede verse afectado por su posible situación de lesión y posterior dependencia de su familia o personas cercanas, es por eso que la UMPC que se muestra como resultado final debe contar con las condiciones de '*Confort*' necesarias para garantizar la efectiva recuperación del usuario principal (Paciente), y a su vez, recuperar el nivel de 'Calidad de Vida' que pudo haber perdido en su proceso de recuperación posterior a la lesión.

1.MARCO CONCEPTUAL:

1.1. Necesidad:

Para dar una definición de 'necesidad' es propicio comenzar con el inicio y evolución objetual del hombre en la tierra. El desarrollo del hombre como especie ha tenido cabida en el planeta gracias a la solución a necesidades de diferentes índoles, teniendo como principal objetivo la preservación de la especie. El hombre necesita resguardarse del frío, alimentarse, descansar y desplazarse, lo que contribuye a su vivir; en otras palabras, la necesidad primaria es la necesidad de vivir, las otras necesidades son las que el hombre utiliza para cumplir su propósito principal. Sin embargo, la necesidad de vivir es la necesidad fundamental o como lo denomina Ortega y Gasset, *"La vida-necesidad de necesidades- es necesaria sólo en un sentido subjetivo simplemente porque el hombre decide autocráticamente vivir"*¹. A diferencia de otros seres vivos, el ser humano decide; elige si prefiere vivir o no gracias a su configuración biológica, después de haberlo decidido, la necesidad fundamental es la de vivir, sin embargo, otras necesidades se van haciendo presentes en la vida del ser humano, haciendo que además de la 'necesidad de necesidades' existan otras las cuales según ordenes demográficos y/o culturales comienzan a tener una importancia en la vida del ser humano. *"No es pues alimentarse necesario por sí, es necesario para vivir."*² Con esto puede argumentarse que existen otras necesidades que no alcanzan a tener la importancia de la necesidad primordial, sin embargo son necesarias para lograr la vivir.

Esa otra serie de necesidades comienzan a aparecer según criterios culturales, geográficos, económicos, sociales y de edad. *"Una necesidad (refiriéndose a las necesidades secundarias o superfluas) no es algo que la naturaleza impone, sino una categoría conceptual por elección cultural."*³ Siguiendo ese orden de ideas, puede sugerirse que las necesidades 'superfluas' hacen parte de una serie de necesidades establecidas socioculturalmente en donde las necesidades que se establecen como prioritarias en un territorio, pueden ser de mediana importancia en otro y a su vez; en donde en ciertos territorios se establecen ciertas

¹ José Ortega y Gasset. *"MEDITACIÓN DE LA TÉCNICA Y OTROS ENSAYOS SOBRE CIENCIA Y FILOSOFÍA"*. Revista de Occidente. Madrid. 1961. Pág. 9.

² Ibíd. Pág. 8.

³ George Basalla. *"LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA"*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México. 1991. Pág. 26.

necesidades superfluas, para cada individuo que ocupa este espacio pueden tener un orden diverso y dispuesto a ser cambiado constantemente, sin embargo, manteniendo como prioridad la 'necesidad de necesidades', la de vivir.

Puede decirse entonces que necesidades de relación consigo mismo, necesidades sociales, económicas, o de autorrealización, resguardarse del frío, alimentarse, descansar y desplazarse, entre otras, son necesidades que responden a un segundo plano, o un plano 'superfluo' en palabras de Basalla. Otros animales no tienen la facultad de elegir si quieren vivir o no, es decir, no eligen si desean 'sobrevivir' o no hacerlo, mientras que el hombre en sus facultades y conciencia es capaz de elegir hacerlo o dejar de hacerlo, después de haberlo decidido, 'vivir' se convierte en la necesidad primaria, por encima de cualquier otra necesidad que pueda aparecer más adelante y; después de haber tomado esta decisión entra a decidir 'vivir bien', es decir, es donde comienza a adoptar y según el caso establecer prioridades en las necesidades superfluas, pues la satisfacción de esas necesidades son las que determinan en gran medida, según el caso su bien vivir. *"Las necesidades humanas son objetivamente superfluas y solo se convierten en necesidades para quien sea necesario el bienestar y para quien vivir sea vivir bien"*.⁴ Citando entonces a Basalla, el 'vivir bien' se convierte en el objetivo principal sobre las necesidades secundarias o superfluas, por lo que; según cada caso y prioridad de necesidades, es necesario satisfacer esas necesidades establecidas para 'vivir bien' y lograr con ello el 'bienestar'.

Acerca de necesidad puede decirse lo siguiente: La necesidad primaria en el ser humano es la necesidad de vivir, las otras necesidades pasan a un segundo plano, sin embargo son las necesidades por medio de las cuales vive y además vive bien.

Max-Neef define las necesidades como '*Finitas y clasificables*'⁵ Dando a entender que las necesidades fundamentales y/o de vida ya fueron suplidas desde hace varios siglos, por lo que el hombre establece según cada caso, necesidades para el 'bien vivir' o bienestar.

*"Las necesidades (hablando de las necesidades superfluas) y la forma de suplir estas varían tanto con el tiempo como por las características geográficas"*⁶

⁴George Basalla. *"LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA"*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México. 1991. Pág. 22.

⁵ Manfred Max-Neef. *"DESARROLLO A ESCALA HUMANA"*. Centro de Estudios y Promoción de Asuntos Urbanos. Santiago de Chile, Chile. 1896. Pág. 29.

⁶ George Basalla. *"LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA"*. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México. 1991. Pág. 22.

Mencionando nuevamente a Basalla, puede exponerse un caso concreto como ejemplo. En las ciudades de San Juan y Ponce, en Puerto Rico, es costumbre para los hombres cuidar de su apariencia física al igual que lo hacen las mujeres, en este sentido, es necesario en términos de interacción social con el fin de lograr cortejar y así reproducirse, el depilar partes de su cuerpo como genitales, axilas, cejas, piernas, dorso y espalda, después de eso el cuidado de sus manos y uñas, llegando al punto de concebir como desaseado o descuidado al hombre que no haga esta clase de prácticas. Por otro lado, en ciudades mexicanas como Ciudad de México, Morelia, Querétaro, Monterrey o Mazatlán es inconcebible el hecho de que un hombre realice este tipo de prácticas pensando en su cuidado personal, pues en ese contexto son prácticas ligadas únicamente a las mujeres, mujeres de ciertas edades, en ese caso, ni siquiera hombres con preferencias distintas a las establecidas socialmente como por ejemplo hombres bisexuales u homosexuales hacen este tipo de prácticas ya que se concibe como algo anormal, el hombre; cualquiera que sea su preferencia sexual tiene la connotación del hombre velludo, rudo, fuerte, o en sus palabras de jerga 'Mero Macho'. Este ejemplo es prudente con el ánimo de mostrar diferentes maneras de relacionarse contextualmente, en ambos contextos, como en la mayoría, es necesario relacionarse con personas de diferente sexo o del mismo, con el fin de reproducirse, lo que en otras palabras puede traducirse como el 'prolongar del vivir' pues es una necesidad que puede ser calculada como superflua y primaria según el punto de vista desde donde se observe. Así pues, para desenvolverse en ciudades como Ponce y obtener en este respecto 'bienestar' es necesario cuidar de la apariencia física, en el caso de ser hombre, mientras en el caso de las ciudades mexicanas, debe pensarse en todo lo contrario y suprimir cualquiera de estas prácticas si el objetivo es desenvolverse social y sexualmente.⁷

Puede decirse que el vivir, siendo la necesidad primaria, es la necesidad absoluta del hombre después de que así lo decidió y no hay nada que esté por encima de esa necesidad. Sin embargo el 'Bien vivir' también hace parte del vivir y por medio de la satisfacción de necesidades superfluas el hombre 'vive bien' o en condiciones de 'Bienestar'.

Las necesidades no son únicas, algunas pueden separarse de otras pero siempre mantienen una conectividad y llegan a convertirse en colectivas, aunque la necesidad de vivir es la primera, no puede decirse que esta se halle sola apartada de las demás que son determinadas según cada contexto. Para llegar al completo bienestar, el hombre busca no solo satisfacer sus necesidades biológicas básicas o 'bienestar fisiológico', sino además otras que son determinantes para su consecución. Después de haber entendido la necesidad de vivir como primaria y después de haberlo decidido, el hombre comenzó a darse cuenta de que era mejor vivir y relacionarse con otros hombres manteniendo objetivos comunes en vez de velar por vivir solo, así ahí donde

⁷ Quintana, Mercedes. *"El hombre metrosexual en Puerto Rico: su perfil caracterizado por ocho hombres metrosexuales"*. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. San Juan. 2007.

aparece y se evidencia la necesidad de 'bienestar social' para alcanzar intereses en conjunto.

Después de vivir, el hombre busca relacionarse para mantenerse y por ende vivir bien, sentirse parte de un grupo, actuar en conjunto y ser de manera individual un ser social.

La autoimagen de un ser humano, su ego (entendido como la idea que tiene de sí mismo y con base en esto la forma como se relaciona con otros de su especie.) y la estabilidad emocional son factores determinantes para el 'bienestar psicológico', en el que entra una variable estrechamente ligada a su consecución; la independencia, pues según el nivel de independencia en que se sienta un ser humano, se varía de una u otra forma sus relaciones con las personas de su entorno. Es de suma importancia velar por independencias física y psicológica, en el caso de no suplir una de estas necesidades completamente, un ser humano en un contexto específico puede encontrarse en condiciones contrarias a la del bienestar psicológico.

Debe mencionarse como último punto, el 'bienestar económico' que es el medio por el cual el hombre consigue o accede a sistemas de elementos con los que suple todos los demás tipos de bienestar anteriormente mencionados, puede tratarse de medios distintos al que es concebido como 'dinero', un sistema de intercambio. En civilizaciones anteriores a la occidental en los siglos XX y XXI, el hombre utilizaba diferentes maneras de intercambio, como trueques, ofrendas o intercambios de bienes. El bienestar económico puede verse estrechamente ligado al bienestar social, pues gracias a los sistemas de intercambio, civilizaciones de diferentes lugares comenzaron a relacionarse unas con otras, intercambiar mercancía, conocimiento y costumbres de toda índole, como religiosas, morales, sexuales o perceptuales.

Puede decirse entonces que todo lo que conlleve al bienestar se debe considerar como necesidad.

1.2. Calidad de Vida:

Diferentes instituciones han dado una definición al término 'calidad de vida', entre ellas la organización mundial de la salud, Las naciones Unidas, órganos y profesionales definiendo este concepto desde áreas como la psicología, la sociología, la economía y la medicina.

En una publicación de las naciones unidas la calidad de vida está ligada a las cifras económicas tradicionales de una nación, después de establecer esas cifras, se incluyen también criterios medidos sobre la esperanza de vida en una nación, logros educacionales e ingresos reales ajustados.⁸ Según esa clasificación, las naciones con mayor calidad de vida teniendo en cuenta los parámetros

⁸ Consultado en: <http://www.infoplease.com/ipa/A0778562.html>. Consultado el 24 de Abril de 2013.

mencionados son Noruega, Islandia y Australia en su respectivo orden. Podría decirse entonces que según esta clasificación, los países con mayor 'calidad de vida' son los que después de haber superado en gran proporción la necesidad primaria o la necesidad de 'vivir', y han logrado satisfacer de manera constante, contundente y clara sobre los conceptos de 'bienestar fisiológico', 'social', 'Psicológico', y 'económico'. Es probable que lo que las Naciones Unidas pretendan dar a entender es que la nación que posee la manera de garantizar su bienestar en todos los sentidos es la que cuenta con una mayor 'calidad de vida'.

Por su parte 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"*.⁹ Sobre lo que podría afirmarse que está estrechamente relacionado con los determinantes de 'bienestar' 'fisiológico', 'Social' y 'Psicológico'.

Las finesas Nussbaum y Sen de la Universidad de Sociología de Helsinki; luego de un estudio realizado en Suecia en 1968, dan una definición a la calidad de vida de la siguiente manera: *"Un enfoque sobre las necesidades básicas se concentra sobre las condiciones sin las cuales los seres humanos no pueden sobrevivir, evitar la miseria, relacionarse con otras personas y evitar el aislamiento. Tener, amar y ser son las palabras son la palabras de efecto para llamar la atención sobre las condiciones necesarias centrales para el desarrollo y existencia humanos"*.¹⁰ En este sentido, la calidad de vida tiene en cuenta parámetros que van mucho más allá de las necesidades básicas o fisiológicas ya que estas han sido superadas y por ende se sugiere que el hombre está lejos de perecer, lo que en otras palabras significa que la calidad de vida está estrechamente ligada al 'vivir bien' o 'bienestar'.

Podría afirmarse entonces que las necesidades se pueden dividir en dos grupos que son: materiales y no materiales. Por ende lo que se busca es crear un sistema en el que ambos tipos de necesidad se suplan y poder así establecer, categorizar y medir la calidad de vida en relación a estas necesidades mencionadas en una nación o comunidad.

⁹ Consultado en: <http://www.who.int/whr/es/index.html> Consultado el 26 de Abril de 2013.

¹⁰ Martha Nussbaum y Amartya Sen. "LA CALIDAD DE VIDA". Fondo de Cultura Económica, México. 1996. Pág. 12

El 'Tener' hace referencia a los bienes materiales que posee el hombre para preservar su vida y evitar perecer. En este sentido podrían mencionarse factores como:

1. Salud, haciendo referencia a sus enfermedades o ausencia de ellas y Acceso a ayudas médicas.
2. Condiciones de espacio habitado, es decir, el espacio del que dispone y las condiciones en que este pueda encontrarse.
3. Condiciones de empleo y trabajo, haciendo referencia al tiempo que dedica para laborar, condiciones ergonómicas de determinado trabajo realizado y su entorno apropiado o inapropiado según el caso.
4. Recursos económicos, que están estrechamente ligados con relación a la actividad que realiza y los ingresos recibidos a cambio, si estos son necesarios para satisfacer la totalidad de sus necesidades o no.
5. Educación¹¹, lo que hace referencia a las horas cursadas en instituciones formales según definición en el estudio de las finesas Nussbaum y Sen.

'Amar' hace referencia a las relaciones sociales que el ser humano necesita establecer para su bien vivir, este punto está estrechamente ligado con lo que se mencionó anteriormente como 'bienestar social'. Básicamente el ser humano necesita desarrollar una identidad en una comunidad específica, esto sumado al hecho de pertenecer a cierta comunidad son necesarios para su desarrollo como ser humano. En este sentido, pueden numerarse parámetros como:

1. Apego a familiares, parientes, conyugues o descendencia.
2. Relaciones de amistad.
3. Relaciones de compañerismo bien sea en trabajo o en diferentes asociaciones.
4. Relación general con la comunidad local.¹²

En cuanto al 'Ser', se hace referencia a la autoimagen de cada individuo o la percepción que este tiene sobre sí mismo, aunque también puede hacer parte de lo que se mencionó como 'bienestar social', esa imagen se suma a la necesidad de relacionarse con su entorno y pertenecer a determinada comunidad o sociedad generando una identidad que parte de sí mismo. Así las

¹¹ Martha Nussbaum y Amartya Sen. "LA CALIDAD DE VIDA". Fondo de Cultura Económica, México. 1996. Pág. 127, 128.

¹² Ibíd. Pág. 129.

autoras mencionan como aspecto positivo la participación e involucramiento y como negativo el aislamiento. En ese sentido se pueden mencionar los siguientes factores:

1. Poder de decisión e involucramiento en su entorno.
2. Participación en actividades sociopolíticas o de carácter grupal.
3. Oportunidades de recreación y esparcimiento.
4. Reconocimiento en su labor o trabajo.
5. Contacto con la naturaleza¹³.

Podría tornarse difícil la medición exacta de los términos 'Tener' 'Amar' y 'Ser' ya que son muy generales y el estudio concreto desde la perspectiva de la Sociología fue realizado en Suecia y teniendo como objeto de estudio los países de Escandinavia, Sin embargo los factores no materiales o desligados a las condiciones socioeconómicas de dicho estudio podrían ser aplicables en diferentes contextos y culturas, incluyendo al contexto latinoamericano y sus diversas manifestaciones culturales ligadas a condiciones demográficas.

Max-Neef defiende que las necesidades son "*finitas, pocas y clasificables y no varían en el tiempo ni por culturas*", ¹⁴ Haciendo referencia a que lo que varía son los medios por los cuales esas necesidades son satisfechas, aunque como se ha mencionado, las condiciones socioeconómicas de un territorio influyen en la manera de satisfacer dichas necesidades, por lo cual podría aplicarse lo que defiende Max-Neef dejando de lado lo que respecta a las necesidades materiales y aplicándolo a lo que a las no materiales concierne. Así mismo Max-Neef referencia hace la división de necesidades en dos principales categorías que son: 'Necesidades categóricas existenciales' y las 'Necesidades axiológicas'¹⁵ Dentro del primer grupo entran las siguientes necesidades:

1. 'Ser': La salud física y mental del ser humano.
2. 'Tener': La necesidad de alimentación, abrigo y trabajo.
3. 'Hacer': El trabajo realizado y el descanso posterior.
4. 'Estar': Los requerimientos de un entorno.

(Ver Anexo. Cuadro 1. Matriz de Necesidades y Satisfactores).

Dentro del segundo grupo aparecen:

¹³ Ibíd. Pág. 130.

¹⁴ Manfred Max-Neef. "*DESARROLLO A ESCALA HUMANA*". Centro de Estudios y Promoción de Asuntos Urbanos. Santiago de Chile, Chile. 1996. Pág. 30.

¹⁵ Ibíd Pág. 46.

1. 'Subsistencia'.
2. 'Protección'.
3. 'Afecto'.
4. 'Entendimiento'.
5. 'Participación'.
6. 'Ocio'.
7. 'Creación'.
8. 'Identidad'.
9. 'Libertad'.

Volviendo a lo planteado por las sociólogas finesas, ellas exponen: *"La calidad de vida de una persona en un momento dado se mide por el grado en que las preferencias que tiene en ese momento con satisfechas"*¹⁶. En ese sentido, como las 'preferencias' que tiene en determinado momento logran ser satisfechas, la percepción o concepción de cada ser humano desarrollan algo que las mismas autoras denominan 'Deseo Actual Irrestricto'¹⁷. Este deseo responde a la prioridad de las necesidades superfluas que en algunos casos dejan de ser necesidades esenciales, en ese sentido, el 'deseo' está ligado al bienestar, pues el hombre pone por encima las preferencias de dichas necesidades, por lo que en otras palabras está buscando el 'Bien vivir'. Podría mencionarse en ese sentido, una persona que da prioridad a la necesidad de 'tener' como ellas lo plantean, teniendo así mayor acceso a los satisfactores de las necesidades que responden al 'amar' y al 'ser', es decir, que cierta persona con mayor 'posesión' gozaría de una mayor calidad de vida. Podría ilustrarse lo anteriormente dicho con un ejemplo específico, el vestido, pues sin mencionar la diferencia de géneros que este sugiere, el elegir determinado vestido hace referencia a condiciones sociales que pretende evidenciar una persona. El vestido puede dar a entender la posición o rango social en que pueda encontrarse quién lo utiliza, quién es capaz de adquirirlo o mostrarlo. En ese orden de ideas, en muchos casos el vestido pasa de cumplir su función básica, que es la de abrigar para dar paso a una serie de lenguajes mediante códigos e interpretaciones en los cuales personas de mayor nivel social o rango económico pueden adquirir determinado vestido, determinadas marcas, acceder a determinados diseñadores o mostrar en cuanto a diseño sus gustos y preferencias.

Acerca de la calidad de vida, puede concluirse que depende en gran medida está estrechamente ligada a lo que se expuso como bienestar 'fisiológico',

¹⁶ Martha Nussbaum y Amartya Sen. "LA CALIDAD DE VIDA". Fondo de Cultura Económica, México. 1996. Pág. 247.

¹⁷ Ibíd. Pág. 247.

'psicológico', 'social' y 'económico' de una persona, en la medida en que determinado ser humano logre dar satisfacción a cada una de estas índoles estará logrando así una mayor o menor calidad de vida. Dichas formas de bienestar están igualmente ligadas a las condiciones demográficas y/o contextuales de cada individuo, por ende no es viable construir una visión estandarizada o generalizada de los conceptos 'bienestar' y 'calidad de vida', pues no solo dependen del territorio y condiciones del mismo en que se pueda encontrar un individuo, sino también el momento en el que dicho territorio pueda encontrarse. Sin embargo, en diagnóstico estimado de la calidad de vida de determinada región podría determinarse estudiando los parámetros mencionados. Debe de igual manera tenerse en cuenta, que la traducción de los términos de las autoras Nussbaum y Sen; 'SER' 'TENER' Y 'AMAR' son de otra manera interpretados por el autor Max-Neef en la importancia de satisfacer las necesidades 'SER' 'TENER' 'HACER' 'ESTAR'.

1.3. Confort:

La Autora Liliana Palaia, docente investigadora de la Universidad Politécnica de Valencia define al confort como *"El confort puede definirse como la experiencia de bienestar y comodidad para realizar una actividad determinada."*¹⁸ La misma autora menciona que en una situación deseada de confort, el individuo ignora las condiciones del ambiente, pues el confort proporcionado para determinada actividad hace que esto ocurra¹⁹. Como se ha expuesto anteriormente, el bienestar está catalogado en cuatro (4) categorías principales en este trabajo, que son el 'Fisiológico', 'Psicológico', 'Social' y 'Económico'. Podría decirse que en la medida en que los factores de 'bienestar' sean resueltos desde determinada área del confort, pues el individuo que se relaciona con este esté en una 'situación confortable'.

Por su parte, en un artículo la autora mexicana Marta Villarreal expone el término como *"El confort humano en si se define como el estado, ya se físico o psicológico o sociológico, ideal para que una persona pueda desarrollar cualquier tipo de actividad sin ninguna molestia y de una manera sana y grata."*²⁰

¹⁸ Palaia, Liliana. "Aprendiendo a construir la arquitectura". Editorial Universidad politécnica de Valencia. Servicio de Publicación. Valencia, 2003. Pág. 13.

¹⁹ Ibíd, Pág. 14.

²⁰ Villarreal, Marta. "Confort Humano". Consultado en <http://www.buenastareas.com/ensayos/Confort-Humano/1052332.html> Consultado el 16 de Mayo de 2013.

Según ese orden de ideas, se podría afirmar que el confort está estrechamente ligado a lo que se expuso anteriormente como bienestar 'fisiológico', 'psicológico' y 'social'.

De las dos ideas propuestas por las autoras, puede concluirse con la intención que tiene este trabajo, que el término 'confort' puede definirse como una 'la experiencia psico-física de bienestar'. Ese bienestar puede estar ligado a ándoles fisiológicas, psicológicas, sociales y económicas.

La diseñadora medellinense Luz Mercedes Sáenz Zapata, docente de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, Colombia expone en su texto "Diseño y Ergonomía de Productos, Criterios de análisis y aplicación" una definición particular sobre los parámetros de Bienestar ligados al confort y a las diferentes áreas de la ciencia conocida como 'Ergonomía' que se ocupa desde diferentes líneas a otorgar confort, principalmente en objetos, siendo así pertinente para este caso de estudio. En dicho texto, la autora colombiana hace menciona nuevamente al autor chileno Manfred Max-Neef y su texto "Desarrollo a Escala Humana"; que ya fue citado en este trabajo, en lo que respecta a las necesidades que él ha denominado como 'Categorías Existenciales', es decir, las de 'Ser', 'Tener', 'Hacer' y 'Estar'. La ergonomía es una ciencia que está estrechamente ligada proporcionar confort a un usuario o grupo de usuarios específicos según cada caso, esta ciencia busca proporcionar confort en la totalidad de factores tenidos en cuenta en la interacción 'hombre-objeto-ambiente' o 'usuario-producto-contexto' como diferentes autores de la ergonomía, el diseño y la apropiación del espacio han ya expuesto, en ese sentido, la ergonomía vela por el confort primeramente desde la percepción del sujeto, siguiendo con su relación antropométrica, su utilización de utilidad y concluyendo en lo que respecta a la tecnicidad de un objeto o producto.

Ver Anexo. Cuadro 2. Áreas de diseño que intervienen en la evaluación de condiciones ergonómicas.

Acerca de la relación entre ergonomía, confort y bienestar, Sáenz propone: "Así como le ergonomía propone alternativas para el bienestar, la comodidad y el buen desempeño de las actividades laborales a través de la aplicación de métodos, organizando espacios y dotación adecuada para quienes trabajan."²¹ Podría afirmarse; aunque Sáenz no lo mencione de esa manera, que el confort está estrechamente ligado a la ciencia de la ergonomía gracias a que ambos

²¹ Sáenz, Luz Mercedes "Ergonomía y diseño de productos, criterios de análisis y aplicación", Medellín, Antioquia. Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. 2009. Página 16.

pretenden el bienestar del usuario. Así mismo Sáenz hace una categorización y descripción sobre diferentes áreas de la ergonomía que tienen un campo de oportunidad en diferentes procesos referentes al desarrollo de productos. Con la intención de este trabajo, de esa serie de áreas de la ergonomía fueron elegidas las siguientes:

Ergonomía Cognitiva.

Ergonomía de Intervención.

Ergonomía Biométrica.

Ergonomía de Producto.

Ergonomía de Producción.

Ergonomía Concepción.

Aunque la autora menciona otras áreas de la ergonomía como 'Ergonomía organizacional', 'Ergonomía de reorganización', 'Ergonomía de modernización', 'Ergonomía ambiental', 'Ergonomía Preventiva', 'Ergonomía correctiva' 'Ergonomía específica', 'Macroergonomía' y 'Ciberergonomía'.

De las elegidas para este trabajo se podría dar una definición de cada una, según lo propone la Autora Sáenz:

1. Ergonomía Cognitiva:

Esta área de la ergonomía está ligada a procesos mentales en la relación usuario-producto. Se refiere a la actividad mental de los usuarios a través de las funciones de percepción cerebrales y de aprendizaje o memoria, así como la selección y decisión de respuestas que influyen en el proceso de las personas. Con esta definición, puede decirse que la ergonomía cognitiva tiene en cuenta los siguientes aspectos:

- *Memoria.
- *Percepción.
- *Razonamiento.
- *Respuestas motoras.
- *Carga mental del trabajo.
- *Toma de decisiones.
- *Desempeño de destrezas.
- *Interacción hombre/computador.
- *Estrés.
- *Entrenamiento.

2. Ergonomía de intervención:

Esta área de la Ergonomía está encaminada a la implementación de una situación y que debe conservar muchos aspectos en común con la situación actual.

Los métodos de intervención son los procedimientos básicos de la Ergonomía: métodos y técnicas de análisis ergonómico que combinados con listas de verificación y métodos alternativos pueden responder a situaciones que incorporen tanto recomendaciones según el diagnóstico como los factores humanos requeridos.

3. Ergonomía Biométrica:

Se encarga del estudio de factores como la Antropometría, dimensiones, carga física, comodidad postural. Es relacionada con otras áreas de estudio como la Biomecánica y la operatividad.

4. Ergonomía de Producto:

Se refiere a los criterios y recomendaciones que permiten incrementar el valor de uso de los productos, la eficiencia y eficacia en términos de funcionamiento y claridad en la información que suministran y recomendaciones para la producción, buscando incrementar la adecuación a un mayor número de personas, reduciendo errores en el usuario y preservando su seguridad. Se refiere a la materialización de objetos, herramientas, utensilios, vestuario, mobiliario y espacios.

5. Ergonomía de Producción:

Se refiere a las consideraciones inherentes al proceso de producción teniendo en cuenta la planeación del proceso, los métodos requeridos para llevarlo a cabo, el puesto de trabajo y sus requerimientos técnicos, para optimizar la producción y preservar la integridad del trabajador. Su énfasis es el sistema de trabajo.

6. Ergonomía de Concepción:

En esta área se trabaja la creación de nuevos productos, procesos, métodos de trabajo y sistemas de información. Se tienen en cuenta ciertos requisitos que generalmente van acompañados de requerimientos de nuevas tecnologías y visiones o concepciones de trabajo.²²

²²Sáenz, Luz Mercedes "Ergonomía y diseño de productos, criterios de análisis y aplicación", Medellín, Antioquia. Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. 2009.

Ya explicadas las áreas de la ergonomía debe también tenerse en cuenta el factor de seguridad, que responde a las actividades de las personas (formas de hacer), los productos que usan (medios para hacer) y los espacios que usan (donde hacer).²³

Ver Anexo. Cuadro 3. Factores de intervención de la Ergonomía según la propuesta conceptual y metodológica de la línea de investigación de Ergonomía de la Universidad Pontificia Bolivariana.

Según ese orden de ideas, el confort está asociado con procesos de interacción entre la percepción del usuario (sentidos) y los productos y/o entornos o situaciones con las que se relaciona a diario. La percepción actúa como un proceso de extracción y selección de información relevante, haciendo que la memoria sensorial (luz, sonido, impresión táctil, temperatura) seleccione aquella información susceptible de ser agrupada en el cerebro generando una representación mental. El éxito de un producto y su inmersión acertada en la memoria sensorial del usuario depende del lenguaje con el cual es configurado y a su vez, si este es capaz de comunicar claramente la función para la que fue creado.

Como segundo punto, el confort está asociado con el desarrollo antropométrico, pues es este el que determina el factor de seguridad concebido por el usuario en su relación táctil con el producto o entorno. De un acertado estudio de las medidas y variaciones standard que pueda tener la UMPC depende el éxito de la recuperación del paciente, pues para la terapia de movimiento pasivo continuo se deben garantizar óptimas relación de forma con el cuerpo del usuario y relación de las posiciones del mismo. Estos factores asegurando el desarrollo terapéutico y la experiencia de bienestar o en otras palabras, el confort.

Así mismo, como tercer ítem, el confort se mide mediante el rendimiento de usabilidad del producto, este debe cumplir el objetivo para el cual fue creado. Es la finalidad de un producto y sobre todo, de un producto que tiene como objetivo contribuir en la evolución física de un paciente. En ese caso, la ergonomía del producto debe velar porque el producto tenga un excelente desarrollo funcional.

Como cuarto punto, el confort hace también referencia a la tecnicidad, pues los materiales adecuados, y la planeación para ser reproducido en serie (según

²³Ibíd. Pág. 29.

necesidades de cada caso) pues a su vez estos deben tener la misma asertividad de los puntos anteriores. Los materiales empleados, y muchas veces desarrollados para satisfacer necesidades funcionales y/o estéticas específicas son propiamente implementados en cada proyecto siguiendo un objetivo común.

Resumiendo la idea anterior los puntos o ítems relacionados con el confort y con este trabajo dedicado a la intervención mediante una UMPC son:

1. Percepción.
2. Antropometría.
3. Utilidad.
4. Técnica.

Sáenz también plantea algo que ella denomina 'componentes'; que son diferentes perspectivas desde las cuales el diseño industrial aborda situaciones de esta categoría, para este trabajo los componentes que se tendrán en cuenta son:

1. Componente estético-comunicativo:

Define los aspectos morfológicos de un objeto, lo que abarca dimensiones estéticas, estético-formales, simbólicas, semióticas y hermenéuticas. Estas son las que logran que un objeto construido se relacione con su entorno y condiciones culturales, demográficas y contextuales, esto hace que determinado objeto comunique sentimientos, emociones y/o acciones en una cultura determinada. Este componente es fundamentalmente entendido como la apariencia del producto y es considerado a partir de las características formales y su configuración.

2. El componente funcional operativo:

Está basado en la relación de acciones desarrolladas por las formas del objeto para responder a los requerimientos de una actividad y el objeto con la que se realiza, con la finalidad de modificar el mundo físico y producir una salida o un efecto en lo operado. Se basa también en los elementos planteados desde la forma y la relación que se establece entre las partes para construir un sistema, la adecuación de aspectos psico-físicos y los requerimientos de los usuarios, factores que determinan el uso que se hace productivo en condiciones de utilidad que permiten ser operadas en situaciones de 'bienestar' y eficiencia conjunta de la relación usuario-producto-contexto, fundamento de la ergonomía.

3. Componente tecno-productivo:

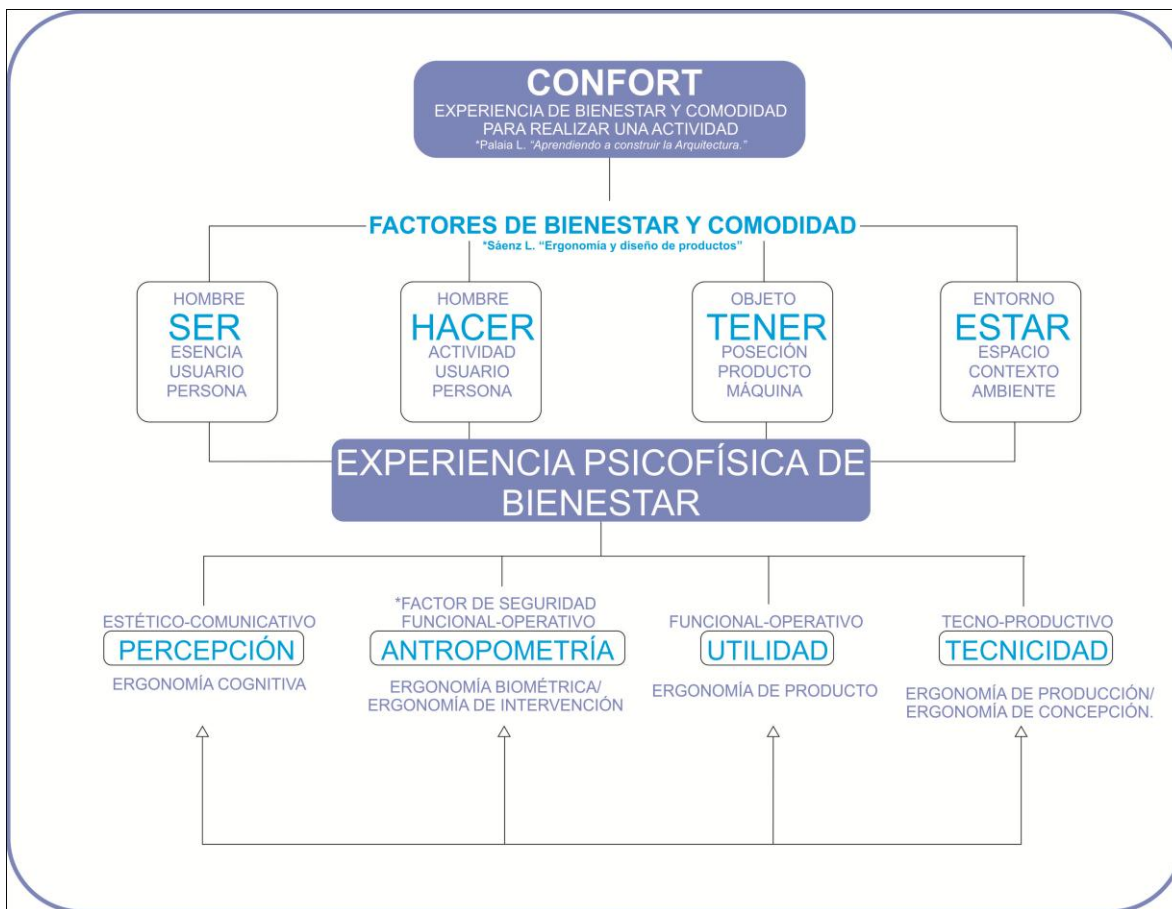
Este tiene en cuenta factores como el ciclo de vida del producto, sus dimensiones material, tecnológica y productiva, es decir, sus bases prácticas. Permite explorar, experimentar, proponer, identificar e investigar nuevos o existentes procesos, aplicaciones, formas, materiales y demás factores implicados en la realización, construcción y producción de un producto teniendo en cuenta las viabilidades de sostenibilidad.²⁴

Sáenz menciona otros componentes como el componente de proyecto, componente de expresión, componente de teoría de diseño, componente de innovación, componente de gestión de diseño, componente humanista y componente de investigación, sin embargo, los tres componentes que fueron numerados y descritos anteriormente, son los elegidos como pertinentes para un trabajo de esta naturaleza, los que no fueron numerados ni descritos, sino únicamente mencionados, pueden aparecer indirectamente siempre y cuando se vele por la participación de los componentes estético-formal, funcional-operativo y tecno-productivo.

Puede decirse que para cada uno de los cuatro (4) ítems relacionados con el confort; existe un área de la Ergonomía. Eso quiere decir, en otras palabras, que la ergonomía es una ciencia completa, que busca el bienestar del usuario, hombre o persona (como quiera llamársele) desde diferentes perspectivas. El siguiente cuadro podía ilustrar las relaciones entre ítems referentes al confort, áreas de la ergonomía, componentes desde el diseño industrial, necesidades y calidad de vida.

²⁴ Sáenz, Luz Mercedes "Ergonomía y diseño de productos, criterios de análisis y aplicación", Medellín, Antioquia. Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. 2009. Pág 53.

CUADRO 2. EL CONFORT Y SUS DETERMINANTES SEGÚN FACTORES DE BIENESTAR Y COMODIDAD:



Fuente: Autor.

Luego de mostrado el cuadro es prudente especificar el punto que aparece sobre el ítem de antropometría que es ***Factor de Seguridad**. Según la misma Sáenz, este factor vela por el *buen funcionamiento y desempeño del sistema usuario-entorno-sujeto*²⁵, previniendo y procurando evitar daños en la persona o usuario, garantizando sus condiciones de bienestar físico, evitando daños en su integridad y conservando su bienestar y seguridad.

Sobre cada uno de los ítems tenidos en cuenta como pilares fundamentales determinantes de confort; es de la misma manera inclusive hacer una referencia y descripción.

²⁵Ibíd. Pág. 31.

1. Percepción:

Según la colombiana Sáenz significa:

“Se refiere al proceso de información que llevamos a cabo gracias a nuestros mecanismos receptores. Es la comunicación que establecemos con el mundo que nos rodea a través de los canales sensoriales y procesos perceptivos, que nos transmiten características y procesan significados de las formas, el espacio y el tiempo.”²⁶

Puede afirmarse entonces que la percepción es la relación que hay entre lo que tiene contacto con los sentidos y la memoria los mismos generan en el subconsciente de una persona.

*Sobre la percepción se hará más énfasis en el siguiente sub-capítulo.

2. Antropometría:

Según un artículo publicado en la Escuela de Ingenieros de Colombia, de Medellín Antioquia, el término 'Antropometría' responde a la siguiente definición:

“La antropometría proviene del griego antropos (humano) y métricos (medida), es la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano y estudia las dimensiones considerando como referencia las estructuras anatómicas, esto es, que nos ayuda a describir las características físicas de una persona o grupo de personas, y sirve de herramienta a la ergonomía con la finalidad de adaptar el entorno a las personas.”²⁷ Puede decirse entonces que la Antropometría es una ciencia que busca establecer y estandarizar las medidas del cuerpo humano en relación con productos y entornos que interactúan con él.

3. Utilidad:

Esta puede definirse como la modificación del mundo tangible y producir un buen resultado, teniendo como referencia al usuario que pueda utilizar determinado producto (producto entendido como la suma de factores) en determinada circunstancia o circunstancias, y respondiendo en la mayor medida posible a los requerimientos establecidos por dicho usuario. En otras palabras, puede decirse entonces que la utilidad de un producto es lo que interactúa con el usuario de manera tangible y psico-física.

²⁶ Sáenz, Luz Mercedes “Ergonomía y diseño de productos, criterios de análisis y aplicación”, Medellín, Antioquia. Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. 2009. Pág. 87.

²⁷ Consultado en http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2956_antropometria.pdf . Consultado el 20 de Mayo de 2013.

4. **Tecnicidad:**

Interviene en diferentes dimensiones de la configuración de un producto, como lo son la dimensión productiva, material, tecnológica y de duración. En este ítem suelen elegirse para un producto los materiales y procesos más adecuados para su excelente desempeño y sostenibilidad en cuanto a costos de producción, así entonces la implementación de nuevos materiales o nuevos procesos pueden sugerir formas de 'innovar' desde la tecnicidad. Por medio de este ítem se pretenden explorar e identificar nuevas viabilidades en procesos y materiales de desarrollar un producto, es ahí donde aparecen nuevos polímeros, nuevos metales o aleaciones entre diferentes materiales como cerámicos, maderas, polímeros, metales u otros, así también como nuevos procesos de fabricación y producción.

Así puede afirmarse entonces que el confort y la ergonomía responden desde diferentes áreas, que van desde la psicológica-perceptual hasta la de producción a gran escala, haciendo que la relación entre un objeto desarrollado y su usuario y entorno sean las más adecuadas en términos de compatibilidad. Abordando el desarrollo de un producto desde la perspectiva completa del confort, podría generarse un resultado acertado social, psicológica, antropométrica, utilitaria y técnicamente.

1.4. Percepción:

Citando nuevamente a la colombiana Sáenz, ella propone sobre este tema: "*Se refiere al proceso de información que llevamos a cabo gracias a nuestros mecanismos receptores. Es la comunicación que establecemos con el mundo que nos rodea a través de los canales sensoriales y procesos perceptivos, que nos transmiten características y procesan significados de las formas, el espacio y el tiempo.*"²⁸ Los sentidos funcionan como mecanismos receptores que transportan información hasta el cerebro, esta información en distintas dimensiones está previamente configurada. Esa recepción de información se consigue mediante el

²⁸Sáenz, Luz Mercedes "Ergonomía y diseño de productos, criterios de análisis y aplicación", Medellín, Antioquia. Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. 2009. Pág. 87.

contacto directo o indirecto con ella, puede aparecer como indirecto en el caso de la sinestesia, por ejemplo, definida como *la percepción conjunta o interferencia de varios tipos de sensaciones de diferentes sentidos en un mismo acto perceptivo*.²⁹ Así entonces la percepción, ubicada en el cerebro de cada persona se asocia con la realidad por medio de los sentidos y a pesar de que cada ser humano puede tener una perspectiva distinta, como se mostraba en subcapítulo de 'Calidad de Vida', existen condiciones y parámetros socioculturales a los que el hombre responde. En este mismo caso puede ser aplicado el ejemplo sobre la depilación que se mostró anteriormente.

Gilberto Oviedo, Profesor de la Universidad de los Andes de Bogotá, también hace una descripción acerca de la percepción en su artículo titulado '*Psicología de la forma*' lo siguiente: *"Existe consenso científico en percepción como un proceso de extracción y selección de información relevante encargado de generar un estado de claridad y lucidez consciente que permita el desempeño dentro del mayor grado de racionalidad y coherencia posibles con el mundo circundante. Se puede afirmar que, de la enorme cantidad de datos arrojados por la experiencia sensorial (luz, calor, sonido, impresión táctil, etc.), los sujetos perceptuales toman tan sólo aquella información susceptible de ser agrupada en la conciencia para generar una representación mental. La percepción, según la Gestalt, no está sometida a la información proveniente de los órganos sensoriales, sino que es la encargada de regular y modular la sensorialidad."*³⁰ A cerca de eso, puede reafirmarse entonces que los sentidos funcionan como puentes comunicadores entre la realidad y la memoria ubicada en el cerebro de cada persona, así esa memoria puede ser táctil, visual, auditiva o referente a un olor o sabor.

Según lo ya mostrado referente al 'confort' la configuración formal del producto se logra mediante la exploración del contexto en el que esta y/o estará inmerso, teniendo en cuenta códigos y acuerdos sociales de sus usuarios. El lenguaje del producto debe ser congruente con el fin para el que fue hecho, es decir, formalmente debe comunicar sus intenciones primarias, secundarias y terciarias, según el caso. El producto debe interactuar con el usuario manteniendo un lenguaje en capacidad de expresar sentimientos, acciones y emociones inmersas en los códigos del contexto psico-social en el que se ambos se desenvuelven.

²⁹ Callejas, Alicia, y Lupiáñez, Juan. *Sinestesia: "El color de las palabras, el sabor de la música, el lugar del tiempo."* Alianza Editorial, Madrid, 2012. Pág. 8.

³⁰ Consultado en <http://res.uniandes.edu.co/view.php/375/view.php> . Consultado el 21 de Mayo de 2013.

Puede decirse entonces, que el bienestar en la relación hombre-objeto se genera mediante la configuración de un producto capaz de expresar formalmente su función en el lenguaje acertado.

Se puede afirmar entonces que en la relación hombre-objeto, el bienestar generado es directamente proporcional a la asertividad del lenguaje con el que fue configurado el producto.

La forma debe ser simple, ¿por qué? *"Kannizza, uno de los más actuales representantes de la Gestalt, afirma que el concepto de pregnancia –también denominado 'buena Gestalt'- puede ser demasiado genérico y, por lo tanto, es preferible precisarlo utilizando los conceptos de simplicidad, regularidad, estabilidad, pero, sobre todo, de coherencia estructural de carácter unitario del conjunto."*³¹ En ese orden de ideas, un producto exitoso es el que logra comunicar de manera acertada lo manifestado en determinado contexto, del cual hacen parte sus usuarios principales, de esta manera el producto logra interactuar de manera subconsciente con la memoria y cerebro de determinado usuario, lo que sugiere a su vez que, bajo códigos socioculturales y psicofísicos, el usuario se sienta más identificado con la configuración formal del producto y acceda a implementarlo en su diario vivir como no lo haría con un producto que no cumpla con esta característica perceptual. Así mismo, una para la memoria de una persona, es mucho más fácil insertar en su subconsciente, una forma simple que una forma con una gran complejidad, por lo que para este proyecto, se sugiere estar basado en formas simples con el fin de lograr una interacción entre la percepción del usuario y el producto final.

Donald Norman Sostiene: *"El diseño debe utilizar las propiedades naturales de la gente y del mundo: debe explotar las relaciones naturales y las limitaciones naturales. En la medida de lo posible, debe funcionar sin instrucciones ni etiquetas. No debería ser necesario recibir instrucción ni formación más que una vez; con cada explicación, la persona debe poder decir: «naturalmente» o «claro, ya entiendo». Bastará con una explicación sencilla si el diseño es razonable, si todo tiene su lugar y su función y si los resultados de los actos son visibles. Si la explicación lleva a la persona a pensar o decir: «¿cómo voy a recordar esto?», el diseño es malo."*³² Según esto, ese denominado atributo formal se sustenta si está basado en formas y parámetros de la naturaleza, o si se quiere en gran medida acercado a ellos. Así también como debe ser capaz de explicar por sí mismo para qué fue hecho y como funciona. Podría decirse también que este es otro

³¹ Consultado en <http://res.uniandes.edu.co/view.php/375/view.php> . Consultado el 21 de Mayo de 2013.

³² Norman, Donald. *"The Psychology of Everyday things"* NEREA Editorial. Madrid. 1987. Pág. 230.

parámetro importante en cuanto a la generación de confort y bienestar partiendo desde lo visual, pues puede sonar lógico apreciar que un objeto con mayor grado de simplicidad puede generar una mayor aceptación por parte del usuario, ya que puede insertarlo con mayor facilidad en su memoria.

1.5. Percepción desde la perspectiva de la Planeación de Productos fabricados industrialmente:

Acerca de los productos realizados mediante una cadena de producción a gran escala, debe decirse que son concebidos mediante 'conceptos de forma' que buscan tener una interacción con la mente consciente o subconsciente (según el caso) del usuario final de los productos. Dos áreas de estudio que contribuyen con la construcción de estas ideas son la de '*Diferencial Semántico*' y de '*Ingeniería Kansei*'. Estas dejan en evidencia que los usuarios actuales de productos no valoran únicamente su funcionalidad, usabilidad y seguridad sino también los sentimientos que les proporcionan, como fue sugerido en el subcapítulo anterior, el éxito de un producto en cuanto a su interacción con el usuario se basa en la relación que establezca con este mediante su configuración formal.

El 'diseño emocional' se centra en desarrollar productos que satisfagan 'deseos' o 'sentimientos'. El '*Diferencial Semántico*' es una táctica empleada por el diseño emocional que aporta información sobre las emociones que el objeto genera, obteniendo el valor connotativo y captando el significado afectivo que los usuarios tienen de él. La mayor parte de las aplicaciones existentes con respecto al mencionado tema se centran en productos de consumo masivo. Mondragón, autor español propone sobre el '*Diferencial Semántico*': *"La semántica relaciona el signo con su significado, nos proporciona el sentido de los objetos, subraya lo emotivo: centro de mecanizado inteligente, seguro, fiable y de alta tecnología, por ejemplo. Si predomina tendemos hacia el estilismo, es decir, la seducción visual, la carga emocional, simbólica y afectiva, la moda imperante."* *"Finalmente, la pragmática relaciona el signo con el intérprete. Es la dimensión de la lógica, su uso, función, el grado de éxito, el destino, sería el centro de mecanizado que cumple todos los requisitos necesarios para el trabajo y el usuario, por ejemplo de potencia entre 25/33 KW, con aceleración de 10 m/seg², hasta 40 herramientas y con un tiempo de cambio por herramienta de 6 seg. Si enfatizamos esta dimensión caemos en el funcionalismo, que equivaldría a la descripción comercial, a sus datos técnicos o sólo a un conjunto de especificaciones. (...)En definitiva, el diferencial semántico es especialmente útil en las etapas de estudios preliminares y de fabricabilidad de prototipos; porque puede ayudar en el proceso de selección de la mejor solución de diseño y puede guiar la elección de los requisitos apropiados, dado que aglutina los puntos de vista de los diferentes ámbitos que participan en el diseño: ingeniería, producción,*

ventas, marketing. También es útil para analizar gamas de productos, para comparar productos de diferentes competidores, para descubrir el significado que tiene para el usuario la imagen de un producto y, por tanto, desarrollar las estrategias convenientes para su lanzamiento comercial.”³³

Así como es indispensable generar un atributo que va más allá de lo comercial con el fin de generar una acertada comunicación con el paciente, también es necesario tener en cuenta los parámetros para la 'fabricabilidad' de los productos. Desde su concepción, como ya se ha mencionado, el objetivo del producto debe ser el de generar un atributo perceptible único generando una relación con el usuario. Es ese atributo perceptual a lo que Mondragón denomina 'diferencial semántico', que establece una relación entre el significado de la forma y la emotividad generada en los usuarios.

Mondragón además propone otra definición del concepto de 'Diferencial semántico' en la cual lo ilustra como un proceso mediante el cual el resultado final será definitivo para medir la percepción que los usuarios puedan tener de un producto en proceso de concepción o análisis, la autora sostiene: “Ante un objeto o imagen del mismo se solicita a un sujeto que emita un juicio subjetivo. El juicio se hace sobre pares de adjetivos opuestos (por ejemplo clásico/moderno) y según una escala con graduación numérica.”³⁴

El mismo autor expone acerca del proceso logrado mediante la 'Ingeniería Kansei', que los objetos cumplen un orden en la satisfacción de necesidades, es decir que la forma en que satisface necesidades es progresiva: **“Nivel 1. Funcionalidad:** El producto cumple con una finalidad o función, soluciona un problema. **Nivel 2. Usabilidad:** El producto es fácil, cómodo y seguro de usar. **Nivel 3. Placer:** Cuando un producto ya es fácil de usar, la siguiente necesidad del consumidor o usuario es que el producto le proporcione algo más, no sólo beneficios funcionales sino también emocionales. Los productos deben satisfacer estas tres necesidades y necesariamente en este orden. Es decir, un producto que no es funcional, difícilmente será fácil de usar; un producto que es difícil e incómodo de usar difícilmente gustará al usuario.”

Para que un objeto cumpla con ese atributo formal insertado en la 'Percepción' del usuario ya mencionado y que Vergara denomina 'placer' es necesario generar previamente seguridad en cuanto a funcionalidad y usabilidad. En el caso de no contar con parámetros de funcionalidad y usabilidad

³³ Mondragón, Salvador “Diferencial Semántico: una herramienta al servicio del diseño emocional de máquinas herramientas”. Universidad de JAUME. Castelló, España. 2006.

³⁴ Ibíd. Pág. 1

respectivamente, el producto no puede generar el atributo formal esperado por más que se esfuerce.

Se debe tener en cuenta que esta área de estudio (la ingeniería Kansei) está dirigida a productos desarrollados bajo conceptos de producción a gran escala y comercialización, pero es evidente que antes de generar una experiencia ligada al deseo, primero se deben satisfacer necesidades de funcionalidad y de usabilidad. Podría decirse también que ese 'deseo' puede ser resuelto mediante el atributo que pueda generar la forma, eso que Mondragón llamó '*Diferencial Semántico*'.

Citando nuevamente al autor norteamericano Donald Norman, se puede ilustrar en un pequeño párrafo una idea que puede complementar lo que ya se expuso sobre los conceptos de 'Ingeniería Kansei' y 'Diferencial 'Semántico': "*Estamos rodeados de objetos de deseo, no de objetos de uso.*"³⁵

Es importante proponer una conexión entre lo que se expuso en este mismo capítulo acerca del 'Confort' y la 'Percepción desde la perspectiva de la Planeación de Productos fabricados industrialmente', pues según lo que ha sido ilustrado al lector, ambos conceptos tienen como finalidad satisfacer necesidades específicas, en usuarios igualmente específicos mediante variables que conectan la percepción del usuario en todas sus dimensiones; conscientes y subconscientes, con la manera holística (por así decirlo) de la concepción y desarrollo de un producto o sistema de productos.

1.6. Situación de Lesión:

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística colombiano, DANE, define la situación de lesión como "*Todo Cambio patológico que se produce en los tejidos u órganos sanos*"³⁶

La Organización mundial de la Salud define la situación de Lesión como "*Toda alteración del equilibrio biopsicosocial*".³⁷ Aunque debe tenerse en cuenta que la

³⁵ Norman, Donald. "*The Psychology of Everyday things*" NEREA Editorial. Madrid. 1987. Pág. 230.

³⁶ Consultado en http://www.colombiastad.gov.co/index.php?option=com_glossary&func=view&Itemid=25&catid=13&term=LESI%D3N Consultado el 22 de Mayo de 2013.

³⁷ Consultado en <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/es/>. Consultado el 22 de Mayo de 2013.

alteración mencionada es generalmente temporal, no estable. Lo que sugiere que en el caso de que cualquier órgano del cuerpo, músculo, hueso o articulación comience a funcionar diferente a como lo ha hecho durante el periodo más largo de la vida de una persona, esta podría encontrarse en una situación de lesión.

La misma entidad mencionada, describe la lesión clínica como un daño externo o interno que produce un cambio anormal en la morfología o estructura del cuerpo humano, o también la *alteración en la fisiología de órganos, produciendo un trastorno en la salud del paciente y llegando a generar enfermedades*³⁸. En el caso de las articulaciones, cualquier alteración producida por desgaste, golpe, o cualquiera que sea la causa, puede ser considerada como una lesión. Algunas lesiones en las articulaciones pueden ser los Esguinces, las Luxaciones, Fracturas, desgaste de ligamentos o cartílagos y trastornos en la circulación local.³⁹, generalmente sus síntomas son dolor, pérdida de fuerza, deformación, e hinchazón. Las causas de una lesión pueden ser internas (Deficiencia nutricional, Trastornos metabólicos, Malformaciones en el desarrollo fisiológico, o deficiencias inmunológicas.) o causas externas (Traumatismos, radiaciones, electricidad, cambios bruscos de temperatura, agentes infecciosos, bacterias o sustancias tóxicas.) En cualquier caso una lesión sugiere un cambio en la forma de vida de una persona, aunque ese cambio es dinámico en su gravedad, pues las lesiones pueden ser de baja, mediana, o alta gravedad.

Según el portal de información financiera europea 'Monetos' una lesión puede ser considerada como una discapacidad temporal, por ser un daño no invalidante⁴⁰. Debe aclararse que el objetivo de este trabajo es brindar una ayuda a las personas lesionadas en una articulación específica, la rodilla, no debe confundirse con un trabajo dirigido a la situación de discapacidad, pues la diferencia general entre los términos 'Lesión' y 'Discapacidad' radica en que la primera responde a condiciones temporales y de tratamientos relativamente rápidos para desaparecer parcial o totalmente, mientras que la segunda es una condición estable y atemporal encontrada en una persona. Haciendo un poco de redundancia, se aclara que este trabajo está dirigido a tratar situaciones de lesión.

³⁸ Ibíd.

³⁹Consultado en: http://www.seg-social.es/ism/gsanitaria_es/ilustr_capitulo7/cap7_5_lesiones_art.htm. Consultado el 22 de Mayo de 2013.

⁴⁰Consultado en <http://www.monetos.es/pensiones/pensiones-publicas/contributivas/invalidez/incapacidad-temporal-lesiones/> Consultado el 22 de Mayo de 2013.

No obstante, es prudente hacer una pequeña referencia acerca de una definición acertada del término 'Discapacidad', para este caso es conveniente mostrar la definición hecha por la Organización Mundial de la Salud y la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud, CIF que nombrada entidad internacional realizó en 2001. Según esta definición, se concibe el funcionamiento y la discapacidad como una relación dinámica, que cambia según los factores que componen los estados de la salud en determinado contexto, que al mismo tiempo están compuestos por agentes personales, que conciernen específicamente a la persona y sus características y los factores ambientales, que caracterizan el espacio donde se realizan las actividades. En la mencionada relación dinámica entre factores ambientales y condiciones de salud, la situación de discapacidad puede llegar a significar una alteración en la condición de salud de una persona, que pueden ser debido a las dificultades para realizar actividades asociadas a su subsistencia o desempeño laboral y su aumento trayendo consigo un deterioro en determinada zona psicofísica y a su vez de la salud de la persona, lo que afecta directamente la relación que hay entre factores ambientales y salud, lo que produce el mal funcionamiento y disminución en el desempeño de una persona para realizar una actividad.⁴¹ La situación de lesión podría en algún caso ser considerada como una discapacidad temporal y, algo que tienen en común ambos términos es la disminución del desempeño en actividades de la vida cotidiana, que van desde el 'Autocuidado' hasta el desempeño laboral y por ende, el sostenimiento de un hogar según el caso, así que debe tenerse en cuenta que en el caso de presentarse una lesión en una persona, debe ser tratada mediante la 'rehabilitación' procurando que la lesión evolucione y desaparezca en el menor tiempo posible, según cada caso.

1.7. Dependencia:

Una persona en situación de discapacidad estable o temporal, comienza a depender de otras personas para realizar sus actividades cotidianas, generalmente quien asume el rol de cuidado de la persona o paciente es alguien de su ascendencia familiar. Psicológicamente, la dependencia de otras personas en actividades cotidianas tiene un costo muy alto para las personas que se encuentran en esa mencionada situación, pues recuperar la autonomía total sobre su cuerpo sugiere un proceso de resocialización, en el que la persona

⁴¹ Organización Mundial de la Salud. CIF. Clasificación de Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud.

aprende nuevamente a valerse por sí mismo gradualmente en las actividades que le son posibles con el paso del tiempo.

La autora barcelonesa Marta Allué, expone en el capítulo "*De la <<okupación>> a la independencia. La recuperación de la Autonomía personal*" en su texto "*Discapacitados: La Reivindicación de la igualdad en la independencia*" publicado en 2003, diferentes procesos psicológicos vividos por personas en situación de discapacidad, en algunos casos temporal, en otros estable. En ese texto se expone la perspectiva de los individuos que por diversas razones se encuentran en una situación de discapacidad o lesión y como consecuencia de esa situación pierden autonomía sobre su cuerpo, lo que lleva a cambios psicosociales. "*Conseguir la autonomía personal o recuperarla después de la pérdida de alguna función o parte del organismo no es tarea fácil...Un seguimiento pormenorizado y coordinado entre agentes puede dar como resultado una persona discapacitada con un grado de autonomía elevado una vez sea de vuelta a su entorno social.*" ⁴² Podría decirse que lo que se quiere dar a entender con lo expuesto, es que para una persona que se encontrase en una situación como esta, lo más importante es valerse por sí mismo, sintiendo así que tiene decisión y autonomía sobre su propia integridad física y dejar de depender de agentes externos que generalmente hacen parte de la familia de la que hace parte el individuo. Discapacidad temporal (lesión) o constante, el fin que tiene la persona en dicha situación es lograr valerse por sí mismo, liberarse de cualquier dependencia, ya sea física o psicológica, este fin puede lograrse después de un proceso que requiere cantidades considerables de tiempo; meses, en algunos casos, años, sin embargo es tiempo medible únicamente por la persona que lleva a cabo este proceso.

*"El orgullo nos invade haciendo que rechacemos la ayuda que se nos ofrece o impidiendo que reconozcamos que necesitamos ayuda no ha de desmentirse simplemente como un fallo de afrontamiento, sino que ha de verse como la expresión de un deseo de autonomía que debería tomarse en serio y con gran respeto".*⁴³

En ese mismo texto puede apreciarse como uno de los factores más influyentes en el proceso psicosociológico de la búsqueda de autonomía e independencia; es el de la edad que pueda tener la persona en situación de lesión o discapacidad. En el texto se pone en evidencia que son procesos diferentes para personas en

⁴²Allué, Marta. "*De la <<okupación>> a la independencia. La recuperación de la Autonomía personal*". En "*Discapacitados: La Reivindicación de la igualdad en la independencia*" Bellaterra Editorial. Barcelona. 2003. Págs 99 y 101.

⁴³Ibíd. Pág. 109.

juventud plena, en edad mediana o en edad avanzada. Generalmente para las personas que apenas pasan de los veinte (20) años es un proceso más difícil de enfrentar que para una de edad más avanzada debido a la sobreprotección que puedan mostrar sus familiares (generalmente la madre, según el texto), e algunos casos, jóvenes que son económicamente independientes necesitan acudir nuevamente al sostenimiento y protección de sus padres, lo que puede causar en ellos la sensación de frustración, haciendo que esa sensación se prolongue y crezca más de lo que ellos puedan soportar, eso puede significar un cambio brusco en la autoimagen de una persona, como fue mostrado anteriormente y por ende en su calidad de vida. Personas de mediana edad, apenas pasando los cuarenta y cinco (45) años son más abiertos a recibir ayuda de sus familiares. Personas de edad avanzada son mucho más amoldables que los de mediana edad a esta situación. Esa dependencia mencionada, es la que ocurre a diario en el hogar, debe también tenerse en cuenta que se genera una dependencia hacia diferentes profesionales de la salud como médicos, enfermeras, fisioterapeutas o terapeutas ocupacionales.

Otro factor influyente; según el texto de la barcelonesa Allué, es el de la familia descendente, pues en el caso de tenerla, esta puede significar una carga para la persona que se encuentre en situación de lesión o discapacidad.⁴⁴ La misma autora sostiene: *"En este vicioso círculo de las dependencias quienes comparten la vida junto a una persona con una deficiencia deben asumir la merma de su propia independencia lo que no es fácil para nadie y suele generar conflicto. En primer lugar deberán aceptar la nueva situación para después aprender a renunciar, a digerir la pérdida de la integridad del otro y la pérdida de la dependencia absoluta: siempre habrá un momento en el que su ayuda será necesaria."*⁴⁵ Con las anteriores palabras se sugiere que la pérdida de la independencia total no es únicamente para la persona en situación de lesión o discapacidad, sino que una de las consecuencias del alto coste que trae una situación como esta, afecta también a las personas cercanas, generalmente la familia o personas del hogar, pues la calidad de vida tanto del paciente como de su familia se ven afectadas.

Podría entonces afirmarse que una situación de lesión o discapacidad, puede significar una disminución en la calidad de vida en varios aspectos como lo son el bienestar fisiológico, social, psicológico y económico, es decir, que estos factores se logran en mayor medida si la persona que pretende alcanzarlos es totalmente

⁴⁴ Ibíd. Pág. 102.

⁴⁵ Ibíd. Pág. 115.

independiente de su cuidado personal y del cuidado personal de posibles familiares o personas cercanas en su entorno.

1.8. Autocuidado:

La Clasificación de Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y la Salud, CIF Establece tres (3) factores principales referentes al Autocuidado. Con fines específicos de este proyecto que más adelante serán ilustrados y ejemplificados, se tuvieron en cuenta las actividades relacionadas con el 'Autocuidado' que propone la CIF, sin embargo debe aclararse la finalidad de este proyecto se conecta de manera directa con dos (2) de las tres (3) actividades y con una (1) de manera indirecta. Estos factores pueden llegar a afectar la situación psicofísica y social de una persona, siendo determinantes en su calidad de vida o bienestar en el caso de no ser resueltas con total autonomía. Estos parámetros son:

1. Higiene Personal:

En este factor aparecen actividades relacionadas al aseo y cuidado de partes del cuerpo en cuanto a su higiene, tales como Lavarse, Cuidado de partes del cuerpo, Higiene personal relacionada con los procesos de excreción.

Lavarse: Se refiere a lavarse y secarse todo el cuerpo o partes del mismo utilizando agua, materiales o métodos apropiados de lavado y secado como ducharse, bañarse, lavarse las manos y pies, la cara y el pelo.

Cuidado de partes del cuerpo: Cuidado de partes como la piel, la cara, los dientes, el cuero cabelludo, las uñas y genitales, que requieren un nivel de cuidado mayor que solo lavarse y secarse.

Higiene Personal relacionada con los procesos de Excreción: Planificación y realización de la eliminación de los desechos humanos (flujo menstrual, orina y heces), y la limpieza posterior.

2. Vestirse:

La CIF define este factor como el realizar las tareas precisas para ponerse y/o quitarse la ropa y calzado en el correcto orden de acuerdo a condiciones climáticas y sociales, cabe mencionar que esta es una actividad que puede no requerir el nivel de intimidad que sí puede significar en de la Higiene Personal.

3. Alimentarse:

La CIF establece que este factor se compone de dos actividades que son comer y beber.

Comer: Llevar a cabo las acciones y tareas coordinadas relacionadas con comer los alimentos servidos, llevarlos a la boca y consumirlos de manera adecuada para la cultura local, cortar o partir la comida en trozos, abrir botellas y latas, usar cubiertos y reunirse para comer.

Beber: Consiste en sujetar el vaso, llevarlo a la boca y beber de manera adecuada. Mezclar, revolver y servir líquidos, abrir botellas y latas, usar cubiertos y reunirse para comer.

En este proyecto concreto no será necesario centrarse en las actividades relacionadas con la alimentación, sino que se sugiere tener en cuenta el desplazamiento requerido para llegar hasta el lugar donde se frecuente la alimentación pues, en el caso de sufrir de una lesión de rodilla este desplazamiento puede verse directamente afectado, haciendo necesaria la participación de otras personas diferentes al usuario que lleven la comida hasta donde este se encuentra en reposo o ayudar a este a desplazarse.

Así también puede tenerse en cuenta el factor de desplazamiento, que aunque no aparece como factor de autocuidado, es importante tener en cuenta ya que gracias a este se desarrollan actividades que van desde el interior del hogar, la llegada al lugar de trabajo y actividades lúdicas. En ese orden de ideas podría entonces afirmarse que una persona cuya independencia en el desplazamiento se vea afectada, así mismo lo estará su bienestar y por ende, calidad de vida.

Debe mencionarse también que las actividades y factores relacionados con el 'Autocuidado' pueden ser tenidas en cuenta como parte del bienestar fisiológico, es decir, que de la Autonomía y buen realizar de estas actividades cotidianas básicas depende la calidad de vida de una persona. Como objetivo de este proyecto, es prudente tener en cuenta las actividades relacionadas con el 'Autocuidado' referentes a 'Higiene Personal' y 'Vestirse', que están relacionadas directamente con posibles lesiones de rodilla (como será mostrado en los capítulos posteriores), y que las actividades referentes al 'Alimentarse' están relacionadas de manera indirecta.

1.9. Rehabilitación:

La Agrupación española de Profesionales de la Salud Para el Estudio de Enfermedades Traumáticas AEPROSER, define la el proceso de Rehabilitación como *fase del proceso de atención sanitaria dirigido a atender las secuelas de una enfermedad o trauma que causen disfunción o discapacidad, con miras a restituir a la persona su funcionalidad social y laboral o integral. La finalidad de la Rehabilitación es tratar las consecuencias de la enfermedad y prevenir el deterioro funcional.*⁴⁶ Esto sugiere que la Rehabilitación es un proceso de

⁴⁶ Consultado en

http://www.ser.es/ArchivosDESCARGABLES/Grupos_Trabajo/Aeproser/Rehabilitacion.pdf.
Consultado el 23 de Mayo de 2013.

reformación con el fin de alcanzar de nuevo el rendimiento en un cien por ciento del funcionamiento en una articulación, hueso o músculo.

La misma AEPROSER en su texto *"El Médico Rehabilitador en Traumatología"* hace referencia a que la finalidad de la rehabilitación es lograr que la persona inmersa en ese proceso continuo obtenga la restauración máxima de sus funciones físicas, psíquicas, educacionales, sociales, profesionales y ocupacionales y así reintegrarla como miembro productivo de la comunidad. De esa idea planteada por la AEPROSER puede decirse que la rehabilitación física de un paciente trasciende otros aspectos y/o esferas de su vida y por ende su bienestar, es decir, el paciente rehabilitado con éxito vuelve a tener las mismas probabilidades que tuvo antes de su lesión; según el caso, de alcanzar el ya mencionado bienestar en todas sus dimensiones 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 el mismo texto se muestra como los profesionales dedicados a la rehabilitación física deben hacer un diagnóstico, evaluación, prevención y respectivo tratamiento de una discapacidad específica, que como es mostrado también es distinta en cada persona. El 'aparato locomotor', como la AEPROSER lo define, está directamente relacionado con el sistema nervioso, musculoesquelético y articular de una persona, por ende la rehabilitación física busca conseguir de nuevo el funcionamiento total de las partes implicadas.

***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 (Ver Autocuidado).

***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.

Dentro de los objetivos de la rehabilitación pueden encontrarse:

*Alivio del dolor.

*Reducción de la inflamación.

*Mantenimiento o restauración de la función articular y muscular, la capacidad de marcha, el equilibrio, la coordinación y la realización de las actividades básicas de la vida.

*Prevención de deformidades, rigideces articulares, déficits musculares y sensoriales.

*Minimización de la discapacidad o lesión permitiendo el desempeño completo del rol personal, profesional y social de la persona.

*Restauración de la máxima autonomía funcional e independencia posibles.

*Mejora de la calidad de vida.⁴⁷

Puede decirse entonces que la finalidad última de la rehabilitación es velar por la calidad de vida del paciente o persona comenzando, esencialmente por los posibles reparos causados en su estructura anatómica.

1.10.Movimiento Pasivo Continuo (MPC):

El MPC es un proceso postoperatorio de terapia que consiste en generar movimiento producido por un mecanismo diferente al del grupo muscular-esquelético sobre la articulación en rehabilitación.

En el caso de emplear este método en la articulación de la rodilla, el paciente no genera esfuerzo alguno para realizar dicho movimiento, estos movimientos son preestablecidos y controlados, al igual que los períodos de tiempo en que se realizan.

La finalidad de este tipo de terapia es intervenir en el proceso evolutivo de la salud del paciente, este tipo de terapia es utilizado de manera previa a la terapia realizada de manera Activa, donde el paciente exige constantemente a pruebas su articulación con el fin de lograr una continua evolución, dichas pruebas tienen que ver con movimiento complejo de la rodilla generado por el paciente, generalmente realizados en piscinas adecuadas, equipos para ejercicios, bandas para ejercitar o trotar, trote al aire libre y movimiento con balón (Ver capítulo 3, 'La Rodilla').

1.11.Unidades de Movimiento Pasivo Continuo (UMPC):

Las UMPC son 'artefactos' o 'productos' que llevan acabo el proceso de MPC, es decir, bajo un control establecido por el profesional de la salud encargado de la rehabilitación o por el mismo paciente; lleva a cabo el movimiento articular que puede este realizar en pro de su recuperación. Generalmente estos productos cumplen su función antes de la terapia activa realizada con los profesionales de la rehabilitación, es decir, tan pronto es intervenido el paciente, se procede a utilizar estas unidades en el caso de ser necesario. Quien establece si es necesario o no es el profesional de la salud encargado del proceso de rehabilitación de cada paciente.

⁴⁷Agrupación española de Profesionales de la Salud Para el Estudio de Enfermedades Traumáticas AEPROSER, ""El Médico Rehabilitador en Traumatología""

Existen UMPC para diferentes articulaciones como rodilla, hombro, codo, tobillo, muñeca y falanges. Sin embargo, para este proyecto es prudente centrarse en las que intervienen en la rehabilitación de la rodilla.

El ingeniero mecánico colombiano Jairo Balanta explica acerca de estas unidades: *"En este contexto, las UMPC colaboran significativamente en la recuperación de lesiones y patologías, ya que una vez es intervenida quirúrgicamente la articulación de rodilla, se presenta una atrofia que imposibilita el movimiento de la articulación de manera inmediata. Al realizar la recuperación postquirúrgica, con la UMPC se evita que esta atrofia sea prolongada y cause la inmovilidad de la articulación, dejando secuelas en el paciente."*⁴⁸ Esta idea sugiere que las UMPC desempeñan un papel indispensable en la evolución de la salud de los pacientes que han sufrido alguna lesión o proceso quirúrgico pues estas intervienen en el proceso en el que el paciente o usuario recupere su forma natural de caminar.

El mismo autor, Ingeniero Balanta plantea que aparecen con mucha frecuencia en lo que él denomina 'población en general'; las lesiones y patologías de rodilla, por lo que sus procesos operatorios y postoperatorios adquieren un papel importante en los procesos de salud. Este tipo de lesiones o patologías presenta un negativo impacto en el paciente pueda padecerla, pues la rodilla es una de las articulaciones más influyentes en las actividades cotidianas pues de su funcionamiento depende una necesidad básica como lo es el desplazamiento.⁴⁹ Puede decirse entonces que las UMPC de rodilla son un factor de intervención con una importancia altamente considerable dentro del proceso de rehabilitación del paciente, principalmente en casos de lesión o procesos postoperatorios de la rodilla.

Después de la terapia mediante MPC realizada con la UMPC, se procede a realizar ejercicios de rehabilitación, donde el movimiento es generado y controlado por el paciente.

⁴⁸ Balanta, Jairo *"Diseño, construcción y verificación de unidad de movimiento pasivo continuo para rodilla"*. Universidad del Valle, Cali. 2012.

⁴⁹ *Ibíd.* Pág. 5.

1.12.Sobre la Norma Técnica colombiana NTC- ISO 9999. Clasificación de las Ayudas Técnicas:

Existe en Colombia una organización llamada Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, dicha organización está amparada por la legislación colombiana, pues el según el Decreto 2296 de 1993 ICONTEC tiene como finalidad fundamental brindar soporte y desarrollo a productores y protección a consumidores. ICONTEC es una entidad privada sin ánimo de lucro.

Con respecto a las ayudas técnicas, ICONTEC ha realizado una clasificación, la NTC-ISO 9999 con el fin de promover la comunicación entre productores y consumidores. Las ayudas técnicas son una serie de productos y objetos utilizados para procesos de mejoría, rehabilitación o evolución en personas con algún tipo de limitación. NTC-ISO 9999 regula la clasificación de las ayudas técnicas en Colombia, amparado a su vez por la ratificación del Consejo Directivo de 1994-11-23. Los usuarios de la clasificación son los consumidores directos (Personas con algún tipo de limitación), productores, autoridades gubernamentales, profesionales de la salud relacionados con la rehabilitación, personas prescriptoras de ayudas técnicas y asociaciones de usuarios (Organizaciones de personas con limitación).

Las categorías; según la clasificación, están basadas en la funcionalidad de las ayudas técnicas, la clasificación se da de manera jerárquica según niveles, subniveles y divisiones respectivamente.

En el segundo nivel, correspondiente a 'Prótesis y Órtesis' aparecen las divisiones 06 12 12 (Órtesis de Rodilla, Tobillo y pie) y 06 12 24 (Articulaciones de la rodilla). Las UMPC podrían ser tenidas en cuenta dentro del marco de estas dos divisiones pertenecientes al segundo nivel de la Norma Técnica colombiana NTC-ISO 9999.⁵⁰

⁵⁰ Norma Técnica colombiana NTC- ISO 9999. Clasificación de las Ayudas Técnicas

2. MARCO CONTEXTUAL:

2.1. Sistema de Salud en Colombia:

En Colombia existe un sistema de salud 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.

El sistema está basado en dos pilares principales y uno extra que entra como alternativa. Los pilares son el Régimen Contributivo y el Régimen Subsidiado; como tercera alternativa, aparecen entidades que prestan un servicio de Medicina Pre-pagada.

Dentro de POS se debe garantizar al ciudadano inscrito los siguientes servicios de salud: Promoción de la salud y promoción de la enfermedad, Consulta médica general, especializada y subespecializada, consulta odontológica general y especializada, atención de urgencias médicas y odontológicas, ayudas diagnósticas, atención del parto, hospitalización y cirugía, unidad de cuidados intensivos adultos y neonatal, atención de enfermedades ruinosas o catastróficas, pago de incapacidades por enfermedad general, pago de licencias por maternidad y paternidad, suministro de lentes, adultos una vez cada cinco años y para niños, una vez cada año y medicamentos POS.

En Colombia existe un sistema de estratificación numerada que va de uno (1) a seis (6) siendo uno (1) el más bajo y seis el más alto (6), estas escalas numéricas pretenden hacer referencia a los ingresos y bienes poseídos por una persona o familia, en ese sentido se sugiere que las personas pertenecientes a los estratos más bajos poseen un menor número de recursos y capital, mientras que las personas de estratos más altos gozarían de mayores beneficios económicos, capital y recursos. Según la estratificación numerada de Colombia, cada número de Estrato hace referencia a una condición socio-económica que se ve afectada en ingresos, sectores de vivienda, propiedades y activos, siendo categorizados de la siguiente manera:

Estrato 1: Condición Baja.

Estrato 2: Condición Baja.

Estrato 3: Condición Media-baja.

Estrato 4: Condición Media.

Estrato 5: Condición Media-Alta.

Estrato 6: Condición Alta.

La estratificación de Colombia y su sistema de salud están conectados, debido a que las personas de estratos tres (3), cuatro (4), cinco (5) y seis (6) deben pertenecer al sistema de salud por medio del Régimen Contributivo, que a su vez, al estar trabajando bajo contrato o prestación de servicios en una o varias entidades privadas o del estado deberá estar vinculado por medio de la misma en donde trabaja, es decir, debe estar afiliado a una Entidad de Salud por medio de la compañía donde trabaja, en ese sentido, el trabajador deberá pagar una tercera parte de la tarifa mensual establecida por la entidad de salud, mientras que la compañía deberá pagar las otras dos terceras partes. A cerca del régimen Contributivo de salud en Colombia, la ley 100 de 1993 hace la siguiente referencia:

"CAPÍTULO I.

DEL RÉGIMEN CONTRIBUTIVO

*ARTÍCULO 202. DEFINICIÓN. El régimen contributivo es un conjunto de normas que rigen la vinculación de los individuos y las familias al Sistema General de Seguridad Social en Salud, cuando tal vinculación se hace a través del pago de una cotización, individual y familiar, o un aporte económico previo financiado directamente por el afiliado o en concurrencia entre este y el empleador o la Nación, según el caso."*⁵¹

En el Régimen Contributivo del sistema de salud aparecen entidades privadas como las Entidades Promotoras de Salud EPS, que son organizaciones prestadoras de servicios referentes a la salud en lo que concierne al área comercial administrativa, no de salud, sin embargo las EPS están afiliadas a un complejo de clínicas y entidades privadas que proveen sus servicios médicos, así como también clínicas privadas que prestan sus servicios a las EPS. Debe tenerse en cuenta que a pesar de ser entidades con un manejo de capital privado, es el estado colombiano el que tiene la autonomía sobre sus regulaciones legales.

⁵¹ Ley 100 de 1993.

En cuanto a las personas pertenecientes a los estratos socio-económicos uno (1) y dos (2), por ley deberán estar inscritas al sistema de salud por medio del Régimen Subsidiado, el cual es financiado por el estado, que a su vez se beneficia de los impuestos pagados por las entidades pertenecientes al régimen Contributivo. Para tener acceso a afiliaciones a entidades pertenecientes al Régimen Subsidiado de salud, se debe realizar un estudio sobre la situación socioeconómica del individuo o su grupo familiar, en la cual se compruebe su escaso nivel de ingresos o recursos. Según la constitución colombiana se establece lo siguiente:

“CAPÍTULO II.

DEL RÉGIMEN SUBSIDIADO

ARTÍCULO 211. DEFINICIÓN. *El régimen subsidiado es un conjunto de normas que rigen la vinculación de los individuos al Sistema General de Seguridad Social en Salud, 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.*

ARTÍCULO 212. CREACIÓN DEL RÉGIMEN. *Créase el régimen subsidiado que tendrá como propósito financiar la atención en salud a las personas pobres y vulnerables y sus grupos familiares que no tienen capacidad de cotizar. La forma y las condiciones de operación de este régimen serán determinadas por el Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud. Este régimen de subsidios será complementario del sistema de salud definido por la Ley 10 de 1990.*

ARTÍCULO 213. BENEFICIARIOS DEL RÉGIMEN. *Será beneficiaria del régimen subsidiado toda la población pobre y vulnerable, en los términos del artículo 157 de la presente ley.”⁵²*

En el Régimen Subsidiado del Sistema de salud colombiano, aparecen entidades del estado, dependientes de los fondos recibidos por los impuestos recaudados y la contribución del Régimen Contributivo.

Existe una tercera alternativa, que no está establecida bajo la ley colombiana, sin embargo funciona como tercer pilar en el Sistema de Salud de Colombia, es la Medicina Pre-pagada. Este subsistema responde a la necesidad de minimizar los costos de consultas o tratamientos con profesionales de la salud de manera particular, lo que es mucho más costoso que por medio del POS, este subsistema consiste en abonar una cantidad de dinero mensualmente a una entidad que preste el Servicio de Medicina Pre-pagada (generalmente son EPS) y cuando se

⁵² Ibid.

necesita de una consulta o tratamiento, se accede sin costo. Para pertenecer a una entidad de Medicina Pre-pagada es obligatorio estar afiliado a una entidad cobijada bajo el Régimen Contributivo del sistema de salud colombiano.

Las entidades Administradoras de Riesgos Laborales (ARP):

Las entidades ARP se encargan de regular, establecer y gestionar la recuperación de pacientes que han sufrido algún tipo de accidente en su puesto de trabajo. Las entidades públicas y privadas deben garantizar al empleado encontrarse inscrito a una ARP y a su vez a una EPS, caso en el cual, como fue mostrado, dos terceras partes deben ser pagadas por la entidad contratante y la tercera parte por parte del empleado. En el caso de sufrir un accidente en su puesto de trabajo, las ARP, conectadas a su vez con EPS deben velar por la recuperación del empleado, a su vez este debe encontrarse trabajando bajo contrato, en el cual se especifique según lo acorde con la legislación colombiana su vinculación a una ARP.

Las Instituciones Prestadoras de Servicios (IPS):

Las IPS son los centros, clínicas u hospitales donde el usuario de Régimen Subsidiado o Contributivo puede encontrar los servicios de salud correspondientes a su patología, es decir, Centros, Clínicas u hospitales. Por lo general, las EPS cuentan con varias clínicas u hospitales afiliados en cada ciudad colombiana, el usuario de determinada EPS puede tener acceso con su documento a una de las IPS establecidas, según su patología, el usuario puede ser remitido a otra IPS donde puede ser tratado. En el caso de la intervención quirúrgica, el usuario es remitido a una IPS que cuente con el servicio y salas especializados para intervención quirúrgica, generalmente clínicas u hospitales, luego es remitido a otra IPS distinta, que presta el servicio de Rehabilitación. Las IPS dedicadas a la rehabilitación en Colombia prestan únicamente ese servicio, no prestan servicios de intervención quirúrgica o cuidados intensivos.

2.2. 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 Klopatsky 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."*⁵³ Este artículo de ley establece específicamente que todos los colombianos serán 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, 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"*.

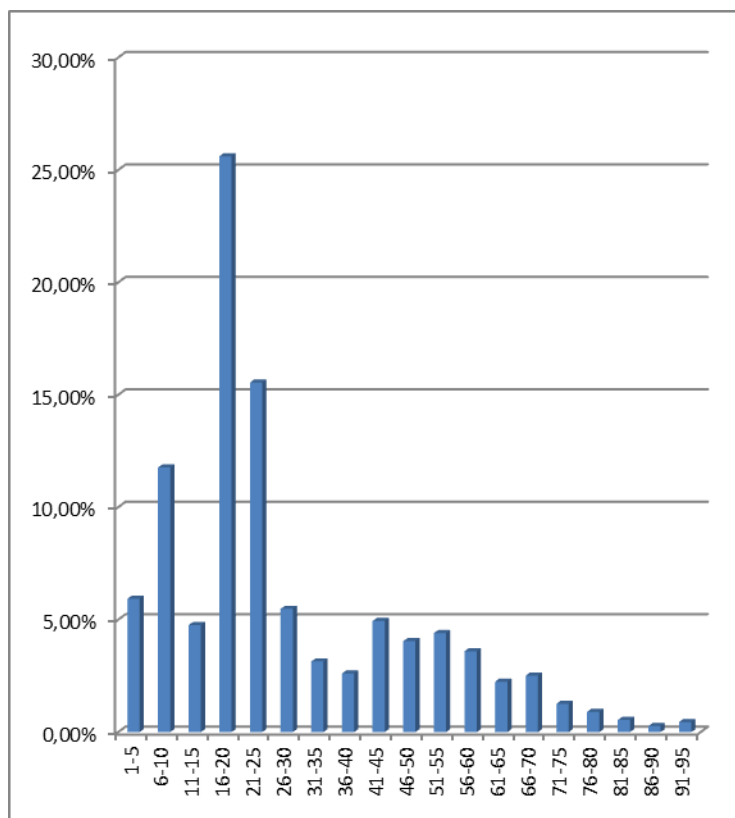
Es deber del estado colombiano, que todos sus ciudadanos estén inscritos al Plan de Seguridad Social, sin distinción de razas, géneros, edades o condiciones socioeconómicas o culturales. También velar por el desarrollo íntegro de la personalidad de cada colombiano, teniendo en cuenta a las personas con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

⁵³ Artículo 3. "Ley Klopatsky-No. 361". Febrero de 1997.

2.3. Usuario:

En una muestra seleccionada en la ciudad colombiana de Santiago de Cali, correspondiente a personas que fueron sometidas a algún tipo de terapia y/o rehabilitación en el Servicio Escuela de Rehabilitación Humana (SERH), Ver Gráfico número 1, dependencia de la Universidad del Valle se puede visualizar el porcentaje correspondiente a personas en edad productiva, es decir, personas de edades entre los diez y seis (16) y los sesenta y cinco (65) años, dicho porcentaje responde al de 69% como será mostrado a continuación. Las personas dentro del rango de edad mencionado, están en capacidad de desarrollar actividades laborales de diferentes índoles, respaldadas además por la Constitución Política Colombiana, que vela por sus derechos de desarrollo social integro e indiscriminado, por lo que se sugiere que en el caso de presentarse una situación de minusvalía temporal, es deber del estado y la sociedad colombianos, garantizar su recuperación. Este proyecto está centrado en ofrecer una ayuda a personas en situación de lesión y procurar su recuperación eficaz, eficiente y efectiva, por lo cual es prudente mostrar los siguientes datos:

Gráfico Número 1. Edades de Acudientes a Servicio de Rehabilitación en SERH en el año 2011.



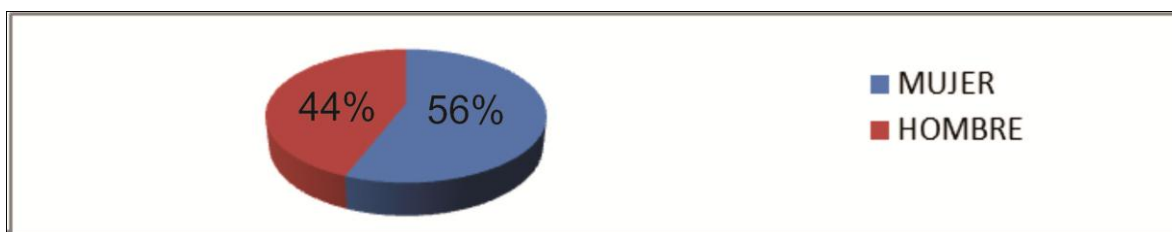
Fuente: Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH (Historia Clínica).

Como fue ya mencionado, el 69% de personas que acudieron en 2011 a servicios de rehabilitación, sin discriminación de edades, estratos o géneros se encuentra dentro del rango de edad productiva. De igual manera el 26% de la muestra, ocupando la columna con un mayor porcentaje, responde a personas con edades entre los diez y seis (16) y los veinte (20) años.

Como fue ilustrado en el marco conceptual de este proyecto, citando a la Autora Marta Allué, personas con una edad menor a la de treinta (30) años sufren un impacto psico-social mayor al de personas de edad más avanzada en una situación de dependencia con respecto a sus familiares, en cuanto a las personas mayores de treinta (30) años, el impacto puede llegar a ser menor, sin embargo, en cualquiera de los casos debe velarse por la recuperación y reinserción íntegra

de cada persona en situación de discapacidad o lesión en la sociedad.

Gráfico Número 2, Porcentaje de pacientes de SERH en 2011 según su género.

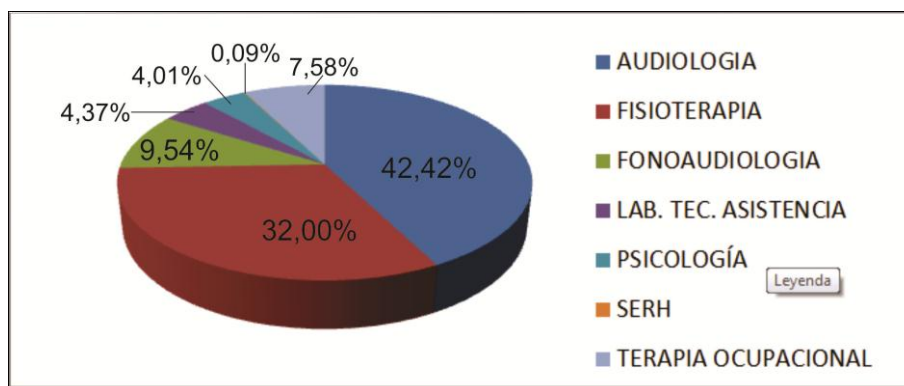


Fuente: Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH (Historia Clínica).

Haciendo una desagregación por géneros, se puede evidenciar una mayor participación en terapias rehabilitadoras en el caso del género femenino. Ver Gráfico número 2.

El SERH ofrece servicios en las áreas de la salud de Audiología, Fisioterapia, Fonoaudiología, Laboratorio Técnico de asistencia, Psicología, Escuela de Rehabilitación y Terapia Ocupacional. Puede evidenciarse en el gráfico que será mostrado a continuación 44,6% relacionado con la rehabilitación por medio de Fisioterapia o áreas afines (32,00% de Fisioterapia, 7,58% de Terapia Ocupacional y 4,37% de laboratorio técnico de asistencias), cabe aclarar que el laboratorio técnico de asistencias es un espacio dedicado al desarrollo de ayudas técnicas que intervienen en la rehabilitación de pacientes lesionados y desarrollo en sociedad de personas en situación de discapacidad. Ver Gráfico número 3.

Gráfico Número 3, Porcentaje de pacientes de SERH en 2011 según servicio requerido en determinada Área de la salud.

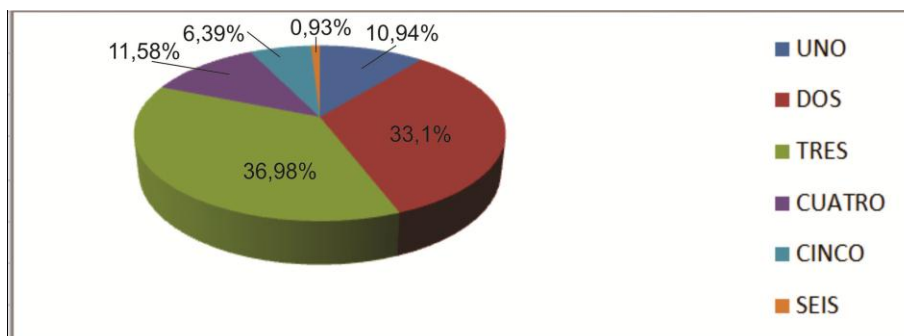


Fuente: Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH (Historia Clínica).

En el gráfico número tres puede evidenciarse que el porcentaje relacionado con la rehabilitación física de pacientes, relacionada con terapias por medio del movimiento equivalen a un 44,6% (32,00% de Fisioterapia, 4,37% Laboratorio Técnico de Asistencias y 7,58% de Terapia ocupacional) del total de la muestra, lo que sugiere de esa población específica, el mayor número de personas necesita de una rehabilitación física relacionada con el movimiento articular, seguido por la rehabilitación auditiva, por medio de la Audiología.

Ahora bien, con fines de este proyecto es prudente mostrar la desagregación de personas rehabilitadas en SERH en 2011 según el estrato socioeconómico al que pertenecen, pues esto podría dar al lector una aproximación supuesta, de las posibilidades o recursos de los pacientes que acudieron a servicios de rehabilitación en dicha dependencia. Ver gráfico número 4.

Gráfico Número 4, Porcentaje de pacientes de SERH en 2011 según estrato socioeconómico



Fuente: Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH (Historia Clínica).

En el gráfico número 4 puede evidenciarse una mayor participación por parte de las denominadas condiciones 'bajas' y 'media baja' teniendo a los pacientes pertenecientes al estrato 1 con un 10,94% y los pacientes pertenecientes al estrato 2 con un 33,1%, lo que en términos generales evidencia que un 44,06% de la muestra seleccionado pertenece a una condición 'baja' referente a parámetros que pueden ser determinados como su 'calidad de vida', entre tanto, el segundo número en importancia es el de pacientes pertenecientes al estrato socioeconómico de 3, con un 36,98%. En otras palabras, las personas acudientes al SERH solicitando atención de salud por medio de diferentes áreas relacionadas con la rehabilitación, son en su mayoría personas en condiciones materiales limitadas.

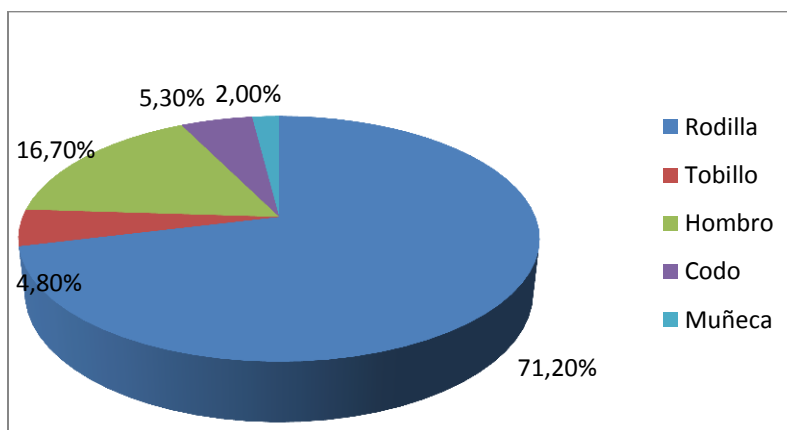
Como será mostrado posteriormente en el capítulo correspondiente al trabajo de campo, se realizó un adentramiento presencial en la IPS 'Clínica de la Rodilla', dicha Institución presta únicamente los servicios de rehabilitación física relacionados con la áreas de Fisioterapia y Terapia Ocupacional, para ser remitido por medio de una EPS a la 'Clínica de la rodilla', el paciente previamente ha debido ser intervenido médica y/o quirúrgicamente, accediendo a dicha IPS para realizar únicamente su proceso de rehabilitación. Una persona puede aparecer como usuario en esta IPS remitido por una EPS o entidad de Medicina Pre-pagada, donde los costos por persona oscilan entre los \$9.100 en moneda colombiana (\$5 USD) y los 19.600 (\$10,80 USD) dependiendo de la entidad por medio de la cual sea remitido, o si así lo quisiera cualquier persona, puede

acceder de forma particular pagando una tarifa de \$37.000 en moneda colombiana (\$20,50 USD), debe tenerse en cuenta que las sesiones se ofrecen en paquetes de diez (10), en el caso de necesitar más terapias, se deberá acceder a otro paquete de diez (10), Esta institución solo ofrece servicios a EPS vinculadas al Régimen Contributivo del Sistema de Salud de Colombia, razón por la cual los pacientes que allí acceden son pertenecientes a los estratos socioeconómicos tres, (3) Cuatro (4) cinco (5) y seis (6). La personal administrativa **Vanessa Garzón** de la 'Clínica de la Rodilla' fue quien proporcionó la información anteriormente mencionada, así como la que será mostrada a continuación.

En el siguiente gráfico, podrá visualizarse por medio de porcentajes, las articulaciones que fueron tratadas en el año 2012 en la clínica de la Rodilla en pacientes de todas las edades y géneros. Debe aclararse de manera redundante, que quien proporcionó estos datos al proyecto con fines académicos fue la personal administrativa **Vanessa Garzón**, dictando al autor datos que pueden ser revelados de manera verbal y no compartidos de manera escrita o tangible.

Con un total de novecientos sesenta y una (961) personas que acudieron a la 'Clínica de la Rodilla' se puede ilustrar el panorama respecto a las articulaciones tratadas desagregadas en porcentajes de la siguiente manera: Ver gráfico número 5.

Gráfico Número 5, Desagregación en porcentajes de articulaciones sometidas a rehabilitación en 'Clínica de la Rodilla IPS' en el año 2012.

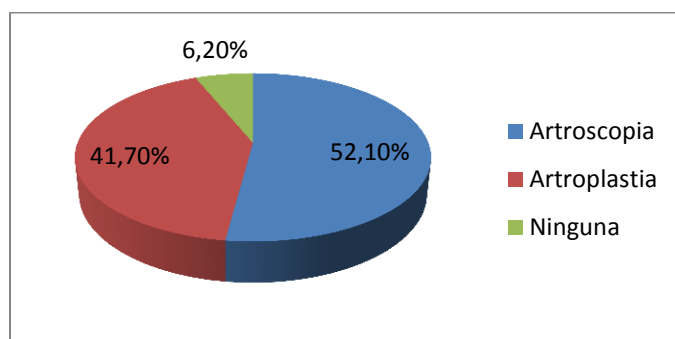


Fuente: Historia Clínica, 'Clínica de la Rodilla IPS'.

Puede visualizarse una hegemonía por parte de las lesiones de rodilla, sin embargo, debe tenerse en cuenta que por el nombre de la entidad, la evidenciada mayoría de pacientes que acude a los servicios que presta esta institución son pacientes con lesiones en la articulación más con mayor número de pacientes. No obstante, puede evidenciarse que en esta IPS prestadora de servicios de rehabilitación, hay una clara participación mucho mayor a las demás articulaciones en cuanto a pacientes rehabilitados.

Haciendo una categorización en porcentajes de las intervenciones quirúrgicas referentes a la articulación de la rodilla pueden encontrarse los siguientes datos, con un total de 491 personas: *Ver gráfico número 6.*

Gráfico Número 6, Categorización en porcentajes de procesos quirúrgicos en la articulación de la rodilla previos a la rehabilitación en 'Clínica de la Rodilla IPS' en el año 2012.



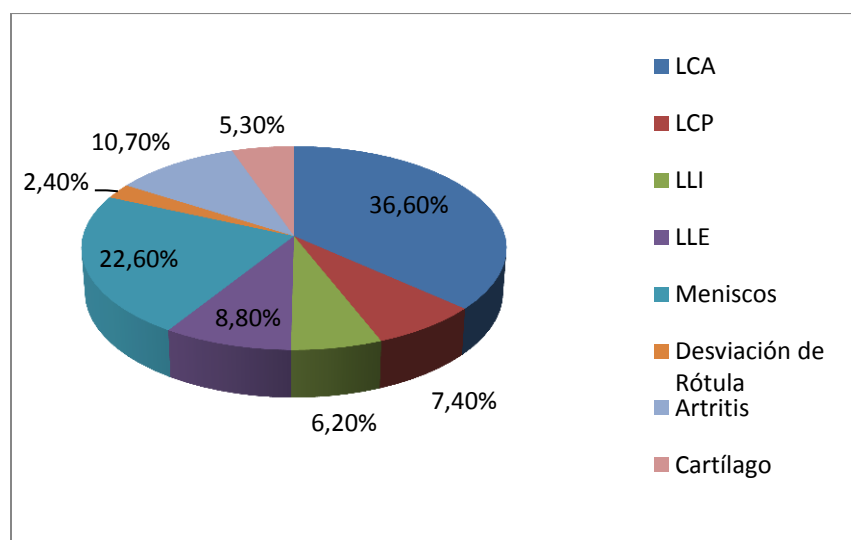
Fuente: Historia Clínica, 'Clínica de la Rodilla IPS'.

Acerca del anterior gráfico es prudente mencionar que existe un mayor número de pacientes remitidos a terapias de rehabilitación posterior al proceso de Artroscopia (52,1%) por encima de pacientes sometidos a intervención quirúrgica por medio de Artroplastia (41,70%) y de pacientes en rehabilitación sin ninguna clase de intervención quirúrgica (6,20%).

Respecto a los pacientes que fueron intervenidos por medio de la Artroscopia, aparecen desagregaciones según la zona específica de la articulación de la

rodilla en donde se presentó la patología. Aparecen Ligamento Cruzado Anterior LCA, Ligamento Cruzado Posterior LCP, Ligamento Lateral Interno, Ligamento Lateral Externo, Meniscos, Desviación rotuliana, Artritis y Cartílagos, la Artritis no es una parte de la rodilla, es una patología presentada que afecta varios órganos, músculos y huesos de la rodilla (Ver capítulo X, página X referente a la rodilla, su anatomía y patologías). Con un total de 259 personas los datos son: Ver gráfico número 7.

Gráfico Número 7, Categorización en porcentajes de partes anatómicas específicas en la articulación de la rodilla previas a la intervención quirúrgica de Artroscopia y a su vez a la rehabilitación en 'Clínica de la Rodilla IPS' en el año 2012.



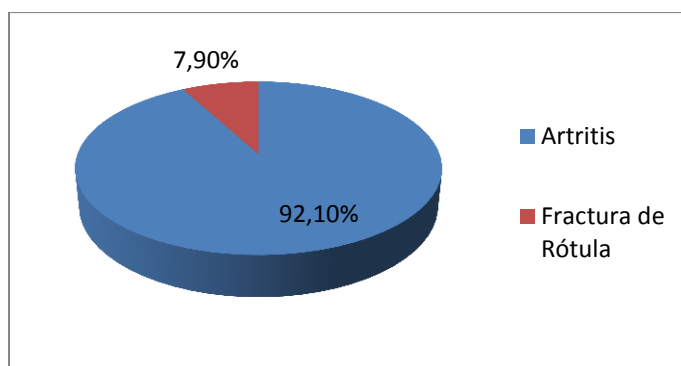
Fuente: Historia Clínica, 'Clínica de la Rodilla IPS'.

Con respecto al anterior gráfico puede evidenciarse un mayor porcentaje por parte de las lesiones relacionadas con el Ligamento Cruzado Anterior LCA, siendo esta la parte anatómica de la articulación de la rodilla más intervenida de manera quirúrgica por medio de la artroscopia. Como será mostrado posteriormente en el capítulo referente al Trabajo de Campo, esa lesión es la más mostrada en intervenciones a deportistas, así mismo, en el caso de presentarse una rotura de LCA el movimiento biomecánico natural de la articulación en la mayor parte de los casos deja de presentarse en un 100% después de la rehabilitación. Es por eso que debe mirarse la anterior cifra con detenimiento,

teniendo en cuenta además, que en el caso de presentarse una rotura de LCA puede llegar a necesitarse una terapia de Movimiento Pasivo Continuo previa a la de Movimiento Activo.

Con respecto a los pacientes intervenidos quirúrgicamente por medio del proceso de Artroplastia o Remplazo Total de Rodilla, puede evidenciarse una hegemonía por parte de los pacientes con patología de Osteoartritis o Artritis con un 92,1 % de la muestra. Con un total de 204 personas, la estadística arroja los siguientes datos: Ver gráfico número 8.

Gráfico Número 8, Categorización en porcentajes de patologías en la articulación de la rodilla previas a la intervención quirúrgica de Artroplastia y a su vez a la rehabilitación en 'Clínica de la Rodilla IPS' en el año 2012.



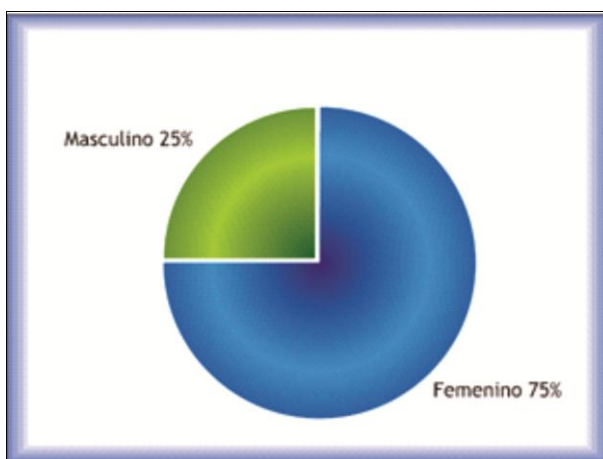
Fuente: Historia Clínica, 'Clínica de la Rodilla IPS'.

Como será ilustrado posteriormente, la Osteoartritis o Artrosis es una patología frecuente en personas mayores a 65 años de edad y como fue evidenciado en el gráfico número 8, es el principal causal de la intervención quirúrgica por medio de Artroplastia. Es necesario mencionar con fines de este proyecto, que en el caso de presentarse una artroplastia, independiente de su patología previa, debe realizarse una terapia con MPC previa a la terapia con Movimiento Activo.

Entre tanto en la ciudad de Valledupar, Colombia, el docente investigador en Ortopedia y Traumatología de la Universidad Popular del Cesar, Doctor Otto Armando Pérez expone en su texto "Artroplastia en pacientes con Artrosis y Artritis

Reumatoide Juvenil" (2007) datos referentes a géneros y edades de pacientes sometidos a intervención quirúrgica por medio de Artroplastia en las Clínicas 'Ana María ISS' y Santa Isabel de la ciudad de Valledupar en los años 2001, 2002 y 2003. En dichos datos pueden verse tendencias relacionadas con los ítems mencionados, mostrando que la mayor participación en procedimientos de Artroscopia es realizada en pacientes de género femenino. La muestra seleccionada son 57 pacientes en los que fue practicada la intervención quirúrgica con procedimiento de Artroscopia en las clínicas anteriormente mencionadas, arrojando los siguientes datos en cuanto a edad: Ver gráficos número 9 y 10.

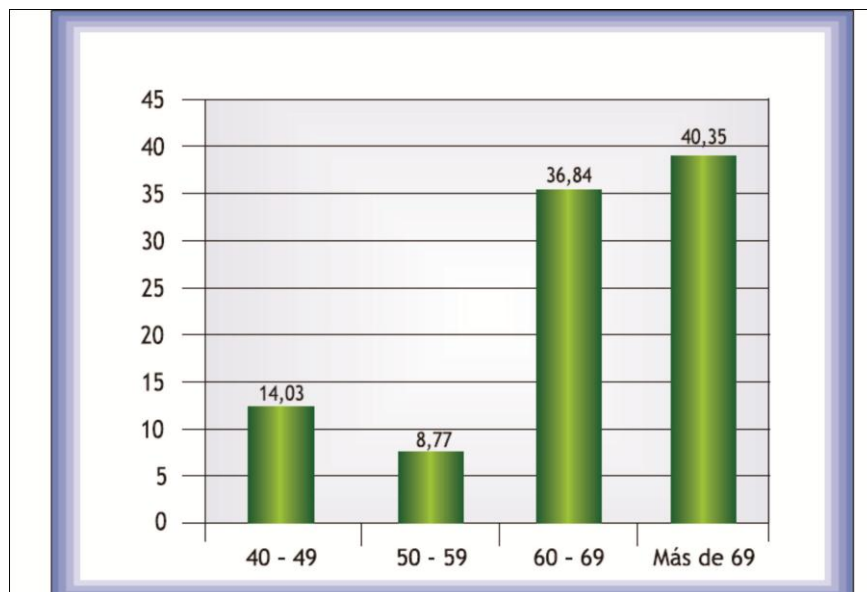
Gráfico Número 9, Desagregación de pacientes según género sometidos a procedimiento de Artroplastia de rodilla en clínicas Maria del I.S.S. y Santa Isable. Valledupar 2001-2003.



Fuente: Otto Armando Pérez.

Gráfico Número 10, Desagregación de pacientes según edad sometidos a

procedimiento de Artroplastia de rodilla en clínicas Maria del I.S.S. y Santa Isable. Valledupar 2001-2003.



Fuente: Otto Armando Pérez.

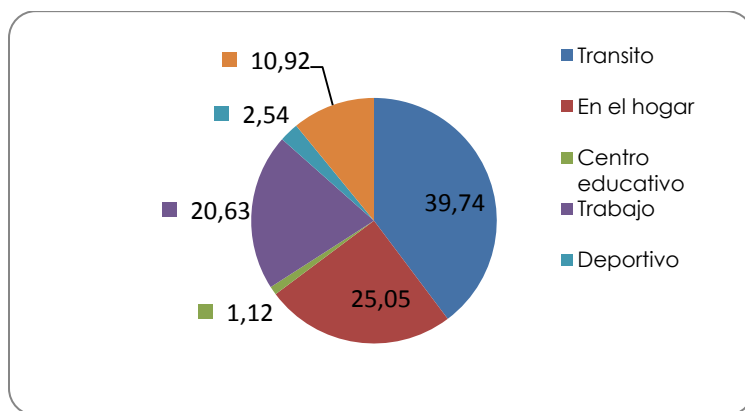
En los dos gráficos anteriores puede evidenciarse la clara jerarquía existente en esa población específica por parte del género femenino, además de personas que sobrepasan los 69 años. Resaltando que estos datos responden específicamente a un fragmento específico de la ciudad de Valledupar.

Como fue mostrado anteriormente, este proyecto tiene como propósito velar por el proceso de re-introducción en interacciones sociales de individuos en edad laboral, sin embargo es prudente tener en cuenta que existe una tendencia en las personas sobre las cuales se practica el procedimiento de Artroplastia, y es la de personas mayores a 69 años, edad en la que se sugiere, no se está en plenas condiciones para realizar actividades laborales altamente complejas. No obstante, la independencia con respecto a sus familiares y personas cercanas en un ser humano es un pilar desempeñando un rol importante en su calidad de vida como fue mostrado en el capítulo referente al marco conceptual. En otras palabras, este proyecto busca ofrecer una solución a una necesidad específica a personas en edad laboral, sin dejar de lado las personas y/o pacientes que han sobrepasado este rango de edad (entre 15 y 65 años).

Según los fines de este proyecto sería ideal contar con un dato preciso referente a personas que en determinado período de tiempo mostraron alguna situación de lesión en una población como la ciudad de Cali o Colombia, así mismo, de esas personas en situación de lesión establecer un porcentaje de las personas cuya lesión se presentó en la articulación de la rodilla, cuales fueron sus lesiones específicas en términos patológicos, género, estrato y tiempo de recuperación. Sin embargo son datos no cuantificables de manera exacta, diferencia con los datos sobre personas en situación de discapacidad en Colombia y Cali, pues al ser esta última una situación permanente, es de facilidad relativa lograr establecer estimaciones cuantitativas.

No obstante, en la alcaldía de Santiago de Cali pueden encontrarse datos en donde se ilustra el número estimado de personas en la mencionada ciudad en que han sufrido algún tipo de discapacidad causada por accidentes, se especifica el tipo de accidentes y el porcentaje correspondiente a cada uno, debe también tenerse en cuenta que el índice de discapacidad que se muestra, no realiza desagregaciones según discapacidad temporal o definitiva, parcial o total.

GRÁFICO 11: DISCAPACIDAD POR ACCIDENTES EN SANTIAGO DE CALI.



Fuente: Alcaldía de Santiago de Cali. Documentos sobre Discapacidad.

www.cali.gov.co

2.4. Legislación colombiana, Medicina y Sistemas de

Control Asistido Mediante Teleoperación: Telemedicina y Telesalud (Ley 1419 de 2010):

El gobierno Colombiano ha otorgado lineamientos de Telemedicina y Telesalud con respecto al funcionamiento dentro del país, la ley 1419 de 2010 establece lo siguiente: *"La telemedicina se define como la provisión de servicios de salud en la prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación por profesionales de la salud que utilizan tecnologías de comunicación e informática"*⁵⁴ La Telemedicina permite a los profesionales de la salud ampliar la cobertura de rehabilitación a pacientes, atendiendo a pacientes a miles de Kilómetros de distancia utilizando una red global de internet.

Las ventajas que trae la Telemedicina, según la Secretaría del Senado Colombiano son:

- a. Descentralización de los centros de rehabilitación
- b. Minimizar costos de atención
- c. Aumento de cobertura
- d. Prevención de Contagio.

El Estado colombiano busca asegurar a sus ciudadanos el derecho fundamental a la salud mediante la Teleoperación y Telemedicina.

Sobre la ley 1419 de 2010 la Constitución Política colombiana establece lo siguiente:

"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.

(...)

⁵⁴ Secretaría del Senado de Colombia, 2012.

*ARTÍCULO 8o. RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA TELESALUD. A partir de la vigencia de la presente ley se asignará hasta el 5% del presupuesto de inversión del Fondo de Comunicaciones, Unidad Administrativa Especial adscrita al Ministerio de Comunicaciones, al financiamiento de las inversiones requeridas en conectividad para desarrollar la Telesalud en las Instituciones Públicas de Salud en Colombia, de acuerdo con las recomendaciones del Comité Asesor de la Telesalud."*⁵⁵

Los Sistemas de Control Asistido Mediante Teleoperación aplicados en productos relacionados con la medicina, son nombrados en la legislación colombiana como Productos de 'Telemedicina', como fue ilustrado en el anterior paréntesis referente a la ley 1419 de 2010 de Colombia, mientras que los sistemas y acciones relacionados con la ampliación de cobertura en la salud son denominados 'Telesalud'. Es deber del estado colombiano promover y financiar el desarrollo de Productos relacionados con la 'Telemedicina', destinando para ello un fondo de hasta el 5% del presupuesto recaudado para la inversión por el Fondo de Comunicaciones.

⁵⁵Ley 1419 de 2010.

3. SOBRE LA RODILLA Y SU BIOMECÁNICA:

La Rodilla es una articulación ubicada en el centro de la mitad del miembro inferior, que se encarga de conectar dos huesos pertenecientes a los miembros inferiores del ser humano, específicamente se encarga de unir dos huesos; el Fémur que aparece de forma distal y la tibia que participa de forma proximal. Esta dispone de un pequeño hueso ubicado entre los dos que ya fueron mencionados llamado rótula, cuyo movimiento es posible gracias al movimiento inferior del fémur. Este trío óseo permite el movimiento de flexo-extensión compuesto a su vez por flexión; donde las partes o huesos del cuerpo se aproximan entre sí y extensión; donde las partes o huesos del cuerpo se separan y alinean. Fémur y tibia son los huesos más vistosos de esta articulación, haciendo que cuando el músculo ubicado en la parte posterior del muslo, llamado cuádriceps se contrae, se genere una transmisión de la fuerza es generada por el tendón rotuliano, así la rótula funciona como polea generando la unión entre las dos partes mencionadas, Muslo y pierna. Alrededor de sus huesos cuenta con cartílagos en forma de disco llamados meniscos.⁵⁶

La rodilla en el cuerpo humano cumple un papel indispensable en estado de locomoción y de quietud mientras el cuerpo se encuentra de pie; debido a que es la articulación que soporta mayor peso en los dos estados mencionados, uniendo a su vez el muslo con la pierna y permitiendo su movimiento.

⁵⁶ Anatomía de la Rodilla. Consultado en http://www.biolaster.com/traumatologia/rodilla/anatomia_ Consultado el 27 de Mayo de 2013.

3.1. Planos y Ejes de Movimiento:

Existen tres planos en tres ejes de movimiento del cuerpo humano, estos nos hacen referencia a puntos medios específicos en el cuerpo humano.

1. Plano Sagital:

Este plano divide el cuerpo en las partes mitad derecha y mitad izquierda, va desde la parte posterior hasta la parte frontal del cuerpo.

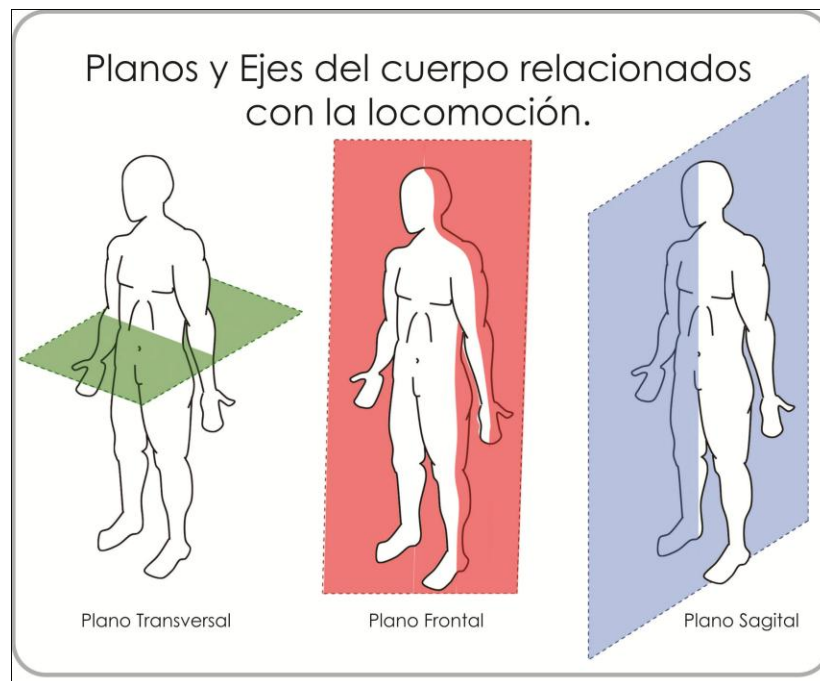
2. Plano Frontal:

Este Plano divide al cuerpo en dos mitades, Anterior y Posterior. Va del lado izquierdo al lado derecho del cuerpo.

3. Plano Transversal:

Este plano divide al cuerpo en mitad superior e inferior. Ver figura número 1.

Figura 1. Planos y ejes del cuerpo relacionados con la locomoción.

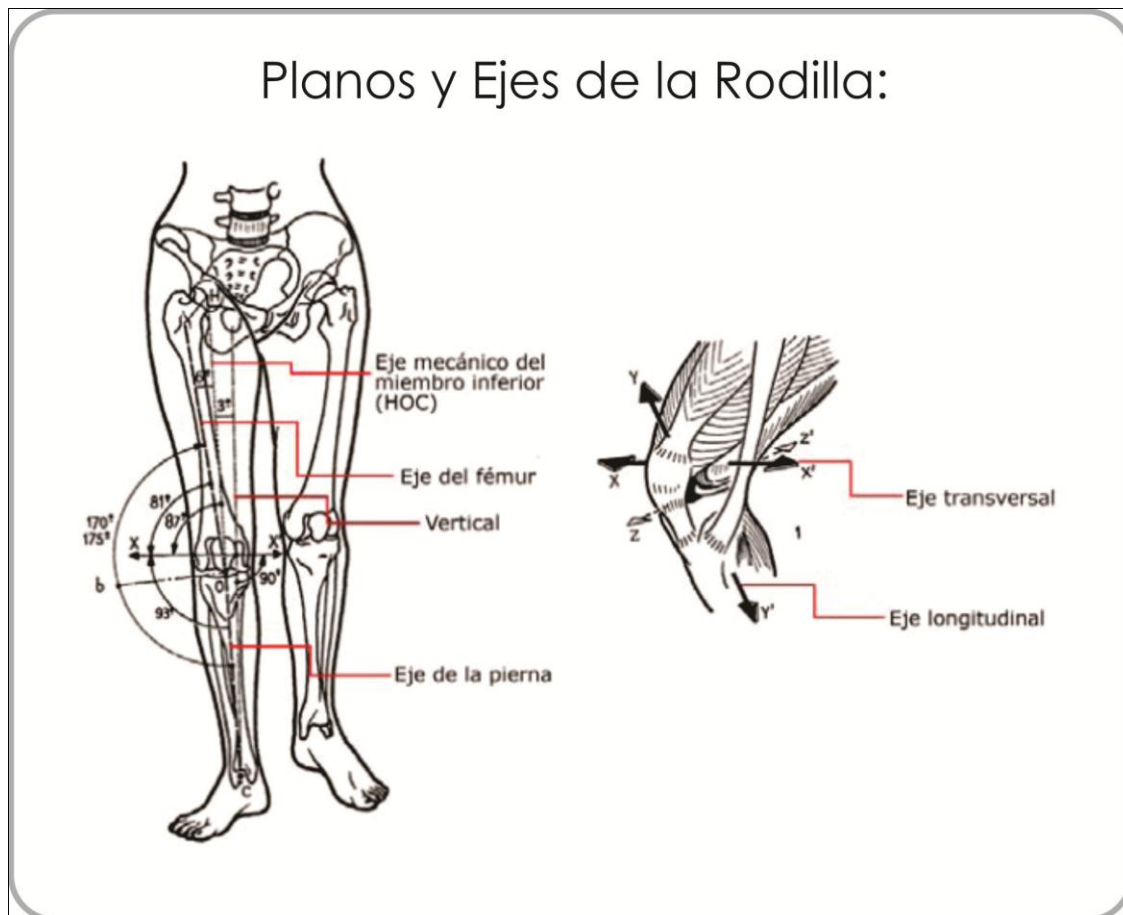


Fuente: www.dolorrodilla.com

3.2 Planos y Ejes de la Rodilla:

Los movimientos de Flexión y extensión de la rodilla son realizados en estos ejes. Estos puntos de igual manera son Transversal, Frontal y Sagital. Sin embargo el eje frontal, forma un ángulo de 81° con el fémur y de 93° con la pierna con la pierna extendida. El eje del fémur se encuentra desalineado con respecto al eje de la pierna, por lo que en estos dos ejes existe una distancia angular de entre 170° y 175° , Ese ángulo es también conocido como *Valgus*. Existe un eje mecánico, que une las articulaciones cadera, rodilla y tobillo, este eje se encuentra alineado con el eje de la pierna, mientras que el eje del fémur forma un eje de 6° con respecto a este. Ver figura número 2.

Figura número 2. Planos y ejes de la rodilla:



Fuente: www.dolorrodilla.com

3.3 Biomecánica de la Rodilla (Ligada a la locomoción del cuerpo Humano).

Por medio de los movimientos de Flexión y extensión, la rodilla cumple la función de acercar o alejar el extremo del miembro inferior a su base, ubicada en la cadera y glúteos, por medio de este movimiento impulsado e intercalado de miembro izquierdo con miembro derecho se realiza la locomoción en el cuerpo humano. La rodilla, es una estructura que debe responder ante necesidades de fuerza y estabilidad, ya que soporta la mayor parte de peso en el cuerpo humano cuando se encuentra extendida, a la vez que debe proporcionar al cuerpo humano un grado elevado de Movimiento y Flexibilidad cuando se encuentra realizando la flexión.

El primer grado de movimiento de libertad de la rodilla es el realizado por los movimientos de Flexión y Extensión, el segundo grado, cuando rodilla y pierna se encuentran en estado de Flexión, es de rotación interna y externa.

Puede decirse que la rodilla es una estructura compleja, no solo por los grados de asimetría y movimiento que dichos grados generan, sino por las funciones que realiza en el cuerpo humano, tanto en su equilibrio en estado de quietud como en su grado de flexibilidad en movimiento.

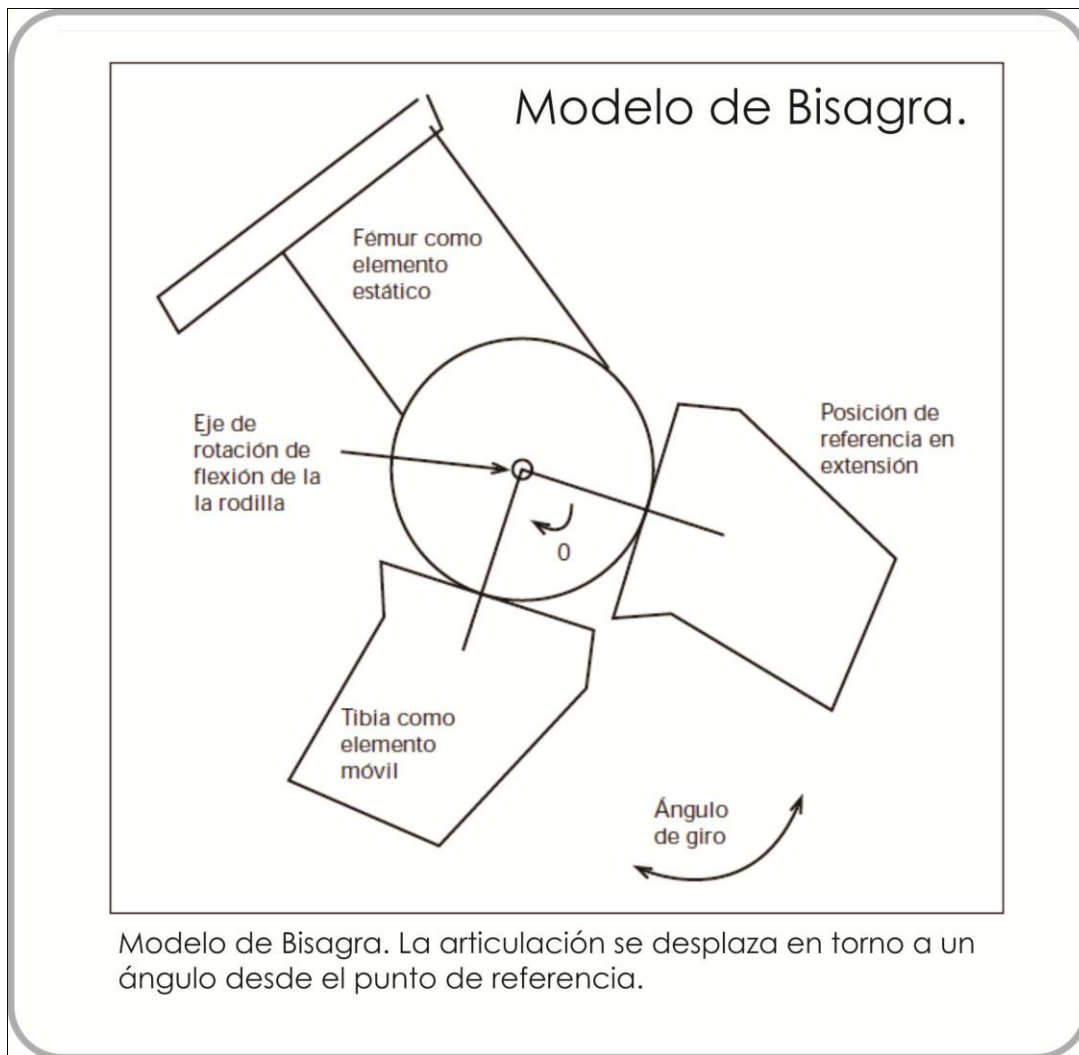
Los autores españoles Sanjuan, Jimenez, Gil, Sánchez y Fenollosa muestran de forma esquemática el funcionamiento de la rodilla, aunque ellos mismos aclaran que el movimiento de esta articulación es bastante complejo para simular en un 100%, hacen una aproximación esquemática en su texto "Biomecánica de la Rodilla". Con base en lo que ellos exponen en su texto se pasará a mostrar con explicaciones conceptuales y gráficas la biomecánica de la Rodilla.

El Modelo de Bisagra:

El Movimiento de Flexión es generado por el Modelo de Visagra debido que dos planos rotan sobre un único eje.⁵⁷ Ver figura número 3.

⁴ Sanjuan, Jimenez, Gil, Sánchez "Biomecánica de la Rodilla". H. U. Dr. Peset de Valencia, Cullera, Valencia. 2005. Pág. 191.

Figura número 3. Modelo de Bisagra



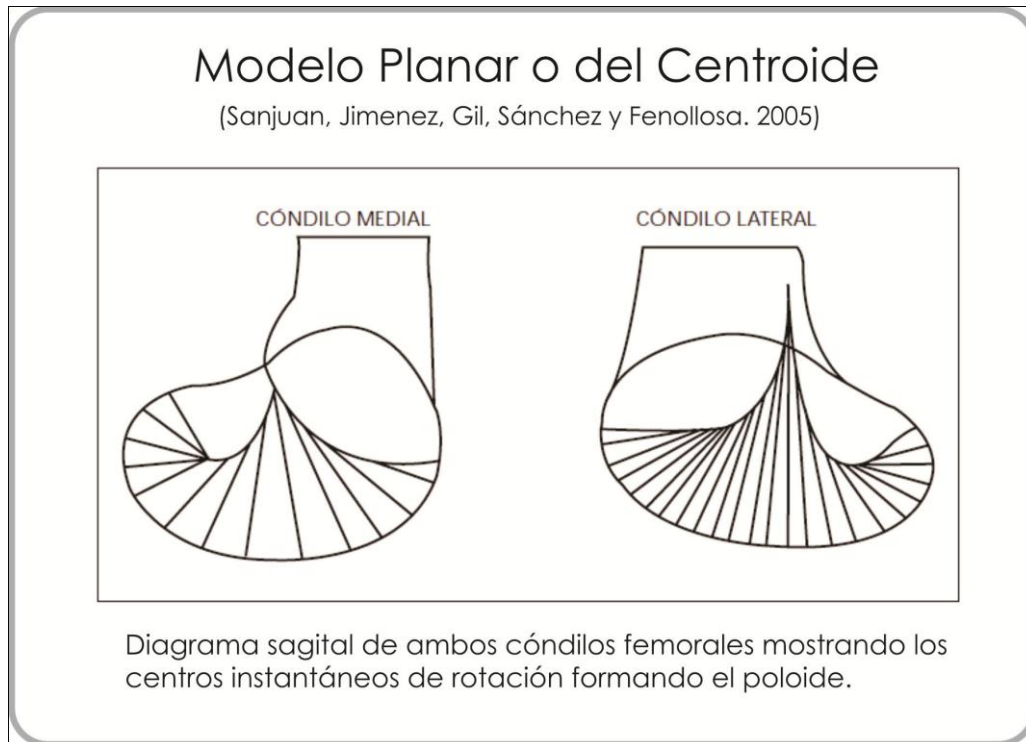
Fuente: www.dolorrodilla.com

3.4 Modelo Planar o del Centroide:

Este modelo propone un solo centro de rotación respecto a dos cuerpos en movimiento relativo, calculado a partir de la bisectriz perpendicular a dos puntos de referencia identificados en un punto determinado del perfil, en la cual al superponer otro punto semejante con variación de la movilidad del fémur, provoca la aparición de dos puntos que al unirlos permite el cálculo de su perpendicular. En el proceso en repetición se puede dibujar una línea que conecta todos los centros instantáneos de rotación, esa línea se denomina:

Poloide del centro instantáneo de rotación.⁵⁸ Ver Figura número 4.

Figura número 4. Modelo planar o del Centroide:



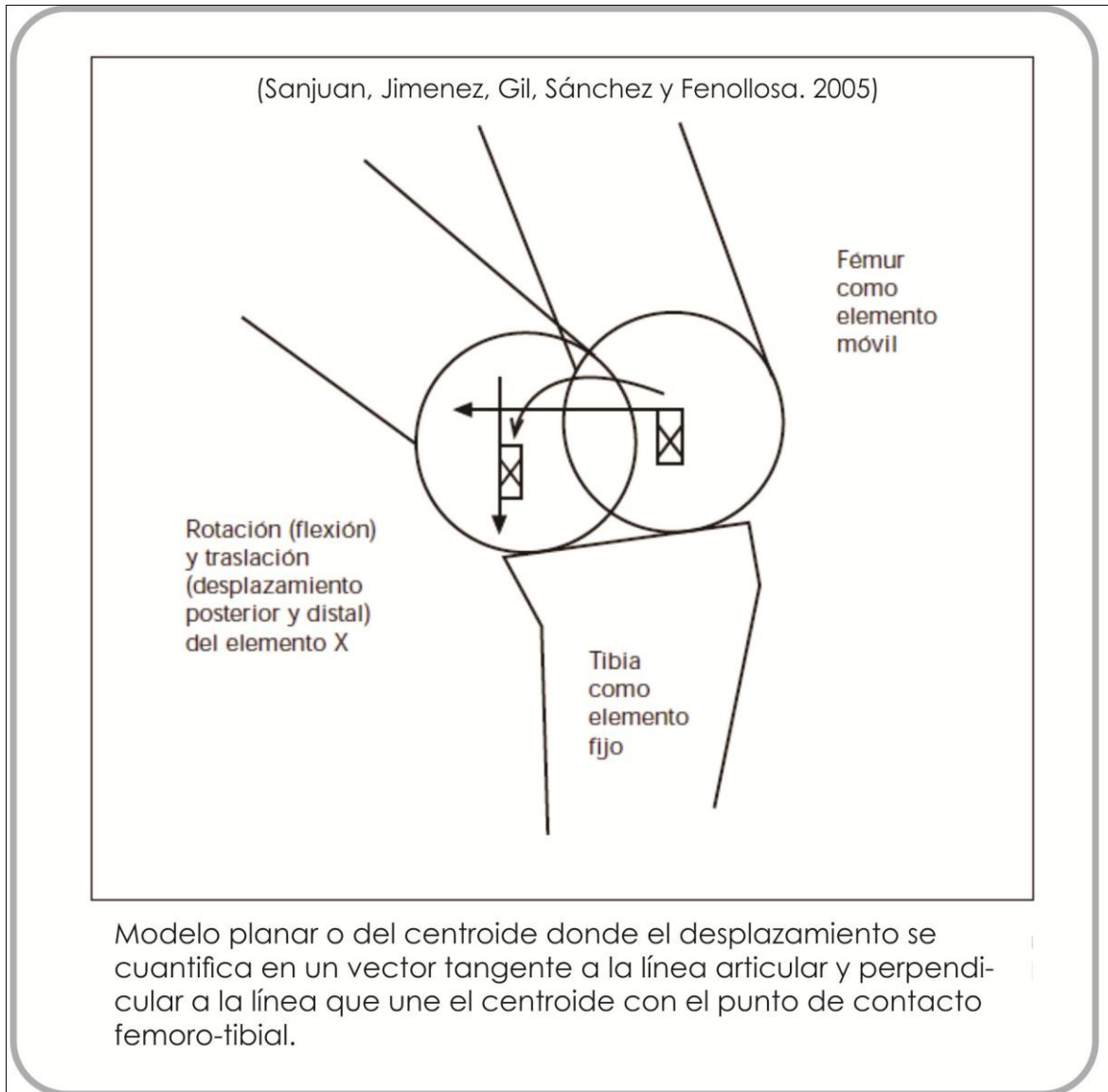
Fuente: www.dolorrodilla.com

El modelo Planar o del Centroide permite movimientos de rotación y traslación, manteniendo en flexión el mismo patrón del Polide.⁵⁹ Ver figura número 5.

⁵⁸ Ibíd. Pág. 191.

⁵⁹ Ibíd. Pág. 191.

Figura número 5. Modelo Planar o del Centroide y funcionamiento.



Fuente: www.dolorrodilla.com

Esquemáticamente, estos gráficos hacen una breve referencia al funcionamiento biomecánico de la rodilla, sirven como un modelo aproximado a la estandarización por medio de vectores y formas básicas ilustrando un poco a cerca de su funcionamiento. Para este proyecto es prudente mostrarlo de esa forma ya que muestra varias referencias sobre el funcionamiento básico de la rodilla, y por ende, la pertinencia de un proyecto de esta naturaleza.

Cabe de igual manera hacer la siguiente anotación; los gráficos anteriormente mostrados fueron realizados por los autores ya mencionados, Sanjuan, Jimenez, Gil, Sánchez y Fenollosa.

La rodilla es una estructura biológica compleja, con funciones mecánicas específicas en el movimiento, equilibrio y estabilidad del ser humano., un proyecto como este, al igual que otros proyectos realizados desde la perspectiva de la salud, tiene como fin último velar por el excelente desempeño de las funciones biomecánicas de la rodilla, que es la articulación tratada en este caso concreto.

3.5 Los Movimientos de Flexión y Extensión:

Estos movimientos combinados constantemente conforman el movimiento de flexo-extensión, que es realizado en un proceso básico del ser humano como lo es la locomoción, la flexo-extensión puede estudiarse cuando el eje es producto de la longitud del fémur, es decir, en extensión, así como cuando se encuentra en extensión, haciendo que la tibia y el fémur formen un ángulo, que generalmente responde a un máximo de 160°.

Flexión:

La flexión en la rodilla consiste en acercar el extremo del miembro superior a su base, es decir, juntar el talón con el glúteo o la pantorrilla con el cuádriceps femoral.

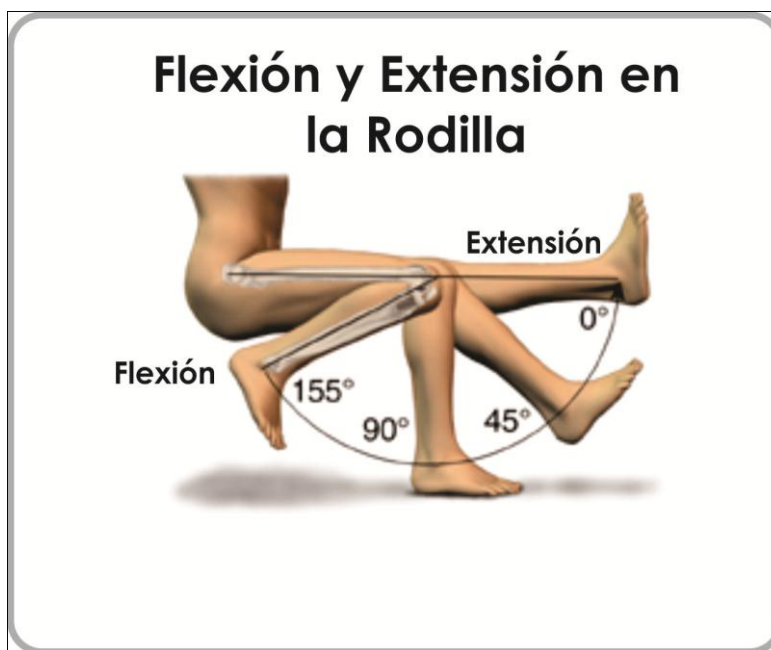
La rodilla alcanza ángulo de flexión de 120° si la cadera se encuentra extendida, mientras que si se encuentra en estado de flexión puede alcanzar los 140° de forma activa, de forma pasiva logra generar una flexión de hasta 160°

Extensión:

La Extensión en la rodilla consiste en alejar el extremo del miembro superior de su base, es decir, separar el talón del glúteo o la pantorrilla del cuádriceps femoral. La extensión llega a una angulación equivalente a cero, pero se presenta el estado de Hiperextensión en el que la rodilla supera los cero grados y logra extenderse entre 5° y 10° más. (Ver imagen)

Estos movimientos combinados y repetidos constantemente, intercalados entre pierna derecha e izquierda permiten que se realice la locomoción natural en el cuerpo humano.

Figura número 6. Flexión y extensión de la rodilla:



Fuente: www.dolorrodilla.com

3.6 Intervención Quirúrgica en la articulación de la Rodilla:

La Intervención quirúrgica en esta articulación se presenta cuando el daño o daños causados son irreparables por medio de reposo o terapias de cualquier tipo, principalmente se presentan en el caso de Rotura de ligamentos cualquiera que sea, rotura de meniscos, fractura de rótula, Desgaste de cartílagos o rotura de meniscos.

Artroscopia:

Es un tipo de Endoscopia realizado con un instrumento llamado Artroscopio, en este proceso se realiza una visualización de una articulación determinada, en este caso la rodilla. Después de aplicada una anestesia local o general; según el caso, se realiza la incisión de este instrumento tubular, este contiene una pequeña cámara que permite visualizar los daños en la rodilla, después de visualizados, el profesional de la salud hace nuevamente una incisión de pinzas o herramientas necesarias para reparar el daño presentado en la articulación.

Artroplastia:

Consiste en hacer un remplazo total de la rótula en el caso de encontrarse con daños irreversibles manifestados por dolor e inmovilidad en la articulación del paciente. El profesional de la salud abre los tejidos de la piel y retira la rótula y

cartílagos dañados, remplazándolos por partes de metal y polímeros plásticos respectivamente, el metal más utilizado en este tipo de procedimientos es el titanio debido a su compatibilidad con los tejidos del cuerpo humano.

Algunas actividades como correr o deportes de alto impacto deben ser suprimidos de las actividades realizadas por un paciente que fue sometido a este procedimiento quirúrgico, sin embargo esta cirugía permite la supresión del dolor y la recuperación total o parcial del movimiento articular.

3.7 La Rehabilitación de la Articulación de la Rodilla:

La rehabilitación de la rodilla tiene como objetivos: Estimular el flujo sanguíneo de la articulación, reducir hasta su totalidad la rigidez articular que aparece después de la inmovilización, prevenir atrofia y debilitamiento en los músculos implicados y reducir el dolor que la articulación pueda causar al paciente.

Después de realizada la intervención, que puede ir desde un diagnóstico hasta una intervención quirúrgica, se procede a generar el movimiento de la rodilla, es decir, comenzar a buscar los movimientos completos de flexión y extensión. En los procedimientos de terapia se procede primeramente con la terapia de movimiento pasivo, que fue explicado en el marco conceptual, después de lograr los resultados de movilidad y pérdida del dolor esperados con el movimiento pasivo, se da paso a la terapia activa, la cual cuenta con una serie de procedimientos para el caso de la articulación de la rodilla. Es decir, en el caso de necesitarse el movimiento pasivo, este se realiza únicamente antes de la terapia con movimiento activo, es así y nunca en orden invertido. En algunos casos, la lesión de la rodilla no necesita de terapia de movimiento pasivo.

En cualquiera de los casos; comenzando con terapia pasiva o pasando directamente a la activa, el paciente debe entender el protocolo del procedimiento, a su vez, este debe realizarse de forma progresiva, es decir, antes de realizar ejercicios con carga, el paciente debe contar con un movimiento articular completo eliminando por completo el dolor, la terapia con carga no puede realizarse si el paciente no ha superado los dos primeros pasos.

La terapia consiste en ejercicios estimulando los músculos que intervienen en la flexión (flexores) y los que intervienen en la extensión (extensores), al ser ejercicios estos deben ser realizados en series de determinadas repeticiones, siendo diez el número mínimo de repeticiones y treinta el número máximo, pueden ser sesiones de entre tres y cinco repeticiones, sin embargo el número de repeticiones va aumentando paulatinamente, es decir, si el paciente se encuentra en capacidad de realizar diez sin dolor o molestia, se puede pasar a hacer once, manteniendo la misma frecuencia se llega hasta treinta.⁶⁰

⁶⁰ Consultado en <http://www.dolorrodilla.com/rodilla/rehabilitacion-rodilla.php>.
Consultado el 4 de Junio de 2013.

Ya en la terapia activa la rehabilitación de rodilla se realiza en tres niveles, en los cuales el paciente debe ir avanzando de manera progresiva, estos niveles van aumentando según su complejidad. Aunque este trabajo está centrado en la rehabilitación de rodilla con Movimiento Pasivo, previa a la rehabilitación de manera activa, vale la pena mencionar algunos parámetros que de igual manera son tenidos en cuenta en la rehabilitación de manera activa.

En la terapia con Movimiento Pasivo, un agente externo realiza el movimiento por el paciente, como ya fue mostrado, mientras que en la terapia con movimiento activo, el paciente es capaz de realizar progresivamente sus movimientos logrando por sí mismo su fuerza y flexibilidad naturales hasta donde le sea posible.

En terapia activa el paciente busca realizar por sí mismo los siguientes movimientos básicos por medio de ejercicios que varían su complejidad y exigencia:

1. Extensión de cuádriceps
2. Semi-flexión de cuádriceps
3. Flexo-extensión de rodilla
4. Estiramientos isoquiotibiales decúbito
5. Estiramientos Isoquiotibiales de pie.

En cuanto a la cadena de cinética que se lleva a cabo en el movimiento con el fin de ejercitar cierta articulación, pueden categorizarse dos grupos; el primero lleva a cabo el movimiento mediante Cadena Cinética Abierta CCA y el segundo lleva a cabo el movimiento mediante Cadena Cinética Cerrada CCC. El movimiento articular mediante CCA permite un mayor rango de libertad de movimiento, haciendo que los músculos implicados trabajen de forma simple. En el movimiento articular generado mediante CCC, la articulación trabaja en un movimiento concentrado, haciendo que los músculos implicados trabajen de manera compleja y reaccionen más rápido al estímulo generado. En el caso de la rehabilitación de rodilla, como fue mencionado, el movimiento articular se puede generar de manera activa y de manera pasiva, siendo el movimiento activo el que trabaja mediante CCA y el pasivo el que trabaja como CCC. Las UMPC trabajan entonces generando movimiento mediante Cadena Cinética Cerrada CCC, haciendo notar así la diferencia que poseen con respecto a los movimientos rehabilitadores generados mediante terapia activa, por esa razón se trabaja con MPC de manera previa a las terapias con Movimiento Activo.

4. TRABAJO DE CAMPO:

Este trabajo se realizó mediante un adentramiento presencial prestadoras de servicios de rehabilitación privadas y públicas, dos y una respectivamente, en el caso de las privadas se tuvo acceso a las fundaciones 'IMPRONTA IPS' y 'CLINICA DE LA RODILLA', mientras que en el caso de la institución pública se accedió al Servicios Escuela de Rehabilitación Humana SERH de la Universidad del Valle situado en la sede de San Fernando, las tres instituciones están dentro de la ciudad de Santiago de Cali en Colombia.

En primera medida se buscó tener acceso a cifras o datos con el fin de establecer un porcentaje de determinada población que presentara alguna situación de lesión, de ese porcentaje lesionado, qué porcentaje hacía referencia a la situación de lesión en rodilla, sucesivamente; de las lesiones de rodilla, establecer los tipos de lesión, sus causas, sus intervenciones quirúrgicas o de otra clase, las edades de las personas lesionadas y su situación socioeconómica. Sin embargo el acceso a esta clase de datos es considerablemente remoto, teniendo en cuenta que los datos mencionados no son absolutamente cuantificables, y no existen entidades que regulen en Colombia estadísticas, cifras o datos de personas en situación de lesión, Las entidades 'IMPRONTA IPS' y 'CLINICA DE LA RODILLA', así como la dependencia de la Universidad del Valle, Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH fueron los organismos que a este proyecto concedieron una información limitada, pues a pesar de tener registros en algunos de los casos, su contenido es confidencial y de uso interno administrativo, aportar. Como fue mostrado en el capítulo referente al 'Marco Contextual' las entidades permitieron un acceso restringido a bases de datos de los años 2011 y 2012. En la totalidad de los casos la lesión y/o intervención en la rodilla son causadas por agentes que ya fueron mostrados como Esguinces, Lesiones de Menisco, lesiones de ligamentos; lateral interno, lateral externo, cruzado anterior y cruzado posterior, lesiones de tejidos blandos, tendinitis, luxaciones, lesiones rotulianas, causadas a su vez por agentes como artritis u osteoartritis, obesidad, Hemiplejías, Fracturas de Médula espinal, amputaciones, quemaduras, teniendo en cuenta que pueden ser debidos a traumas generados por accidentes, laborales y no laborales, o desgaste debido a la edad o enfermedades profesionales.

Debe tenerse en cuenta que el modelo de rehabilitación en Colombia funciona de la siguiente manera: Para el caso de los accidentes laborales o enfermedades profesionales, los colombianos cuentan con entidades ARP (Aseguradoras de Riesgos Profesionales) y para el caso de los accidentes no laborales o enfermedades no profesionales, los colombianos cuentan con EPS (Entidades

Promotoras de Salud) pertenecientes al POS (Plan obligatorio de Salud). En el caso de ser necesaria una intervención por medio de la rehabilitación; los pacientes son remitidos desde su ARP o EPS a una IPS (Institución Prestadora de Servicios). En ese orden de ideas, el paciente que presenta situación de lesión, es intervenido por profesionales de la salud en su la EPS que sostenga convenio con la ARP a la que se encuentra inscrito, mientras que es rehabilitado en las IPS (Ver capítulo 2, 'Marco Contextual'.)

Se procedió realizando una tabla descriptiva ilustrando las actividades llevadas a cabo en un día cotidiano de una persona en la cultura occidental y su relación con los movimientos de la rodilla, en ese caso las actividades hacen referencia al autocuidado, desplazamiento y trabajo.

La tabla descriptiva permitió establecer patrones en los que se busca comparar los movimientos requeridos en las actividades en una persona sin lesión y una persona en esta situación, que puede ser post o preoperatoria o en proceso evolutivo de rehabilitación. Procediendo con el siguiente paso; se desarrolló un método de evaluación teniendo como objetivo establecer una evaluación del nivel de independencia que puede presentar una persona lesionada de su rodilla, una persona quemada o con amputación de miembro inferior en una altura inferior a la articulación de la rodilla, esto a su vez tiene como objetivo tomar decisiones en cuanto a la propuesta de diseño en lo que a su función de usabilidad y pertinencia respectan.

4.1 Movimientos utilizados en las Actividades de la Vida Diaria:

Por medio de una matriz descriptiva se puede ilustrar un listado de actividades cotidianas básicas principales y los movimientos articulares que la rodilla realiza en cada caso, luego se procede a establecer el nivel de independencia que permite mostrar al lector una comparación y evaluación en la independencia haciendo una comparación entre una persona en estado habitual y una en situación de lesión, a su vez; en el caso de encontrarse lesionado o en una situación que requiera terapia de Movimiento Pasivo, se establece el nivel de independencia en cada actividad que requiere el respaldo de la articulación de la rodilla.

Como ya fue mostrado, la CIF establece tres grandes grupos de actividades

relacionadas con el autocuidado, estas son *Higiene Personal*, *Vestirse* y *Alimentarse*, sin embargo, como fue ilustrado también, la articulación de la rodilla respalda los movimientos de la persona en lo que al autocuidado se refiere y al *desplazamiento*, por lo que también fue incluido en la matriz descriptiva, además se le sumaron los movimientos pertinentes al desplazamiento hasta el sitio de trabajo y su postura en el mismo, la importancia de estos últimos se estableció en la práctica del trabajo de campo, pues son actividades en las que se presentan mayores niveles de desequilibrio y dependencia en el caso de personas lesionadas. Es pertinente hacerlo de esa manera, ya que en la matriz pretende ilustrarse las situaciones concretas en la realización de actividades en que puede verse afectado el normal funcionar cuando una persona se encuentra en una situación diferente a la habitual, es decir, una situación de lesión. Aunque en el caso de la clasificación de la CIF estas tres actividades están compuestas a su vez por seis actividades cada una, haciendo que en total sean dieciocho, estas sub-actividades están relacionadas con la función que cumplen los miembros superiores, por lo que se tendrán en cuenta los grandes grupos de actividades centrados en la tarea del miembro inferior, específicamente la rodilla. En la matriz que se mostrará a continuación, se mostrarán veintisiete movimientos relacionados con la articulación de la rodilla en el diario vivir, aunque los movimientos son frecuentemente repetidos, la situación en la que se hace necesarios varía según la actividad a realizar.

Los movimientos más repetidos en las actividades básicas principales son los de flexión y extensión, teniendo en cuenta que las rotaciones interna y externa se dan en la rodilla solo cuando esta está flexionada en un ángulo igual o mayor al de 90°.

Matriz 1. Actividades diarias en las que interviene la articulación de la Rodilla.

	ACTIVIDADES DIARIAS	MOVIMIENTOS DE RODILLA			
		FLEXIÓN	EXTENSIÓN	R. INTERNA	R. EXTERNA
DESPERTAR	Sentarse en cama	X			
	Levantarse de cama		X		
DESPLAZARSE	Desplazamiento	X	X		
USO DE INODORO	Sentarse	X			
	Levantarse		X		
DUCHA	Agacharse	X			
	Levantarse		X		
VESTIRSE	Ropa interior	X	X	X	X
	Prenda inferior de vesti	X	X	X	X
	Calcetines	X	X		
	Zapatos	X	X		
SALIR DE CASA	Bajar-subir Gradas.	X	X		
TRANSPORTE MOTORIZADO	Sentarse	X		X	X
	Levantarse		X		
LUGAR DE TRABAJO	Sentarse	X			
	Levantarse		X		
ALIMENTACIÓN	Sentarse	X			
	Levantarse		X		
DESVESTIRSE	Zapatos	X	X		
	Calcetines	X	X		
	Prenda inferior de vesti	X	X	X	X
	Ropa interior	X	X	X	X
ACOSTARSE	Sentarse en cama	X			
	Acostarse en cama		X		

Fuente: Autor.

La población objetivo e este proyecto son habitantes del suroccidente colombiano, comprendido por los departamentos de Valle del Cauca, Cauca y Nariño, sin distinción socioeconómica, es decir, pertenecientes a los estratos 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de la estratificación colombiana, en edades entre 18 y 80 años que precisen una rehabilitación de rodilla por medio de terapia de Movimiento Pasivo previa a la terapia con Movimiento Activo. Esta necesidad puede ser ocasionada gracias a intervenciones quirúrgicas o lesiones sin intervención quirúrgica.

Las actividades referentes al desplazamiento hasta el lugar del trabajo y el sentarse en el lugar de trabajo fueron implementadas con base en las estructuras de evaluación planteadas por el Modelo Barthel y el Modelo FIM (Functional Independence Measure) que serán expuestos a continuación.

4.2 Estructura de Evaluación de Independencia en la Rehabilitación Humana.

Como fue expuesto en el marco conceptual, el objetivo principal de la rehabilitación de lesiones o discapacidades es lograr que el paciente adquiera el nivel de independencia deseado en mayor medida posible, en el caso de personas lesionadas, recuperar la movilidad de sus órganos que le permiten desenvolverse de manera independiente, en el caso de personas en situación de discapacidad, velar porque progresivamente adquieran un nivel de independencia de sus familiares o personas cercanas. Cabe aclarar que aunque este proyecto está centrado en personas en situación de lesión y no de discapacidad, los conceptos generales y tratamientos están estrechamente ligados, principalmente cuando se habla del término 'Rehabilitación'.

El *Índice de Barthel* es una estructura de evaluación que propone diez grandes grupos de actividades diarias en una persona, según el grado y tiempo de ayuda requeridos se establece una calificación que va de 0 a 100, en donde sumados los diez grupos de actividades, 0 es el menor grado de independencia y 100 el mayor. Cada grupo de Actividades es calificado en cifras que van de cero (0) a quince (15) y dependiendo del grupo de actividades, algunas llegan hasta diez (10) y otras hasta cinco (5).⁶¹ Este índice tiene en cuenta el factor de seguridad personal en el paciente, en el caso de necesitar siquiera la presencia de otra persona para realizar las actividades ilustradas, el puntaje disminuirá y no será el de mayor escala. Otro factor a tener en cuenta es el del ambiente proporcionado a la persona sometida a evaluación, pues este índice tiene en cuenta las adaptaciones que pudieron ser insertadas para contribuir en el desempeño de actividades del paciente.

Los diez grupos de actividades propuestas en el *índice de Barthel*, aparecen como 'Necesidades básicas' en la vida de una persona, estas diez actividades

⁶¹ Claudia Barrero Solís. "ÍNDICE DE BARTHEL: UN INSTRUMENTO ESENCIAL PARA LA EVALUACIÓN FUNCIONAL Y LA REHABILITACIÓN". Nuevos Horizontes. 2005.

serán tenidas en cuenta más adelante para entrar a calificar el nivel de independencia en la matriz de actividades que ya fue expuesta.

1. Comer:

En este sentido, Índice de Barthel tiene evalúa si el paciente necesita ayuda para cortar alimentos, extender condimentos o puede hacerlo sin necesitar ayuda de otras personas. 0,5 y 10 son las calificaciones respectivas.

2. Trasladarse entre la silla y la cama:

En este sentido los niveles en que puede encontrarse el paciente son: no puede mantenerse sentado, necesita ayuda de personas entrenadas para mantenerse sentado, necesita alguna ayuda o verbal, o puede hacerlo completamente solo. Los puntajes respectivos son 0, 5, 10 y 15.

3. Aseo Personal:

Se asigna un puntaje de 0 si el paciente requiere algún tipo de ayuda con el aseo personal y 5 si puede asearse el rostro, las manos, afeitarse, lavarse los dientes y peinarse por sí mismo.

4. Uso del retrete:

Según si el paciente necesita total ayuda, ayuda parcial o ningún tipo de ayuda para sentarse en el retrete se asigna un puntaje de 0. 5 o 10.

5. Bañarse o ducharse:

0 o 5 son los puntajes para este grupo de actividades, se otorgan respectivamente si el paciente necesita algún tipo de ayuda o es capaz de hacerlo por sí mismo.

6. Desplazarse:

Se califica con un puntaje de 0 al individuo que permanece inmóvil, 5 al paciente independiente de una silla de ruedas en 50 metros, 10 al paciente que es capaz de moverse con ayuda parcial física o verbal de otra persona y 15 si es independiente 50 metros con cualquier tipo de muleta o aditamento, excepto un caminador.

7. Subir y bajar escaleras:

En este ítem aparecen tres estados, uno en donde el paciente es incapaz de subir o bajar escaleras, otro en donde necesita algún tipo de ayuda que puede ser física o verbal y un último estado en donde puede subir y bajar por sí mismo sin ayudas. Los puntajes respectivos son de 0, 5 y 10.

8. Vestirse y Desvestirse:

0, 5 y 10 respectivamente si el paciente es totalmente dependiente de otra persona para realizar estas actividades, si necesita ayuda parcial o si

puede hacerlo de manera independiente.

9. **Control de Heces:**

Se le otorga 0 al paciente que presenta incontinencia, 5 al que presenta un máximo de un accidente por semana y 10 al paciente que lo pueda controlar en su totalidad.

10. **Control de la Orina:**

Al paciente incontinente se le otorga un puntaje de 0, al que presente un accidente al día un puntaje de 5 y al que sea capaz de contenerse durante siete días como mínimo, se le otorga un puntaje de 10.⁶²

Como puede observarse, en el *Índice de Barthel* muestra variaciones en cada ítem, debido a que cada uno tiene una escala distinta de niveles de ayuda, así entonces el objetivo buscado es que la calificación total de las actividades alcance el máximo de 100, en la medida en que más se aproxime a ese puntaje, mayor será el grado de independencia y viceversa. Otra observación que puede hacerse, es que algunas actividades están relacionadas directamente con el movimiento de la rodilla, otras de manera parcial y otras no tienen alguna relación. En ese orden de ideas, las actividades correspondientes a **Trasladarse de la silla a la cama, uso del retrete, ducharse, desplazarse, subir y bajar escaleras y vestirse o desvestirse** son los grupos de actividades directamente relacionados con los movimientos de la rodilla. **Control de Heces y Control de Orina** los que serían parcialmente relacionados y **Comer o Aseo Personal** las que no tienen ninguna relación según la estructura propuesta por el *Índice de Barthel*.

El *Functional Independence Measure* FIM es un modelo estructural basado de evaluación de independencia basado en el *Índice de Barthel*, sin embargo hace un cambio en el número de actividades, sus puntuaciones y adiciona dos condiciones más que serán expuestas.

El sistema de medida de FIM cuantifica el grado de independencia que el paciente presenta en un momento específico de su proceso de recuperación, puede ser por discapacidad o lesión, así permite evaluar los cambios que se van dando en el proceso de rehabilitación.⁶³ En este modelo se puede medir en cifras de porcentajes el nivel de ayuda requerido por parte del paciente en situación

⁶² Claudia Barrero Solís. "ÍNDICE DE BARTHEL: UN INSTRUMENTO ESENCIAL PARA LA EVALUACIÓN FUNCIONAL Y LA REHABILITACIÓN". Nuevos Horizontes. 2005.

⁶³ Carlo Paolinelli. Pilar González. "INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LA DISCAPACIDAD EN REHABILITACIÓN. ESTUDIO DE CONFIABILIDAD Y EXPERIENCIA CLÍNICA CON EL USO DEL FUNCTIONAL INDEPENDENCE MEASURE". Revista Médica de Chile. Santiago de Chile, Chile. 2001.

de discapacidad, que puede ser total o parcial, así el modelo FIM establece seis (6) grupos de actividades, en cada grupo están expuestos los subgrupos que los conforman.

Los grupos de actividades planteados por FIM son:

1. Autocuidado:

Este grupo se compone por los subgrupos: *alimentación, aseo Menor, aseo mayor, vestuario de cuerpo superior, vestuario de cuerpo inferior y aseo perineal.*

2. Control Esfinteriano:

Compuesta por *manejo vesical y manejo intestinal.*

3. Transferencias:

Conformado por *desplazamiento cama- silla, WC (baño) y ducha o bañera.*

4. Locomoción:

Compuesta por *Marcha/Movimiento en Silla de Ruedas y desplazamiento en Escaleras.*

5. Comunicación:

Conformado por *comprensión y expresión.*

6. Cognición Social:

Compuesta por *interacción social, solución de problemas, capacidad de concentración y memoria.*

Como puede observarse, este modelo no solo tiene en cuenta las actividades referentes al control motor del cuerpo que habían sido tenidos en cuenta en el *Índice de Barthel*, sino también dos nuevas condiciones que pertenecen al control cognitivo del paciente.

El Modelo FIM propone siete (7) niveles de funcionalidad basados en los porcentajes de independencia en donde pueda ubicarse el paciente, entonces cuando el paciente muestra un porcentaje de 100 en su independencia se encuentra en el nivel 'Sin Ayuda', si tiene un 90% de independencia se encuentra en el nivel 'Independencia Modificada', en un 80% 'Dependencia Modificada', 75% 'Asistencia Mínima', 50% 'Asistencia Moderada' y 25% 'Dependencia Completa'.⁶⁴

Este modelo carece de precisión pues los puntajes y porcentajes pueden llegar a ser asignados de manera subjetiva en algún momento, siendo muy difícil contar con un nivel de estandarización. Sin embargo es prudente hacer una exposición acerca de las estructuras de evaluación en discapacidad, lesión y rehabilitación, pues basado en estas y con criterios más cercanos a la lesión y rehabilitación de rodilla, se procede a realizar una estructura para este proyecto.

Evaluación de Independencia en la Actividad de Lavado del cuerpo:

⁶⁴ Ibíd.

Siguiendo una base centrada en los sistemas de *Barthel* y de FIM que fueron expuestos, se procedió a realizar una matriz de veinticuatro (24) ítems relacionados con las actividades básicas referentes al movimiento de la articulación de la rodilla en el miembro inferior realizadas dentro del hogar y en un posible desplazamiento al lugar de trabajo. El desplazamiento externo por medio de vehículos puede ser considerado también si se asume que el paciente debe salir de casa para realizar su proceso de rehabilitación, así mismo las actividades fueron tenidas en cuenta dentro de once (11) 'grupos de actividades' Las actividades tenidas en cuenta en la matriz desarrollada fueron:

Grupo 1, actividades que intervienen en 'Despertar':

1. Sentarse en cama
2. Levantarse de Cama.

Grupo 2, actividades que intervienen en 'Desplazarse':

3. Desplazamiento.

Grupo 3, Actividades que intervienen en el 'Uso de retrete':

4. Sentarse.
5. Levantarse.

Grupo 4, Actividades que intervienen en 'Ducha o bañera':

6. Agacharse.
7. Levantarse.

Grupo 5, Actividades que intervienen en el 'Vestirse', Básicamente poner las prendas referentes a:

8. Ropa interior
9. Prenda Inferior de Vestir
10. Calcetines
11. Zapatos.

Grupo 6, Actividades que intervienen en el 'Salir de Casa':

12. Bajar o subir gradas o escalas.

Grupo 7, Actividades asociadas con el 'Transporte' y el sentarse dentro de este:

13. Sentarse.
14. Levantarse.

Grupo 8, Actividades asociadas con el disponerse a laborar en el 'Lugar de Trabajo':

15. Sentarse
16. Levantarse.

Grupo 9, Actividades asociadas con la 'Alimentación':

17. Sentarse.

18. Levantarse.

Grupo 10, Actividades asociadas con el 'Desvestirse', básicamente consiste en retirar del cuerpo las prendas referentes a:

- 19. Zapatos.
- 20. Calcetines.
- 21. Prenda inferior de vestir.
- 22. Ropa interior.

Grupo 10, Actividades asociadas al 'Dormir':

- 23. Sentarse en Cama.
- 24. Acostarse en cama.

A cada una de las 24 actividades se le asigna una puntuación que va de 0 a 100, siendo posibles únicamente tres (3) calificaciones: 0 si es totalmente dependiente y necesita de otras personas para realizar dicha actividad. 50 si es medianamente dependiente, es decir, necesita de ayudas de adaptaciones del ambiente o de terceras personas para realizar la tarea específica, sin embargo debe tenerse en cuenta que la ayuda en ese caso es parcial. Por último, se asigna un puntaje de 100 si la persona es capaz de realizar la actividad completamente sola sin ningún tipo de ayuda externa. Al final se deberá sacar un porcentaje total que se adquiere de sumar los resultados de las 24 casillas, dividirlos por 24 y multiplicarlos por 100. $(X/24) \cdot (100)$. Con esta operación se establecerá un porcentaje total de independencia en donde 100 es el más alto y 0 el más bajo, es decir, que con un puntaje de 100 se determina un nivel de Independencia total y con uno de 0 de Dependencia total. A pesar de ser diferente al modelo planteado por la FIM, se sugiere la misma discriminación en cuanto a porcentajes, en donde 100% equivale a Independencia 'Sin Ayuda', 90% a 'Independencia Modificada', 80% a 'Dependencia Modificada', 75% a 'Asistencia Mínima', 50% a 'Asistencia Moderada' y 25% 'Dependencia Completa'. Ver *tabla 1*.

TABLA 1. PUNTAJE Y PONDERACIÓN DE NIVEL DE INDEPENDENCIA (MATRIZ DE EVALUACIÓN)

MATRIZ EVAL.	ACTIVIDADES DIARIAS	PUNTAJE
DESPERTAR	Sentarse en cama	100
	Levantarse de cama	100
DESPLAZARSE	Desplazamiento	100
USO DE INODORO	Sentarse	100
	Levantarse	100
DUCHA	Agacharse	100
	Levantarse	100
VESTIRSE	Ropa interior	100
	Prenda inferior de vesti	100
	Calcetines	100
	Zapatos	100
SALIR DE CASA	Bajar-subir Gradass.	100
TRANSPORTE	Sentarse	100
	Levantarse	100
LUGAR DE TRABAJO	Sentarse	100
	Levantarse	100
ALIMENTACIÓN	Sentarse	100
	Levantarse	100
DESVESTIRSE	Zapatos	100
	Calcetines	100
	Prenda inferior de vesti	100
	Ropa interior	100
ACOSTARSE	Sentarse en cama	100
	Acostarse en cama	100
	INDEPENDENCIA %	100*

Fuente: Autor.

*Todos los ítems tenidos en cuenta en la Matriz de Evaluación de Independencia tendrán el mismo valor en cuanto a ponderación de porcentaje. El porcentaje final será el promedio obtenido de la suma de todos los ítems.

Además del nivel de independencia de la persona en evaluación, se puede evaluar también la participación de terceras personas en la realización de actividades de las personas en situación de lesión. El método que será puesto en práctica no pretende discriminar posibles ayudas técnicas que utilice la persona afectada en determinado momento.

4.3 Entrevistas:

Después de desarrollar el método de evaluación referente a las actividades relacionadas con el movimiento de la rodilla, 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 # *Formato Entrevista para evaluación de independencia*). La configuración de este formato de entrevista tiene como objetivo establecer si la persona entrevistada requiere algún tipo de ayuda por parte de terceras personas o de objetos o adaptaciones ambientales específicas para desarrollar las actividades básicas planteadas.

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.

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.

4.4 Descripción de usuarios entrevistados:

Se seleccionaron personas con afecciones ocasionadas por lesión de rodilla de diferentes oficios y edades, los cuales necesitaron rehabilitación por medio de Movimiento Pasivo Continuo previa a la entrevista o posterior a la misma. En la búsqueda de personas con esta característica se seleccionaron centros como 'Clínica de la Rodilla IPS', 'Centro de Ortopedia y Fractura IPS' y un caso aislado de una persona que fue rehabilitada dieciocho (18) años antes de realizado este proyecto, sin embargo su experiencia y situaciones expuestas tienen un nivel alto de pertinencia en este proyecto.

Tres de los cuatro casos principales responden al orden de personas en edad

adulta productiva que se encontraban trabajando en el momento de su lesión y posterior rehabilitación, se pretende hacer mención a las implicaciones sociales y económicas a las que puede conllevar una situación de lesión en cada caso y aunque cada caso es diferente y particular, se buscó también una variedad de géneros, edades y situaciones.

INDIVIDUO 1: Teresa Alejandra Gutiérrez Sierra.

Edad Actual: 52 años, ocupación: gerente Administrativo. Vive con su Esposo y tres de sus hijos, aporta significativamente en el sostenimiento de su hogar. Ciudad de residencia: Cali, Colombia.

En la situación concreta estudiada, Teresa se encontraba en una edad de 34 años, edad en que fue intervenida por medio de una Artroscopia, donde posteriormente se realizó alineación de rótula y remplazo de meniscos.

Este usuario ha vivido un proceso bastante particular a lo largo de su vida con respecto a su rodilla izquierda. Todo comenzó cuando Teresa tenía nueve años, un 25 de Diciembre ella usaba los patines que de Navidad habían regalado a su prima, en ese momento ella enredó su patín en una tapa de alcantarilla, por lo que tubo una lesión conocida como 'Desviación de Rótula'. Teniendo en cuenta que este accidente ocurrió en el año de 1969, para ese momento no se contaba con un proceso de Artroscopia en donde se pudiera verificar el daño concreto de la rodilla en una pantalla y proceder a hacer los arreglos pertinentes en los daños. Por esa razón, esta razón esta paciente fue inmovilizada y durante los primero 8 meses llevo a cabo un proceso en el que extraían el líquido sinovial de su rodilla y lo insertaban nuevamente con la intención de que esta mantuviera su crecimiento. Al tener pocos resultados, Teresa fue inmersa en un proceso en el que se inmovilizó su miembro inferior izquierdo por tres (3) años, en donde cada tres o cuatro semanas se hacía un cambio de yeso, pero siempre manteniendo el miembro inmóvil con el fin de hacer que la rótula recuperara su posición natural. Pasados tres años, cuando fue retirado totalmente el yeso y Teresa volvió a su estado Natural, se encontró ante una situación de atrofia muscular, en donde la pierna derecha había crecido casi tres centímetros (3cm) más que la izquierda que se encontraba inmóvil, ante esta situación y tras tres años de no caminar, la paciente tuvo que aprender nuevamente a caminar sobre cuatro puntos de apoyo y posteriormente a caminar en dos. Inmediatamente, comenzó un proceso de terapia activa que duró casi tres años más, haciendo sesiones de rehabilitación tres (3) o cuatro (4) veces por semana. Durante estos seis años y aunque en un proceso mutable; Teresa contaba con un nivel de independencia

de Cero (0) pues para ir a estudiar por ejemplo, el conductor de la ruta escolar era quien debía llevar a Teresa a su aula de clases. Pasado el tiempo Teresa vivió un proceso normal, sin mayores complicaciones en su rodilla, por lo que vivió una adolescencia y adultez temprana sin inconvenientes al respecto. Sin embargo, tanto médicos como paciente eran conscientes de que la rodilla podía presentar inconvenientes en el futuro, pues aunque no presentara molestias, la rótula seguía desviada en una mínima proporción, haciendo que se dislocara frecuentemente, situación sobre la cual Teresa tenía control.

A los 34 años, con la llegada de su segunda hija a su vida, las complicaciones aparecieron, vivió un episodio en el que sosteniendo en brazos a su hija cayó al piso en la calle, debido a la nueva desalineación de rótula, esta vez de manera más severa. Teresa presentaba nuevamente una desviación gracias a una artrosis generada únicamente en esa zona del cuerpo causando afecciones en su rodilla, esto había sido generado por el proceso que la rodilla había vivido previamente. Para ese momento (año de 1995) ya se contaba con un proceso de Artroscopia, proceso por medio del cual ella fue intervenida. En ese momento se le practicó una cirugía, acomodando rótula y haciendo remplazo de ligamentos, que habían estado desgastados por el proceso que había vivido la rodilla, la rótula fue puesta en su lugar por medio de clavos de Titanio. En ese momento, el médico encargado asignó a Teresa una terapia activa, sin proceso de Terapia pasiva previo, Gracias a eso, Teresa solo alcanzó por dos años, una flexión de 25°, obligándola a caminar ayudada con muletas en todo el proceso. En ese momento, como será mostrado en su respectiva tabla calificadora, Teresa contaba con un nivel de independencia nulo, pues dependía totalmente de sus familiares, tanto así, que al estar imposibilitada para subir y bajar escaleras, su esposo vendió el apartamento en que se encontraban viviendo en ese momento y compró uno nuevo en donde ella no tuviera que subir o bajar gradas, para bañarse, debía hacerlo siempre sentada en el patio de la casa de su mamá, pues en una ducha era imposible bañarse con o sin asistencia de terceros. Pasados dos años en los que se practicó repetidas sesiones de Fisioterapia, la paciente mantenía su dificultad en la movilidad y solo lograba; como fue mencionado, una movilidad de Flexión de 25°, después de un análisis, el profesional de la salud encargado en ese momento, estableció que su proceso había fracasado por no practicar terapia de MPC previa a la terapia activa. Dos años más tarde (1997), momento en el que Teresa tenía 36 años, fue intervenida nuevamente, remplazando nuevamente sus meniscos y reacomodando su rótula, esta vez bajo la orden explícita de ser intervenida con Terapia de Movimiento Pasivo Continuo MPC previa a la terapia de movimiento activo. En ese caso, la EPS cuya sede era la Clínica de los Remedios de Cali, veló por el proceso completo de recuperación

de Teresa, haciendo que a su casa fuera llevada una UMPC y se practicara el proceso de Terapia, acompañada por un profesional de la rehabilitación. En ese caso, Teresa vivió un proceso de Terapia de seis (6) días en donde las horas que estuvo despierta, fue tratada con el movimiento de la Unidad, es decir, durante seis jornadas continuas, Teresa fue sometida a terapia de MPC por medio de una UMPC antes de ser asistida y rehabilitada por medio de la terapia activa. Fue gracias a la UMPC que Teresa tuvo un proceso evolutivo exitoso. Cuatro años más tarde, fue intervenida nuevamente, esta vez para extraer los clavos que sostenían la rótula. Actualmente, Teresa mantiene su condición sin dolor o molestias, previene posibles daños a su rodilla con la Práctica de Gimnasia Yoga.

Su matriz de independencia, calificando el proceso vivido en la primera intervención quirúrgica arrojó los siguientes resultados cuantitativos: Ver *tabla 2*.

**TABLA 2. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE INDEPENDENCIA DE USUARIO 1.
TERESA A. GUTIERREZ SIERRA.**

TERESA GUTIERREZ	ACTIVIDADES DIARIAS	PUNTAJE
DESPERTAR	Sentarse en cama	50
	Levantarse de cama	0
DESPLAZARSE	Desplazamiento	50
USO DE INODORO	Sentarse	50
	Levantarse	50
DUCHA	Agacharse	0
	Levantarse	0
VESTIRSE	Ropa interior	0
	Prenda inferior de vesti	0
	Calcetines	0
	Zapatos	0
SALIR DE CASA	Bajar-subir Gradas.	0
TRANSPORTE	Sentarse	50
	Levantarse	50
LUGAR DE TRABAJO	Sentarse	50
	Levantarse	50
ALIMENTACIÓN	Sentarse	50
	Levantarse	50
DESVESTIRSE	Zapatos	0
	Calcetines	0
	Prenda inferior de vesti	0
	Ropa interior	0
ACOSTARSE	Sentarse en cama	50
	Acostarse en cama	50
	INDEPENDENCIA %	25

Fuente: Autor.

Resultados:

Teresa tenía un grado de 25 porciento de independencia, durante su proceso caminó todo el tiempo con muletas, necesitaba siempre de ayudas para terceros, era imposible para ella bajar o subir escalas, por lo cual, ere totalmente dependiente de sus familiares y terceras personas, mencionando también que

durante este proceso Teresa solo logró flexionar su rodilla en un máximo de 25° y que esta situación negativa en el proceso evolutivo se dio por la no intervención terapéutica con MPC.

INDIVIDUO 2: Arcecio Meneses Soto.

Edad: 53 años. Ocupación: maestro de obras en construcción. Vive con tres personas más; su esposa, sus dos hijas e hijastro. Es quien está al frente del sostenimiento de su hogar, su esposa es ama de casa. Ciudad de residencia: Timbiquí, Cauca, Colombia.

Ha desempeñado diferentes labores como como las de carguero de materiales, ayudante de construcción y maestro de obras en diferentes proyectos de construcción realizados en Timbiquí.

Su situación Particular: Rotura de Ligamento Cruzado Posterior en miembro inferior derecho.

Este paciente sufrió una fractura de ligamento cruzado posterior causada por un accidente en una de las construcciones, al estar sin estabilidad una de las escaleras utilizadas, él resbaló golpeando su rodilla contra el suelo haciendo que se produjese la fractura y otras lesiones en mano, hombro y rostro. Los tejidos cartilaginosos de la rodilla y el ligamento que fue lesionado presentaban un desgaste por la edad, el trauma que generó la rotura al parecer fue únicamente el detonante. Gracias a las garantías ofrecidas por el proyecto en el cual se encontraba laborando en ese momento, Don Arce pudo ser intervenido mediante una cirugía de remplazo de ligamento y cartílagos. Este procedimiento procuraba la recuperación parcial del movimiento de su rodilla derecha. Por orden del cirujano que realizó la intervención quirúrgica, el señor Arcecio debe realizar terapia de MPC previa a la terapia de movimiento activo. Dos días después de realizada la intervención quirúrgica, el paciente puede flexionar su rodilla en un máximo de 10°, haciendo que la movilidad sea inexistente, en el momento de esta entrevista esperaba para tener su primera sesión de terapia, esta sería realizada al día siguiente.

La situación actual de Arce debe ser mirado con detenimiento. Actualmente se encuentra en la ciudad de Cali, a la que fue llevado para ser intervenido quirúrgicamente en la Clinica de Occidente, pues esta era la que sostenía el contrato con la ARP a la que se encontraba afiliado por medio del trabajo. Dos días después del accidente, Don Arce debió ser trasladado hasta Cali por vía aérea, pues era necesario llegar lo más pronto posible a esta ciudad, por ser la ciudad principal más cercana, que cuenta con profesionales expertos en esta

área. Por esa misma razón dejó de ser intervenido en la ciudad de Buenaventura, Departamento del Valle del Cauca Colombiano, que es la ciudad intermedia más cercana debido a que esta no cuenta con profesionales especializados en Traumatología de rodilla. La compañía donde se encontraba laborando, accedió a trasladarlo hasta Cali por vía aérea, sin embargo, le especificaron que no van a responder por un viaje de regreso, además de eso, las sesiones de terapia activa y pasiva serán reconocidas por la ARP, pero el mantenimiento de Don Arce en Cali, no lo será. Aún está por definirse si posterior a la terapia pasiva realizada en Cali; la terapia activa se podría realizar en un centro de rehabilitación de Timbiquí. Debe mencionarse que la terapia de MPC en Cali será realizada en el 'Centro de Ortopedia y Fractura IPS' de Cali, pues en Timbiquí no se cuenta con lugares específicos que cuenten con este tipo de equipamientos. Por otro lado, el traslado desde Cali hasta Timbiquí por vía terrestre y marítima implica una inversión en Tiempo de nueve (9) horas en promedio, desde Cali hasta Buenaventura son dos horas y treinta minutos (2:30') en promedio, en Buenaventura debe abordarse un transporte marítimo, en ese trasporte la inversión de tiempo es de seis horas y medio (6:30') en promedio, teniendo en cuenta que dicho transporte marítimo solo funciona dos veces en el día, una en la mañana y otra después del medio día. El costo del pasaje de Cali a Buenaventura equivale en moneda colombiana a \$25.000 (Veinticinco mil pesos) (USD \$13,5), el pasaje de Buenaventura a Timbiquí tiene un costo de \$100.000 (cien mil pesos en moneda colombiana) (USD \$55). Es decir, el costo del desplazamiento equivale a \$125.000 pesos en moneda colombiana, sin tener en cuenta los días que el paciente permanece en la ciudad de Cali, pues su ARP vela por los gastos de cirugía y rehabilitación, pero no de alimentación o transporte. Don Arce fue dado de alta en la clínica donde fue intervenido, sin embargo por la característica de su rehabilitación debe ser asistido por medio de Movimiento Pasivo Continuo en Cali, situación por la cual, el costo de su alojamiento, transporte y comida deben salir también del bolsillo de Don Arce. El paciente estima gastar un total de \$400.000 (cuatrocientos mil pesos en moneda colombiana). Sin embargo no tiene seguridad sobre si con ese dinero pueda vivir y realizar los gastos pertinentes en la ciudad de Cali.

El paciente fue trasladado hasta la ciudad de Cali sin su familia, por lo que hasta el momento ha dependido de los profesionales de la salud encargados en la clínica donde fue operado, sin embargo, su esposa e hijo llegaron hasta la ciudad de Cali para darle apoyo en su situación de lesión, es decir, el monto mencionado anteriormente se triplica. Un estimado que el paciente tiene es de \$1'000.000 (un millón de pesos en moneda colombiana), en donde entran viáticos y transporte de las tres personas. El desplazamiento de su familia a Cali no sería

necesario de no ser por su situación de salud. En paralelo con la situación de económica de Don Arce, aparece su situación de dependencia, la recuperación de intervención en ligamento cruzado posterior implica una intervención en casi todas las actividades básicas que fueron expuestas, pues la rodilla debe permanecer inmóvil.

Matriz de Evaluación de Independencia: Ver tabla 3.

TABLA 3. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE INDEPENDENCIA DE USUARIO 2. ARCECIO MENESES SOTO.

ARCECIO MENESE	ACTIVIDADES DIARIAS	PUNTAJE
DESPERTAR	Sentarse en cama	50
	Levantarse de cama	50
DESPLAZARSE	Desplazamiento	50
USO DE INODORO	Sentarse	50
	Levantarse	50
DUCHA	Agacharse	0
	Levantarse	0
VESTIRSE	Ropa interior	50
	Prenda inferior de vesti	50
	Calcetines	50
	Zapatos	50
SALIR DE CASA	Bajar-subir Gradas.	0
TRANSPORTE	Sentarse	50
	Levantarse	50
LUGAR DE TRABAJO	Sentarse	50
	Levantarse	50
ALIMENTACIÓN	Sentarse	50
	Levantarse	50
DESVESTIRSE	Zapatos	50
	Calcetines	50
	Prenda inferior de vesti	50
	Ropa interior	50
ACOSTARSE	Sentarse en cama	50
	Acostarse en cama	50
	INDEPENDENCIA %	43,75

Fuente: Autor.

Resultados:

Según la categoría basada en porcentajes de la FIM, Don Arce se encuentra cercano a la situación 'Asistencia moderada'. El paciente o Usuario Don Arce Meneses depende de su esposa e hijo para ser transportado, una situación a la que está sometido durante los seis días que se prevé durará su rehabilitación con movimiento Pasivo Continuo. Donde mayor inconveniente presenta es en la ducha, debe ser ayudado por su esposa, sentado en una silla y bañado por ella.

Posterior a la rehabilitación pasiva, Don Arce deberá poner en riesgo la salud de su rodilla en el desplazamiento hasta Timbiquí, pues el movimiento en la lancha que llega hasta ese municipio es bastante extenso y denso, debe tener precauciones muy considerables para no sufrir daños en la articulación que ya fue intervenida.

INDIVIDUO 3: Manuel Hurtado Mafla.

Edad actual: 19 años, ocupación: futbolista. Vive solo, su familia vive en un Cerritos, Risaralda, Colombia, a pesar de su distancia, él ayuda a su madre con el mantenimiento de su hogar. Ciudad de residencia: Cali, Colombia.

Para el caso de estudio, Manuel fue intervenido debido a una rotura de ligamento cruzado anterior. La lesión fue causada por un mal movimiento en un cobro de tiro libre, él es diestro, el miembro afectado fue el derecho.

Manuel se encuentra en una situación que al igual que las anteriores, debe examinarse con detenimiento. Manuel es futbolista de tiempo completo, desde los 14 años ha jugado en las divisiones inferiores del equipo Deportivo Cali, que juega como su nombre lo indica; en la ciudad de Cali. En esa institución deportiva Manuel comenzó a tener un desarrollo progresivo, lo que le haría más adelante jugar a manera de préstamo en el equipo Unión Magdalena de Santa Marta. En febrero de 2013 Manuel tuvo la lesión y tres días. Por esta razón fue trasladado a la ciudad de Cali donde fue intervenido quirúrgicamente. Después de realizar su cirugía fue sometido a terapia de Movimiento Pasivo Continuo por tres (3) días y posteriormente pasó a ser intervenido por medio de la rehabilitación de movimiento activo. Actualmente (dos meses después de la rehabilitación) se encuentra realizando aún terapia de movimiento activo y camina aún ayudado con muletas, tanto la terapia pasiva como la activa han sido realizadas en la 'Clínica de la Rodilla', PIS de la ciudad de Cali. El Unión Magdalena no ha respondido económicamente por los daños en la rodilla de Manuel, situación por la cual, él piensa establecer una tutela formal.

Aprovechando que Manuel tiene familiares en Cali, ha contado con el apoyo de ellos para alojarse en sus casas con su madre, que es la persona encargada de cuidar de él. Así mismo, él manifestó que esa lesión podría terminar con su carrera como futbolista, pues la lesión de Ligamento Cruzado Anterior es una patología que afecta el rendimiento de la rodilla incluso después de ser intervenida, haciendo muy difícil recuperar en un 100% el rendimiento de la Articulación.

Su matriz de evaluación de independencia arrojó los siguientes datos: Ver tabla 4.

TABLA 4. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE INDEPENDENCIA DE USUARIO 3. MANUEL HURTADO MAFLA

MANUEL HURTADO	ACTIVIDADES DIARIAS	PUNTAJE
DESPERTAR	Sentarse en cama	50
	Levantarse de cama	50
DESPLAZARSE	Desplazamiento	50
USO DE INODORO	Sentarse	50
	Levantarse	50
DUCHA	Agacharse	0
	Levantarse	0
VESTIRSE	Ropa interior	50
	Prenda inferior de vesti	50
	Calcetines	50
	Zapatos	50
SALIR DE CASA	Bajar-subir Gradas.	50
TRANSPORTE	Sentarse	50
	Levantarse	50
LUGAR DE TRABAJO	Sentarse	50
	Levantarse	50
ALIMENTACIÓN	Sentarse	50
	Levantarse	50
DESVESTIRSE	Zapatos	50
	Calcetines	50
	Prenda inferior de vesti	50
	Ropa interior	50
ACOSTARSE	Sentarse en cama	50
	Acostarse en cama	50
	INDEPENDENCIA %	45,83

Fuente: Autor.

Resultado:

Manuel genera dependencia de su familia, sobre todo para asearse, pues manifiesta cierto miedo psicológico para utilizar la ducha solo, manifiesta estar expuesto a resbalones que pongan en riesgo la recuperación de su rodilla. Para todo lo demás, teniendo en cuenta las puntuaciones de la FIM, 45% de independencia es una cifra cercana a la 'Asistencia moderada'.

INDIVIDUO 4: Irma Murillas Gil.

Edad: 76 años, ocupación: Pensionada del seguro social. Vive únicamente con su esposo. Lugar de residencia: El Cerrito, Valle. Contribuye junto a su esposo con el sostenimiento de su casa.

El proceso de Irma, fue una intervención quirúrgica en la que se remplazó su rótula por una prótesis de titanio. El desgaste de la rótula fue causado por la patología de Osteoartritis.

Irma comenzó a presentar descastes en su rodilla manifestados con falta de flexión, dolor e hinchazón, un año y medio después de presentar estos síntomas y descubrirse su Patología, fue intervenida quirúrgicamente para realizar su remplazo de rodilla. Fue intervenida en la clínica Valle del Lili de la ciudad de Cali por medio de su afiliación al plan de medicina pre-pagada de la entidad SOS. Su rehabilitación está siendo llevada en casa por profesionales particulares.

En primera instancia fue intervenida por medio de Terapia de Movimiento Pasivo Continuo. Esta terapia fue realizada en la 'Clínica de la Rodilla', debido a que es uno de los centros que cuenta con este tipo de mecanismos en la ciudad de Cali, sin embargo su rehabilitación activa es un proceso alternado entre terapia en su propia casa y terapia en la IPS 'Clínica de la Rodilla' de la ciudad de Cali.

Los datos arrojados por su matriz de evaluación de independencia fueron:

**TABLA 5. MÉTODO DE EVALUACIÓN DE INDEPENDENCIA DE USUARIO 4.
IRMA MURILLAS GIL.**

IRMA MURILLAS	ACTIVIDADES DIARIAS	PUNTAJE
DESPERTAR	Sentarse en cama	100
	Levantarse de cama	50
DESPLAZARSE	Desplazamiento	50
USO DE INODORO	Sentarse	0
	Levantarse	0
DUCHA	Agacharse	0
	Levantarse	0
VESTIRSE	Ropa interior	0
	Prenda inferior de vesti	0
	Calcetines	0
	Zapatos	0
SALIR DE CASA	Bajar-subir Gradas.	0
TRANSPORTE	Sentarse	50
	Levantarse	50
LUGAR DE TRABAJO	Sentarse	100
	Levantarse	50
ALIMENTACIÓN	Sentarse	100
	Levantarse	50
DESVESTIRSE	Zapatos	0
	Calcetines	0
	Prenda inferior de vesti	0
	Ropa interior	0
ACOSTARSE	Sentarse en cama	100
	Acostarse en cama	100
	INDEPENDENCIA %	30,43

Fuente: Autor.

Resultados:

Algo muy importante para tener en cuenta, es que además de la total dependencia de sus familiares y enfermera generada para asearse, existe una dependencia total de la misma manera para vestirse, es decir, no puede hacerlo

por ella misma ni siquiera con algún tipo de asistencia o ayuda, hay que tener en cuenta que es una persona de una edad más avanzada que el resto de personas entrevistadas.

Resultados Generales:

En primera instancia se confirmó que la situación de lesión de la articulación de la rodilla influye negativamente en los niveles de independencia de una persona, haciendo que otras personas y adaptaciones ambientales sean necesarios en su proceso evolutivo. El fin de este proyecto es lograr que los pacientes en rehabilitación recuperen el grado de independencia; o por lo menos su mayor aproximación, con el que contaban en su situación habitual, previa a la lesión de la articulación de la rodilla.

En las pruebas se evidencia que los procesos que más muestran sensibilidad ante la dependencia de terceras personas son las relacionadas con las actividades de bañarse y vestirse, contrario a lo que antes del estudio podría suponerse, poniendo al desplazamiento o locomoción como actividad más afectada. Ninguna de las personas entrevistadas mostró ser capaz de bañarse en su ducha o bañera habitual mientras se encontrase en situación de lesión y respectiva recuperación, es la actividad que mostró mayor nivel de miedo por parte de los usuarios entrevistados. Por otra parte, la locomoción ha sido sujeta a una serie de ayudas objetuales y ambientales, se cuenta con una serie de aditamentos y ayudas técnicas como barandas, muletas, caminadores, entre otros, que hacen que el paciente deje de depender de terceras personas para desplazarse.

En cada paciente, la situación de lesión tiene una implicación socioeconómica distinta, en todos los casos su vida laboral se ve afectada, sin embargo cada caso responde a particularidades diferentes. En todos los casos, la recuperación de la articulación de la rodilla se convierte en necesaria para que estas personas recuperen la autonomía en la realización de actividades básicas y vuelvan a realizar sus oficios laborales habituales.

En todos los casos, es necesaria una actitud de aceptación y querer recuperarse, plantearse como objetivo rehabilitarse totalmente y con éxito por parte del paciente, la actitud de querer superar esta situación incómoda para él y su familia es lo que hace posible que la persona muestre un proceso evolutivo acertado, muchas veces entre mayor es la disposición del paciente, menor es el tiempo requerido para su recuperación.

4.5 Análisis del Estado de la Técnica:

Para analizar el estado de Unidades de Movimiento Pasivo de Continuo realizadas para la rehabilitación de la articulación de la rodilla se seleccionaron específicamente diez (10) piezas, una responde al orden académico y las otras nueve (9) responden al orden comercial.

La primera pieza seleccionada, es la que se realizó en el departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad del Valle cuyo líder fue el profesor José Isidro García. Es decir, este proyecto en el cual hay una clara intención de intervención, tuvo una primera fase, en donde se tuvieron en cuenta únicamente factores de funcionalidad mecánica. Es prudente realizar este ejercicio de auto-comparación, pues si esta Unidad de MPC pretende tener una participación acertada en procesos de rehabilitación debe compararse con sus etapas posteriores y las unidades que se encuentran en el mercado.

Las otras nueve (9) unidades fueron seleccionadas según la existencia en el mercado en diferentes países como Estados Unidos, Inglaterra, India y Rusia, principalmente. En estas unidades se hace una evaluación desde parámetros de producto que serán mostrados en las siguientes páginas, dando al lector una idea de las UMPC existentes y mostrando que el mismo principio de movimiento aplica en la totalidad de la muestra.

Se establecieron cuatro grupos que respectan a las dimensiones planteadas por el confort; que como ya fue mostrado, son las de **'Percepción'**, **'Antropometría'**, **'Usabilidad'** y **'Técnica'**. De esas grandes categorías se establecieron los parámetros tenidos en cuenta para lograr en su totalidad estas categorías, es decir, dando sustento a la teoría del confort desde la muestra analizada. Después de calificar los parámetros de estos grandes grupos, en cada uno se estableció una cifra total, el promedio de los totales de cada categoría establece una calificación total de cada Unidad seleccionada, es decir, la calificación total de cada una de las unidades, es la suma y división posterior del total hallado en cada una de las cuatro categorías ya mencionadas. Posterior a esas cifras, aparecen dos tablas más, una referente al peso de las unidades, y otra a su precio en el mercado. Se tuvieron en cuenta los parámetros que serán mostrados a continuación, con el fin de ser tenidos en cuenta, ser alcanzados y posiblemente superados en la propuesta que desde el desarrollo de productos y específicamente desde el diseño industrial pretende plantearse como resultado de este estudio. Como fue mostrado en el mapa conceptual referente al término confort, se establecen cuatro pilares principales que lo conforman; **'Percepción'**,

'Antropometría', 'Usabilidad' y 'Técnica'. Así pues, sumado al peso de cada UMPC y su precio en el mercado, en cada pilar se establecen los siguientes patrones de análisis:

Percepción:

1. Manejo de colores
2. Forma de Chasis
3. Comunicación formal entre chasis y controlador
4. Visibilidad de Mecanismo interno

Antropometría:

1. Interfaz antropométrica
2. Desarrollo de Forma de Esqueleto
3. Ubicación de gradualidad.

Usabilidad:

1. Ángulo de Flexo-Extensión (-5°/120°/140°)
2. Espacio dimensional utilizado (Menos es más)
3. Ortesis
4. Agarre
5. Existencia de Gradualidad
6. Facilidad en Mantenimiento
7. Arquitectura eléctrica/Electrónica
8. Complejidad de Mecanismo, Articulación de rodilla.

Técnica:

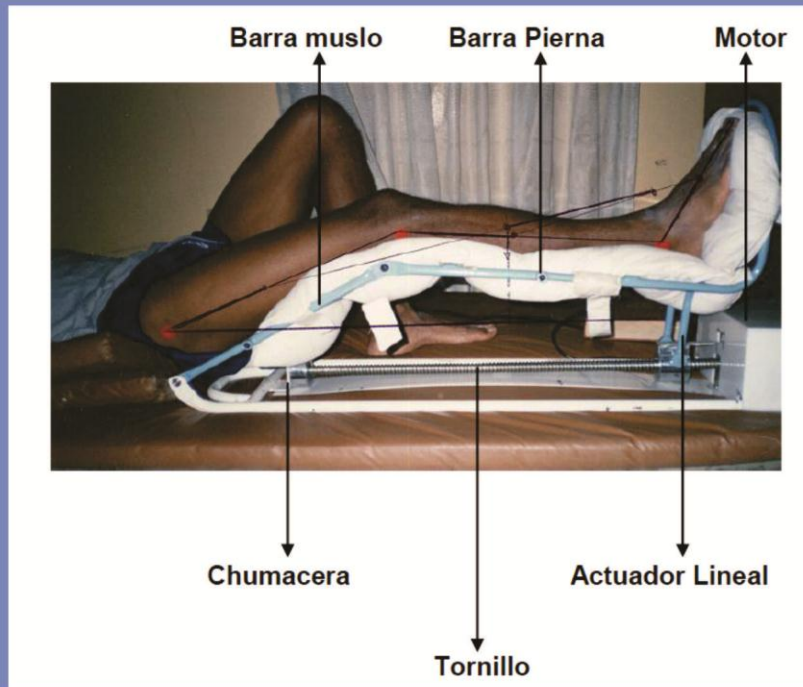
1. Materiales
2. Grosor de barras
3. Estandarización de sistemas de ensamble
4. Producción Industrial
5. Número de piezas
6. Número de articulaciones
7. Chasis en Forma de caja, o dividido en espacios.

Peso de la UMPC.

Precio en el Mercado.

PCA-1

Primera Fase.



1

MODELO DE PRUEBA, PROYECTO EN
ACTUAL MARCHA EN UNIVERSIDAD DEL VALLE
LIDERADO POR JOSE GARCÍA EN EL QUE
ESTÁ CENTRADO ESTE PROYECTO.
Intención de Intervención de Juan D. Jaramillo.

Muestras Comerciales

(Unidades de movimiento
Pasivo Continuo de Rodilla)



②

OPTIFLEX 3 CPM PARA RODILLA
Producido por OPTIFLEX, Boston, USA.
Distribuido por Fisiomédica, Cali, Colombia.



③

BLD Producida por
JOHARI DIGITAL HEALTHCARE LIMITED, La india.



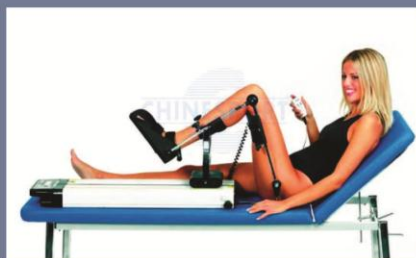
④

. KLC Flex-Mate K500
Producida por Medcon Group. Windsor USA.



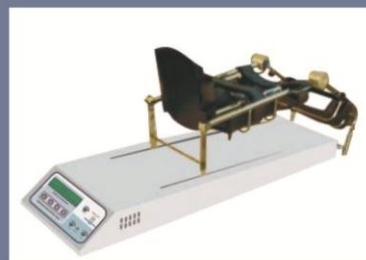
⑤

Legar 8 Sportion. Producido por
THE CENTER FOR ORTHOPAEDICS AND SPORTS
Marietta, USA.



⑥

FISIOTEK 2000T. Producido por Rimec. London, UK.



⑦

CPM producido por Ziha Surgicals. La india.



8

Kinetec Spectra Knee CPM
producido por Isokinetics, Ink. Boston, USA..



9

CPM RODILLA ARTROMOT- K1
Producida por ARTROMOT, Moscú, Rusia.



10

CPM RODILLA ARTROMOT- K3
Producida por ARTROMOT, Moscú, Rusia.
Distribuida por Fisiomédica, Cali, Colombia.

La forma de Calificación:

Se evaluarán los parámetros de cada categoría teniendo en cuenta tres (3) posibles puntuaciones. **10** si la UMPC calificada cumple con determinado parámetro de evaluación en su totalidad, **5** si cumple con determinado parámetro de manera parcial y **0** si definitivamente no alcanza, ni siquiera en la menor medida el objetivo de determinado parámetro.

Calificación desde la Percepción:

TABLA 6. CALIFICACIÓN CUANTITATIVA DE LOS PARÁMETROS TENIDOS EN CUENTA DESDE LA CATEGORÍA DE 'PERCEPCIÓN'.

UMPC Muestra	1. Manejo de Colores	2. Forma de Chasis	3. Chasis/Controlador	Visibl. Motor	TOTAL PERCEPC
1. PCA-1 Primera Fase	5	0	0	0	1,25
2. Ortilflex 3CPM	10	5	10	10	8,75
3. BLD	5	5	10	0	5
4. Flexmate, K-500	5	5	10	0	5
5. Legar 8 Sportion	10	10	10	10	10
6. Fisotex 2000T	0	0	5	0	1,25
7. CPM	0	5	10	0	3,75
8. Spectra CPM	5	10	10	5	7,5
9. Artromot K1	10	10	10	10	10
10. Artromot K3	10	10	10	10	10

Fuente: Autor.

Calificación desde la Antropometría:

TABLA 7. CALIFICACIÓN CUANTITATIVA DE LOS PARÁMETROS TENIDOS EN CUENTA DESDE LA CATEGORÍA DE 'ANTROPOMETRÍA'.

UMPC Muestra	1. Interfaz Antropométrica	2. Forma es queleto	3.Ubicación Gradual.	TOTAL ANTRIPOMET.
1. PCA-1 Primera Fase	0	5	0	1,67
2. Ortilflex 3CPM	10	10	0	6,67
3. BLD	5	10	0	5,00
4. Flexmate, K-500	10	10	10	10,00
5. Legar 8 Sportion	5	10	0	5,00
6. Fisotex 2000T	0	5	0	1,67
7. CPM	5	5	0	3,33
8. Spectra CPM	10	10	10	10,00
9. Artromot K1	10	10	10	10,00
10. Artromot K3	5	10	5	6,67

Fuente: Autor

Calificación desde la Usabilidad:

TABLA 8. CALIFICACIÓN CUANTITATIVA DE LOS PARÁMETROS TENIDOS EN CUENTA DESDE LA CATEGORÍA DE 'USABILIDAD'.

UMPC Muestra	1. <Flexo-esat (0/120/140)	2. Espacio Dimensional	3. Ortesis	4. Agarre	5. Exist. Gradualidad	6. Mantenimiento	7. Arg. Eléctrica	8. Mecan. Articulación	TOTAL USABILIDAD
1. PCA-1Primera Fase	9	0	0	0	0	5	0	0	1.75
2. Oriflex 3CPM	5	10	10	0	0	10	10	5	6.25
3. BLD	5	5	5	0	0	10	5	10	5.00
4. Flexmate, K-500	5	10	5	5	10	10	10	5	7.50
5. Legar 8 Sportion	5	10	5	0	0	0	10	5	4.38
6. Fisotek 2000T	5	5	5	0	0	5	5	10	4.38
7. CPM	5	0	5	0	0	0	5	10	3.13
8. Spectra CPM	5	10	5	10	10	5	10	5	7.50
9. Artromot K1	5	10	10	5	10	10	10	10	8.75
10. Artromot K3	5	10	10	0	10	5	10	10	7.50

Fuente: Autor.

Calificación desde la Tecnicidad:

TABLA 9. CALIFICACIÓN CUANTITATIVA DE LOS PARÁMETROS TENIDOS EN CUENTA DESDE LA CATEGORÍA DE 'TECNICIDAD'.

UMPC Muestra	1. Materiales	2. Diámetro de Barras	3. Estand. Ensamblajes	4. Producc. Industrial	5. Número de piezas	6. Número Articul.	7. Chasis Dobl-sen	TOTAL TECNICIDAD
1. PCA-1Primera Fase	0	0	0	0	5	5	0	1.43
2. Oriflex 3CPM	10	5	10	10	10	5	10	8.57
3. BLD	10	5	5	5	10	10	10	7.86
4. Flexmate, K-500	10	5	10	10	10	10	5	8.57
5. Legar 8 Sportion	10	10	5	10	10	10	5	8.57
6. Fisotek 2000T	5	5	10	5	5	5	5	5.71
7. CPM	5	5	5	5	5	5	5	5.00
8. Spectra CPM	10	5	10	10	10	10	10	9.29
9. Artromot K1	10	5	10	10	10	10	10	9.29
10. Artromot K3	10	5	10	10	5	5	10	7.86

Fuente: Autor.

Calificación Total:

TABLA 10. SUMATORIA DEL TOTAL DE CADA CATEGORÍA EN CADA UMPC.

UMPC Muestra	PUNTAJE TOTAL
1. PCA-1 Primera Fase	1,52
2. Ortiflex 3CPM	7,56
3. BLD	5,71
4. Flexmate, K-500	7,77
5. Legar 8 Sportion	6,99
6. Fisotex 2000T	3,25
7. CPM	3,80
8. Spectra CPM	8,57
9. Artromot K1	9,51
10. Artromot K3	8,01

Fuente: Autor.

Peso de las UMPC

TABLA 11. UNIDADES EN KILOGRAMOS DE LAS UNIDADES DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO TENIDAS EN CUENTA COMO MUESTRA:

UMPC Muestra	PESO (KG)
1. PCA-1 Primera Fase	15,5
2. Ortiflex 3CPM	12
3. BLD	25
4. Flexmate, K-500	14
5. Legar 8 Sportion	X
6. Fisotex 2000T	14
7. CPM	X
8. Spectra CPM	53
9. Artromot K1	11
10. Artromot K3	12

Fuente: Autor.

Precios en el mercado:

TABLA 12. PRECIOS EN EL MERCADO DE LAS UMPC EN MONEDA NORTEAMERICANA (USD) Y EN MONEDA COLOMBIANA (PESO)*

UMPC Muestra	COSTOS	
	MODENA AMERICANA	MONEDA COLOMBIANA
1. PCA-1 Primera Fase		
2. Oriflex 3CPM	2.750	4.812.500
3. BLD	3.320	5.810.000
4. Flexmate, K-500	3.599	6.118.300
5. Legar 8 Sportion	X	X
6. Fisotex 2000T	3.680	6.440.000
7. CPM	X	X
8. Spectra CPM	7.041	12.497,70
9. Artromot K1	5.440	9.696.500
10. Artromot K3	4.610	7.873.000

Fuente: Autor.

*Los expuestos en la tabla 12 son Precios Netos, en ellos no están incluidos los costos de traslado de un lugar a otro, transporte, impuestos aduaneros, impuestos locales y posibles ganancias de distribuidores. Debe tenerse en cuenta que cada precio mostrado es el de su país de origen, haciendo que el trasladarlo a otro país genere un aumento significativo en su precio. Los valores de aumento no son absolutamente cuantificables, por esa razón se procedió a mostrar sus Precios Netos.

Resultados de la Evaluación:

Como puede evidenciarse en las imágenes mostradas, las UMPC empleadas en la rehabilitación de rodilla mantienen un mismo principio de movimiento mecánico, en 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 (4) o de seis (6) 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.

En la muestra seleccionada, las UMPC alcanzan un grado máximo de flexión de 120°, ninguna de las unidades seleccionadas sobrepasa ese límite.

Las piezas **1**, **4** y **8** son las que desde el punto de vista del color pueden llegar a ser más acertados, debe tenerse en cuenta que uno de los objetivos es generar

confianza en el usuario por medio de la forma, en donde participan de igual manera los colores, la selección de colores es susceptible de mejoras debido a que la aparición de verdes no sugiere precisamente confianza y estabilidad.

La totalidad de las piezas seleccionadas funcionan bajo parámetros de control local, es decir, ninguna de las piezas seleccionadas responde a un orden de rehabilitación tele-asistida. En ese caso, se sugiere que el profesional de la salud debe estar junto al paciente durante todo su proceso de Terapia por medio de Movimiento Pasivo Continuo.

Sobre la categoría de '**Percepción**' puede evidenciarse un claro dominio por parte de las piezas **5**, **9** y **10**. Ante todo son mecanismos que sobreponen superficies sobre su motor y tornillo sin fin, en una pieza de esta naturaleza, es necesario mantener cierta prudencia en ese sentido, pues como ya se ha mencionado, una de las intenciones de las UMPC es generar confianza en la mente del usuario utilizando códigos psico-sociales como este. Otro factor que les dio el liderazgo en esta categoría es 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. Estos colores transportan de manera subconsciente al usuario en situaciones almacenadas en su memoria en donde aparecen creaciones de la naturaleza como el cielo y el agua. Otro factor es la simpleza en su forma, no solo por aprovechamiento de material sino porque como fue mostrado, una forma más sencilla es más fácil de ser insertada en la mente del usuario. Por último, debe también tenerse en cuenta la coherencia formal que pueda haber entre el controlador y el chasis principal de la UMPC, pues en el desarrollo de productos de esta naturaleza, es prudente velar porque las partes estén configuradas en un mismo lenguaje.

Sobre la categoría de '**Antropometría**' puede evidenciarse que la totalidad de piezas comerciales fueron desarrolladas en países con condiciones geográficas y psico-físicas distintas a las mostradas en un contexto latinoamericano, pese a que entre países de América latina existen pequeñas diferencias en ese sentido, es una diferencia más visible entre países latinoamericanos y países anglo-sajones, es decir, Los 'Percentiles', 'Medias' y 'Desviaciones Standard' que responden a la medición antropométrica de los países anglosajones y del norte de Europa varían de las que puedan encontrarse en países latinoamericanos, no únicamente en sus diferencias de estatura, sino también en longitudes de partes del cuerpo como extremidades, huesos o articulaciones. Para poner un ejemplo, Una persona promedio de 170 cm de Estatura en América latina, puede mostrar un fémur más

corto que el de una persona de la misma estatura proveniente de países escandinavos. Es prudente para un proyecto como este, tener en cuenta las medidas y percentiles basándose en estudios realizados en América Latina, si el proyecto es realizado en Colombia, es prudente basar las dimensiones de la UMPC en libros donde se evidencie una medición antropométrica Standard en el mismo país.

En cuanto a la categoría de '**Antropometría**' las piezas de la muestra que mostraron una puntuación más alta fueron las **4, 8 y 9**. Así fue debido a lo que puede evidenciarse en sus fotos y videos acerca de sus niveles de adaptabilidad, pues estos son indispensables si se pretende acercar un producto de esta naturaleza a conceptos como el de 'Diseño Universal' y cubrir en mayor medida posible, la muestra más grande de la población. Por otro lado, uno de los factores de mayor importancia en este proyecto es el referente es el de el desarrollo de la interfaz antropométrica, en donde puede evidenciarse un estudio cauteloso de las medidas del cuerpo humano y como este producto puede interactuar con el cuerpo y dichas medidas, pues, estas medidas son las que proporcionan al producto el 'Factor de Seguridad'. Otro factor importante es el referente al desarrollo del esqueleto, pues la movilidad de este sugiere un estudio sobre el movimiento de la articulación de la rodilla, que es la que se pretende rehabilitar, en la medida en que se evidenció un mayor desarrollo de forma y movimiento con respecto al esqueleto, la puntuación en las piezas fue mayor.

Con respecto a la categoría de '**Usabilidad**' se tuvieron en cuenta parámetros como la angulación máxima permitida en la flexión en la articulación de la rodilla, en este se sugiere un máximo de 140° que no fue alcanzado por ninguna de las piezas de la muestra. ¿Por qué 140°? En indagaciones que hicieron parte del trabajo de campo de este proyecto, se pudo tener contacto con el Fisioterapeuta **Faiber Lasprilla**, doctor a cargo del centro de Fisioterapia del Centro Deportivo Universitario CDU de la Universidad del Valle con sede en Meléndez, Cali, con el doctor Lasprilla se discutieron temas como los parámetros básicos antropométricos, angulaciones mínimas y máximas respecto a los movimientos de flexión y extensión y partes adaptables que una unidad como esta debía proporcionar al paciente en rehabilitación. En palabras del doctor Lasprilla, el rango ideal de movimiento responde al de entre -5° y 140°, así se garantizaría un movimiento de flexo-extensión completo, el rango mínimo debería ser, según Lasprilla de entre 0° y 90°. Con base en esta opinión por parte del experto se procedió a hacer una análisis de las UMPC seleccionadas como muestra. Así entonces, se puso en evidencia que las UMPC con mayor rango de movimiento lograban una flexión de 120°, que sobrepasa los niveles mínimos, sin

embargo no alcanza la situación que para este proyecto y con base en la opinión del doctor Lasprilla, se estableció como 'Ideal'.

Otro factor influyente dentro de la misma categoría fue el referente al espacio dimensional ocupado por cada pieza, 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 ortesis, 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. El agarre de las UMPC se tuvo en cuenta de la misma manera, debe mencionarse que unidades de esta naturaleza pueden ser desplazadas constantemente de un lugar a otro, por lo que es necesario contar con agarres resistentes que permitan comodidad al usuario o profesional de la salud que pueda transportarla de un punto a otro. Los niveles gradualidad son importantes de la misma manera, pues esto sugiere que independientemente de la estatura y medidas corporales del mayor número de pacientes posible, puedan hacer uso de las UMPC. Lo que su forma sugiere en cuanto a facilidad en el mantenimiento es importante también ya que estas unidades pueden ser expuestas a un nivel de uso bastante alto, si se tiene en cuenta que son herramientas para la rehabilitación de la rodilla. 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 de la rodilla se mira desde la perspectiva del desarrollo de forma, pues una articulación alineada a la rodilla con estabilidad y complejidad, sugiere un proceso más seguro para el paciente en tratamiento. La pieza con mayor puntuación referente a los parámetros mencionados fue la número 9.

Con respecto a la categoría de '**Técnica**' se evaluó como primera medida el uso acertado de materiales, pues es prudente velar por combinaciones de polímeros y metales que conformen Unidades de Movimiento Pasivo Continuo 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. El diámetro de las barras fue el segundo factor tenido en cuenta en esta evaluación, pues se busca un grosor de barras que refleje estabilidad en la pieza, por lo que se busca que las barras tengan un diámetro mayor. Como tercer punto referente a esta categoría se revisó el nivel de estandarización en ensambles y tornillos, pues lo que se busca lograr en ese sentido es circular en un mercado y utilización por parte de usuarios en sistemas de medición que han sido ya configurados, así en el caso de llegar a

faltar alguna de las piezas de ensamble puede ser remplazada fácilmente. La reproductibilidad industrial de las piezas fue otro factor considerado, esto puede medirse según la complejidad de forma, y lo que en ella sugiere desarrollo de moldes y prensas para ser producida en serie, con esto se busca que la forma planteada en este proyecto pueda ser reproducida a gran escala. Se revisaron también el número de piezas y articulaciones buscando ser el menor número posible con respecto a la complejidad del mecanismo, es decir, que entendiendo el modelo de funcionamiento de cada pieza, establecer su número de piezas y si pueden ser o no algunas susceptibles de ser suprimidas. Por último se evaluó el desarrollo del chasis y si este es uno solo o separado en pequeñas partes, se sugiere como mejor el que esté formalmente dividido, pues esto sugiere menor utilización de material en la producción y mayor liviandad visual y táctil en la UMPC. Las piezas con mayor puntuación en esta categoría fueron las **8** y **9**.

En puntuaciones totales, la pieza con una calificación más alta fue la que aparece como pieza número **9**, el modelo **K1** desarrollado por la compañía rusa **Artromot** con una puntuación total de **9,51**.

Con respecto al peso, se mostró con menor peso la pieza número **9**. En un proyecto de esta naturaleza, es prudente evaluar el peso de una unidad pretendiendo que el más liviano es el más acertado, es prudente afirmar lo anterior debido a posibles cambios frecuentes de un punto a otro, buscando garantizar la salud del paciente, se sugiere una Unidad que cuente con un peso amigable para el usuario. En ese sentido, el peso ideal de una UMPC no debe sobrepasar los 11 Kg.

Con respecto a los precios en el mercado, la más accesible en el mercado es la muestra número **2**. De igual manera, es prudente ofrecer una UMPC que no supere dicha cifra, pues eso facilitaría la adquisición de unidades como esta en las Entidades dedicadas a la rehabilitación o IPS.

En ninguna de las piezas tomadas como muestra del estado de la técnica puede encontrarse el concepto de Control Asistido Mediante Teleoperación, que fue expuesto en el capítulo 1, referente al Marco Conceptual. Podría decirse que las UMPC que se encuentran actualmente en el mercado de instrumentos para rehabilitación no cuentan con el componente de Teleoperación, aunque en la totalidad de las piezas de la muestra, puede evidenciarse el concepto de Sistema de Control (que fue ilustrado anteriormente), 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 debe monitorear el proceso de rehabilitación de manera presencial.

La finalidad esencial del proyecto general de PCA-1 (No de este trabajo de desarrollo de UMPC en específico), es ofrecer a los profesionales de la salud y a los pacientes; principalmente en zonas de acceso remoto, una Unidad de Rehabilitación de Movimiento Pasivo Continuo monitoreada a distancia mediante una conexión de redes informáticas. Es decir, el componente principal de la UMPC PCA-1 es ofrecer una Unidad de Rehabilitación operada mediante el concepto anteriormente expuesto de 'Telemedicina'. Ese componente sería nuevo en el mercado, pues de lo que se tiene registro, no existe en el momento una UMPC con esas características.

4.6 UMPC en Cali, Colombia:

La ciudad de Cali cuenta con centros distribuidores de equipos relacionados con la terapia de rehabilitación como 'Saluti', 'Fisiomédica' e 'Industrias Alpea'. En los mencionados centros pueden encontrarse las UMPC que aparecen en el estado de la técnica como pieza número 4 (Flexmate), piza número 9 (Artromot K1) y íezxa número 10 (Artromot K3), sin embargo los precios que fueron expuestos en este mismo capítulo, son los precios de compra, es decir, el precio original sin tener en cuenta los gastos de traslado o envío, sumado a impuestos, demanda, nómina y demás gastos de las compañías distribuidoras de la ciudad de Cali.

Existen compañías en donde se tiene la alternativa de adquirir UMPC a manera de renta, es decir, el usuario puede utilizar una UMPC en su casa por los días que le sea necesario realizando un pago de tarifa por día. Existe en Cali una compañía llamada 'Maquina Movimiento Pasivo Cali'. Esta compañía cuenta con dos (2) UMPC que aparecen como pieza 4 en la muestra del estado de la técnica (Flexmate) y una (1) referente a la pieza número 9 de la muestra (Artromot K3), el costo de la UMPC rentada al usuario tiene una tarifa de \$35.000 en moneda colombiana (\$19,50 USD) por día, sin embargo, el alquiler de estas UMPC está ligado a restricciones y condiciones por parte de la compañía, haciendo que el usuario tenga acceso a dichas unidades realizando un depósito de \$750.000 en moneda colombiana (\$416,50 USD) a su vez el usuario es quien debe acceder a las oficinas de la compañía para trasladar la unidad hasta el lugar que fuere necesario. Se debe cancelar a la compañía el depósito, mas los días de utilización de la UMPC, al ser la unidad devuelta a la compañía, se realizará la devolución del depósito. Otra compañía que presta el servicio de renta a sus usuarios es 'Amanecer Médico LTDA', dicha compañía presta el

servicio de alquiler con una tarifa diaria de \$63.000 en moneda colombiana (\$35,00 USD), accediendo al servicio mientras el usuario otorga un depósito de \$1'200.000 en moneda colombiana (\$666,60 USD). Según los datos anteriormente mencionados, podría decirse que tanto el costo de las UMPC como el costo de su alquiler son relativamente elevados en el contexto colombiano.

5. PLANTEAMIENTO:

5.1 Metodología:

La metodología empleada en el desarrollo de este proyecto está compuesta por 13 puntos en donde se construyen una etapa de investigación, una etapa de análisis y finalmente una de intervención formal que será mostrada como una propuesta de diseño industrial.

1. Determinación de conceptos y variables mediante la revisión bibliográfica. Documentación sobre Calidad de vida, Técnica y Tecnología, la Rodilla, Situación de lesión, Confort, Ergonomía, Independencia, Movimiento Pasivo Continuo, Unidades de Movimiento Pasivo Continuo, Teleoperación.
2. Determinación de variables y establecimiento de criterios que conforman en concepto 'Confort' según revisión bibliográfica.
3. Revisión de datos estadísticos y determinación e características del usuario y contexto, además de comparación de los datos recogidos a través de entidades como en Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE, la Alcaldía de Santiago de Cali, la 'Clínica de la Rodilla IPS', 'Impronta IPS', la Unidad de Prestación de Servicios de Rehabilitación Humana-SERH de la Universidad del Valle y la Universidad Popular del Cesar.
4. Análisis y establecimiento de conceptos relacionados con situación de lesión de Rodilla y actividades básicas cotidianas según criterios mixtos entre la Clasificación Internacional del Funcionamiento, la discapacidad y la salud-CIF y criterios establecidos mediante el trabajo de campo.
5. Análisis de actividades cotidianas básicas relacionadas con el movimiento de la articulación de la rodilla.
 - a. Construcción de matriz de actividades básicas cotidianas relacionadas con el movimiento articular de la rodilla.
 - b. Determinación de tipo de población a estudiar.

6. Determinación una estructura de evaluación que permita mostrar el grado de situación de lesión en la articulación de la rodilla como base para entrevista a la población escogida, análisis de alternativas y evaluación final de la propuesta de diseño.
 - a. Asesoría especializada en la 'Clínica de la Rodilla IPS'
 - b. Asesoría especializada en 'Impronta IPS'
 - c. Asesoría especializada en Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH.
 - d. Revisión bibliográfica sobre conceptos del '*Índice de Barthel*.'
 - e. Desarrollo de método particular.
7. Entrevistas a personas en situación de lesión en la articulación de la rodilla en la Unidad de Prestación de Servicios Escuela de Rehabilitación Humana SERH y 'Clínica de la Rodilla IPS' en actual proceso de rehabilitación, al igual que personas que sufrieron en algún momento algún tipo de lesión en la articulación de la rodilla, con respecto a la situación de Independencia adquirida con la lesión y durante su rehabilitación.
8. Planteamiento del problema y objetivos.
 - a. Revisión del estado de la técnica.
9. Establecimiento de requerimientos de diseño industrial y determinantes de confort presentes en el desarrollo de la UMPC.
10. Creación de alternativas.
 - a. Bocetos.
 - b. Modelos a Escala.
 - c. Modelado Tridimensional digital (programas CAD y CAM).
 - d. Renders.
 - e. Planos técnicos.
11. Desarrollo de Propuesta final mediante programas de modelación tridimensional digital.

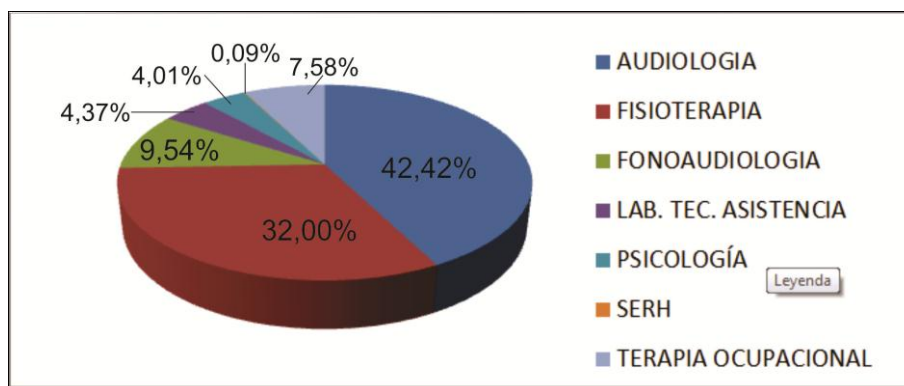
12. Evaluación de la propuesta final de diseño.

13. Conclusiones generales del proyecto.

5.2 Justificación:

Según los datos proporcionados por la dependencia Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH, Ver gráfico 11, de un total de mil ciento cinco (1105) casos, un 44,6% de la totalidad de pacientes atendidos con fines de rehabilitación en 2011 realizan terapias relacionadas con la evolución de articulaciones lesionadas (32,00% de Fisioterapia, 4,37% Laboratorio Técnico de Asistencias y 7,58% de Terapia ocupacional), como será mostrado en el gráfico 1.

Gráfico 11, Porcentaje de pacientes de SERH en 2011 según servicio requerido en determinada Área de la salud.

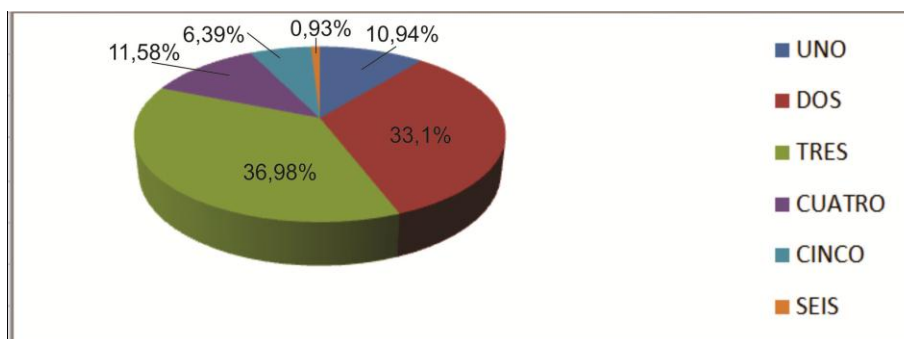


Fuente: Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH (Historia Clínica).

La posibilidad de establecer un porcentaje de personas lesionadas en la ciudad de Cali, o en el país colombiano es muy remota ya que por un lado los datos necesarios no son absolutamente cuantificables y; por otro lado, no existen en la actualidad entidades u organizaciones en Colombia dedicadas a medir el índice de lesión del país.

Ver gráfico número 12.

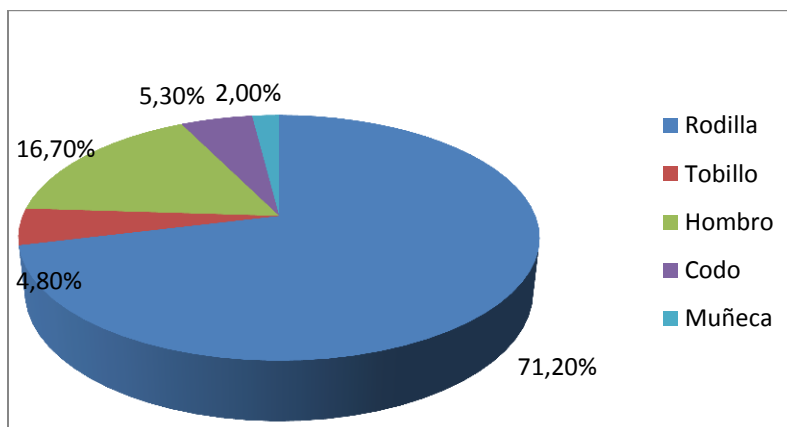
Gráfico 12, Porcentaje de pacientes de SERH en 2011 según estrato socioeconómico



Fuente: Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH (Historia Clínica).

Según lo expuesto en el gráfico 2, de la población que acudió en 2011 a algún servicio de rehabilitación en la entidad SERH, el 81,02% (10,94% estrato 1, 33,1% estrato 2 y 36,98% estrato 3) pertenece a condiciones de vulnerabilidad y escasos recursos, en el caso de las personas pertenecientes a los estratos 1 y 2 en la mayoría de los casos no se cuenta con afiliaciones a ARP o EPS, razón por la cual su salud depende de entidades que funcionan bajo el régimen subsidiado de salud como ya fue mostrado en el capítulo 2, referente al Marco Contextual. Los hospitales y clínicas que funcionan bajo el régimen subsidiado responden al nivel de complejidad 1 con respecto a su cobertura y prestación de servicios, lo que deja por fuera de rehabilitación postoperatoria en muchos casos a pacientes cobijados por el régimen subsidiado, razón por la cual los usuarios necesitan en muchos casos realizar su proceso de rehabilitación de forma particular. Como ya fue mostrado, el costo de una UMPC rentada por día abarcaría un gasto de \$35.000 en moneda colombiana, sin tener en cuenta gastos de depósito y transporte de la máquina de rehabilitación, en el caso de acceder a una UMPC por medio de IPS, la sesión por día tiene el mismo valor, realizando terapias por un tiempo máximo de dos horas, por lo que puede decirse que el acceso a UMPC es relativamente de un costo elevado para personas en condiciones de vulnerabilidad. Ver gráfico número 13.

Gráfico Número 13, Desagregación en porcentajes de articulaciones sometidas a rehabilitación en 'Clínica de la Rodilla IPS' en el año 2012.



Fuente: Historia Clínica, 'Clínica de la Rodilla IPS'.

Con el gráfico 3, referente a la población de acudientes a la clínica de la rodilla en el año 2012, en la cual de un total de 961 pacientes, el 71,20% acudió a terapias de rehabilitación en la Clínica de la Rodilla IPS como consecuencia de una previa patología y/o cirugía de la articulación de la rodilla.

Entre tanto el artículo octavo de la ley 1419 de 2010 establece que un porcentaje del 5% del presupuesto de inversión del Fondo de Comunicaciones de Colombia, será destinado al desarrollo de la Telesalud en Colombia, lo que sugiere que proyectos de la naturaleza de PCA-1 sean financiados por el Fondo de Comunicaciones. A continuación el artículo octavo de la mencionada ley:

*ARTÍCULO 8o. RECURSOS PARA EL DESARROLLO DE LA TELESALUD. A partir de la vigencia de la presente ley se asignará hasta el 5% del presupuesto de inversión del Fondo de Comunicaciones, Unidad Administrativa Especial adscrita al Ministerio de Comunicaciones, al financiamiento de las inversiones requeridas en conectividad para desarrollar la Telesalud en las Instituciones Públicas de Salud en Colombia, de acuerdo con las recomendaciones del Comité Asesor de la Telesalud."*⁶⁵

Con respecto a las edades de las poblaciones, fue mostrado en el marco contextual que las intervenciones quirúrgicas por medio de Artroscopia y de Artroplastia responden a rangos de edades distintos. En el caso de la intervención por medio de la Artroscopia, el mayor porcentaje se encuentra entre los 15 y los 65 años, edad en la que se sugiere que un ser humano está en calidad de

⁶⁵Ley 1419 de 2010.

desempeñar labores de complejidad, es decir, en edad activa. Con respecto a las intervenciones realizadas mediante el proceso de Artroplastia o Reemplazo total de rodilla, el mayor número en porcentajes responde a personas mayores de 65 años, es decir, personas de edad avanzada, sobre las cuales se sugiere que estén realizando actividades diferentes a las activas complejas.

Principalmente, este proyecto tiene como objetivo llevar a cabo el proceso de rehabilitación en personas que se encuentran en un rango de edad activa, sin embargo, es prudente tener en cuenta también el porcentaje correspondiente a personas en edad avanzada, pues son las que muestran mayor incidencia en patologías intervenidas por medio de la Artroplastia.

El proyecto se centra en personas en edad activa principalmente por dos factores el primero responde a la situación evidenciada en la muestran mayor frustración al encontrarse en situación de dependencia; bien sea moderada o absoluta, de sus familiares. El segundo factor, es el de la contribución económica que las personas en edad activa aportan al sostenimiento de sus hogares, como fue ilustrado en el capítulo referente al 'Trabajo de Campo' las personas dentro de un rango de edades de entre 15 y 65 años contribuyen de alguna manera al sostenimiento económico en sus hogares, sobre lo cual podría afirmarse que las condiciones físicas de un usuario o paciente están directamente relacionadas con su 'Calidad de Vida' (Ver capítulo 1, Marco Conceptual), mientras que la persona entrevistada que ha superado la edad activa se encuentra gozando de su jubilación, por lo que una situación de lesión no interviene de manera significativa en los ingresos de su hogar.

Como grupo objetivo secundario; por así decirlo, aparecen las personas que han superado el rango de edad activa, es decir, que tienen más de 65 años, debido a que según la legislación colombiana (como fue ilustrado en el capítulo referente al 'Marco Contextual'), es deber de los ciudadanos velar por la inclusión en la sociedad de personas en condición de 'disminución física' y contribuir en su proceso de evolución y desarrollo personal.

Otro factor considerado importante dentro de este proyecto, es el de la cobertura a zonas de remoto acceso. Como fue mostrado en el capítulo 4, referente al 'Trabajo de Campo' existen usuarios con patologías y posteriores intervenciones quirúrgicas que habitan en corregimientos y municipios colombianos que se encuentran a distancias prolongadas de las principales ciudades colombianas, que son las que cuentan con entidades encargadas de prestar servicios de rehabilitación y a su vez, las Unidades de Movimiento Pasivo Continuo. La situación de lejanía de ciudades principales y el hecho de verse

obligado a trasladarse de un corregimiento o municipio a una ciudad con este tipo de servicios abarca otros tres componentes que son:

1. Riesgos en la salud del paciente quirúrgicamente intervenido respecto a posibles traumas sufridos durante el desplazamiento.
2. Costos del desplazamiento por parte del paciente.
3. Riesgo a contagio de posibles enfermedades en centros de salud.

(Ver capítulo 2, 'Marco contextual')

La ley 1419 de 2010 pone en evidencia la intención de ampliación de cobertura que está directamente relacionada con el desarrollo de la 'Telemedicina' en Colombia, haciendo referencia a los tres (3) componentes que en el párrafo anterior han sido ilustrados. La legislación colombiana promueve la ampliación de cobertura en la rehabilitación de pacientes en cualquier caso relacionado con su salud integral. Podría decirse entonces que la ampliación de cobertura en las UMPC disminuiría las posibles afecciones propuestas en los tres (3) componentes del párrafo anterior. Debe tenerse en cuenta que la incorporación de Control Asistido mediante Teleoperación es un atributo del proyecto PCA-1, a su vez, este proyecto pretende intervenir el PCA-1.

Es necesario; según las teorías relacionadas con la 'Ergonomía en desarrollo de Productos', que un producto desarrollado cumpla una serie de requerimientos relacionados con el 'Confort', mediante un conjunto de actividades y conceptos aplicados desde la concepción, creación y producción de productos. A su vez los 'requerimientos ergonómicos' relacionados con las variables de confort son sustentados mediante las siguientes variables:

1. Percepción: Componente estético-comunicativo.
2. Antropometría: Componente funcional-operativo. Factor de Seguridad.
3. Utilidad: Componente funcional-operativo.
4. Tecnicidad: Componente tecno-productivo.

(Ver Capítulo 1, Marco Conceptual.)

5.3. Planteamiento del Problema:

Según el análisis de actividades cotidianas relacionadas con el movimiento de la rodilla, se establecieron determinaciones con respecto a la relación que hay entre el autocuidado, el desplazamiento y el desarrollo de actividades. Por esa

razón es necesario brindar ayudas técnicas a una persona en situación de disminución causada por patologías relacionadas con la articulación de la rodilla en su proceso de rehabilitación. Sumado al factor anterior, aparece el de personas que habitan en zonas de remoto acceso y sus implicaciones que son: Riesgo a posibles traumas, Costos de desplazamiento y Riesgo a contagio de enfermedades, es necesario; como cobija la ley 1419 de 2010, promover la ampliación de cobertura con el fin de brindar ayudas a personas en zonas de acceso remoto mediante la 'Telemedicina'.

La 'Calidad de vida' de un paciente afectado por una patología y/o intervención quirúrgica en la articulación de la rodilla se ve directamente afectada, teniendo en cuenta que una persona en situación de lesión, puede verse forzada a depender física y psicológicamente de su familia o seres cercanos, lo que a su vez genera disminuciones en su concepción y relaciones 'psico-sociales'. Sumándose a esa situación aparece el rango de edades sobre el que se han centrado las intenciones de este proyecto, las personas en edad activa para realizar actividades laborales (Entre 15 y 65 años), ese rango de edades y; como fue comprobado en el 'Trabajo de Campo' realizado, sugiere una conexión directa con la salud de los pacientes y la posibilidad de realizar actividades laborales, por ende mantener o reducir los ingresos económicos aportados a su hogar según el caso determinado.

Como fue ilustrado, según los datos extraídos de la dependencia 'Servicio Escuela de Rehabilitación Humana SERH', el mayor porcentaje de pacientes acudientes a servicios de rehabilitación (81,02%) pertenecen a los estratos 1, 2 y 3, lo que sugiere que sus ingresos y condiciones responden a los de condiciones bajas y media-baja respectivamente. Por esa razón es necesario brindar ayudas técnicas que cumplan los requerimientos de fácil acceso económico y amplia cobertura de 'Teleoperación', proporcionando al paciente una disminución en costos de usabilidad de la pieza y de desplazamiento.

La finalidad de 'PCA-1' es intervenir en los factores que hasta esta instancia han sido ilustrados como parte del 'Planteamiento del Problema', a su vez, este proyecto; *'Desarrollo de Unidad de Movimiento Pasivo Continuo UMPC de rodilla generando condiciones de 'Confort' en usuario principal (paciente)'*, Tiene como propósito intervenir desde el diseño y desarrollo de productos generando condiciones de confort en grupo objetivo que ya ha sido expuesto. Con respecto a la intervención mediante la intervención con parámetros de 'Confort' se pretende garantizar componentes relacionados

con la 'Percepción', 'Antropometría', 'Usabilidad' y 'Técnicidad'. Es necesario intervenir en el proyecto de esa manera, el debido a que deben garantizarse las condiciones de 'Confort' expuestas para lograr un proceso exitoso de rehabilitación de la articulación de la rodilla. Podría decirse; como fue mostrado en el 'Marco Conceptual' que el proceso exitoso de rehabilitación está directamente ligado a las condiciones de 'Confort' y de esas condiciones depende la asertividad del producto, y por ende del proceso.

Entretanto, de 1.105 pacientes que acudieron a la dependencia SERH en 2011, el 44,6% responde a terapias de rehabilitación directamente relacionadas con las articulaciones, lo que deja en evidencia que el mayor número de pacientes que acudieron a SERH en 2011 presentaron algún tipo de patología en sus articulaciones.

El 71,20% de 691 pacientes que acudieron al centro de servicios de rehabilitación 'Clínica de la Rodilla IPS' llevaron a cabo un proceso de evolución articular después de patologías y/o cirugías en la articulación de la rodilla, con respecto a las otras articulaciones (hombro, codo, muñeca, tobillo) que sumadas entre sí llegan a un número menor al equivalente al 30%.

¿Cómo proporcionar desde el diseño industrial condiciones de 'Confort' para el proceso de rehabilitación de la articulación de la rodilla mediante una Unidad de Movimiento Pasivo Continuo UMPC que a su vez incrementa el nivel de independencia para la realización de actividades básicas cotidianas de personas que se encuentran en situación de lesión dentro del rango de edad activa en estratos 1, 2 y 3 que habitan en zonas de acceso remoto?

5.4 Objetivos:

OBJETIVO GENERAL:

Identificar y desarrollar condiciones de confort en Unidad de Movimiento Pasivo Continuo (UMPC) empleada en la rehabilitación de rodilla.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Caracterizar condiciones que determinan confort en UMPC.
2. Integrar variables en desarrollo de UMPC.
3. Desarrollar UMPC generando condiciones de confort en usuario principal (Paciente)

5.5 Requerimientos de diseño:

ANTROPOMÉTRICO:

1. Debe tener medidas antropométricas de la población colombiana y/o latinoamericana.
2. Medidas antropométricas deben permitir eficiente movimiento cinético.
3. Debe contar con sistemas de adaptabilidad a diferentes medidas corporales.
4. Debe permitir un ángulo de extensión de -10° en la articulación de la rodilla.
5. Debe permitir un ángulo de flexión de 140° en la articulación de la rodilla.

ESTRUCTURA:

1. El sistema debe tener una secuencia de uso sencilla.
2. El sistema debe ser de fácil ensamblaje.
3. El sistema debe contar con sistemas estandarizados de ensamblaje.
4. El sistema debe ocupar un espacio dimensional menor al de 130cm x 45cm.
5. El sistema debe contener mecanismos de agarre manual.
6. El sistema debe permitir el desarrollo de la arquitectura electrónica.
7. El sistema debe permitir el fácil acceso a mantenimiento interno y externo.
8. El sistema debe permitir la ventilación de los componentes electrónicos internos.

MATERIALES:

1. Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión y oxidación.
2. Los materiales no deberán hacer reacción ante el contacto de agentes como el sudor, o sangre.
3. Los materiales deberán ser resistentes a constantes cambios bruscos de temperatura.
4. Los materiales deberán ser livianos.
5. Los materiales deben permitir acabados superficiales brillantes.
6. Los materiales deberán ser resistentes a posibles cortos circuitos de fragmentos de la arquitectura electrónica.

FORMA:

1. La forma no deberá causar daños físicos a la persona que lo utiliza.
2. La forma debe permitir el entendimiento en relación al uso.

3. La forma debe generar una interacción subconsciente entre el usuario y el producto.
4. Las formas deben sugerir a la percepción visual movimiento controlado.
5. El chasis del cuerpo central y el control deben estar formalmente familiarizados.
6. La forma no debe dejar ver el funcionamiento del tornillo de potencia.
7. Debe tener una gama de colores fríos.

FABRICACIÓN:

1. Debe producirse por medios industriales que permitan bajos costos en el producto final.

5.6 Determinantes:

ANTROPOMÉTRICO:

1. Medidas antropométricas de la población colombiana y/o latinoamericana.

ESTRUCTURA:

1. El sistema debe tener una secuencia de uso sencilla.
2. El sistema debe contar con sistemas estandarizados de ensamblaje.

MATERIALES:

1. Los materiales deberán ser resistentes a la corrosión y oxidación.
2. Los materiales no deberán hacer reacción ante el contacto de agentes como el sudor, o sangre.
3. Los materiales deberán ser resistentes a constantes cambios bruscos de temperatura.

FORMA:

1. La forma no deberá causar daños físicos a la persona que lo utiliza.
2. La forma debe permitir el entendimiento en relación al uso.

FABRICACIÓN:

1. Debe producirse por medios industriales que permitan bajos costos en el producto final.

6. PROPUESTA DE DISEÑO. PCA-1 UMPC.



6.1. Introducción a la propuesta de Diseño.

En el año 2008 la Facultad de Ingenierías de la Universidad del Valle de Cali, Colombia; concretamente el departamento de Ingeniería Mecánica, comenzó a desarrollar productos mediante proyectos de grado relacionados Unidades de Movimiento Pasivo Continuo. Dicho departamento ha realizado hasta la fecha tres (3) UMPC; dos de rodilla y una de tobillo. En el año 2010 se establece la ley 1419 (Ver capítulo 2, 'Marco Contextual'), ley que fomenta la investigación y desarrollo de productos relacionados con la 'Telemedicina' y/o 'Telesalud'. De forma paralela al acontecimiento de la aparición de la nueva ley, aparece en el Departamento de Ingeniería Mecánica la idea de realizar una UMPC controlada a distancia mediante la conexión de inalámbricas, es decir, una UMPC asistida mediante la Teleoperación, manteniendo los propósitos establecidos por la ley 1419 de 2010, referentes a la ampliación de cobertura, disminución de costos de desplazamiento por parte del paciente, disminución de costos en centros de salud y reducción en el riesgo a posibles daños patológicos y contagio de enfermedades por parte del paciente; dicho de otra manera, esas son las necesidades principales de la UMPC asistida mediante la Teleoperación.

Llevar a cabo el desarrollo de un proyecto de UMPC asistido mediante la Teleoperación requiere de la participación de personas formadas en conocimientos de distintas áreas, en este caso el Departamento de Ingeniería Mecánica convocó a dos estudiantes de Ingeniería Mecánica, encargados del funcionamiento cinético y cinemático de la UMPC, un estudiante de Ingeniería Eléctrica a cargo del funcionamiento eléctrico, digital, asistido mediante redes

inalámbricas y arquitecturas físicas y esquemáticas de componente electrónicos. Sumado a esos dos estudiantes, se hizo una convocatoria de manera informal a un estudiante de diseño industrial, al cual se pondría 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 a escala real e inicios de la producción industrial.)⁶⁶

De esa manera se formó el equipo interdisciplinar que une estudiantes de diferentes áreas de estudio como las Ingenierías Mecánica y Electrónica y el Diseño Industrial. De esa manera, es prudente aclarar nuevamente que PCA-1 es referente al nombre del proyecto interdisciplinar que busca conseguir una UMPC asistida mediante 'Teleoperación'. El proyecto relacionado con la Intervención desde el Diseño Industrial con la finalidad de realizar un desarrollo de producto responde al nombre de '*Desarrollo de Unidad de Movimiento Pasivo Continuo UMPC empleada en la rehabilitación de rodilla generando condiciones de 'Confort' en usuario principal (paciente)*', Proyecto que ha sido expuesto e lustrado al lector desde estas páginas. En el momento en que fue conformado el equipo interdisciplinar, ya se había realizado un prototipo funcional a escala humana de PCA-1, es decir, su primera fase, la cual sirvió de referencia para el posterior desarrollo de la fase 2 que de igual manera es mostrada en este proyecto escrito.

Una vez conformado el equipo se procedió a dar puntos de vista a cerca del proyecto desde cada área de conocimiento, identificando de esa manera el campo de oportunidad y acción de cada uno de los estudiantes. En el proceso, la primera necesidad como proyecto, fue la de asignar un nombre, que permitiera identificar el proyecto y trabajar sobre esa identidad construida, así se mediante la construcción por Feedback (retroalimentación) y brainstorming (lluvia de ideas) se construyó el nombre que ha sido mostrado como proyecto general, PCA-1. (Pasivo continuo – académico 1).

La sub-fase siguiente, fue las correspondientes aclaraciones de conceptos desde 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 rodilla. Para ello se realizaron visitas presenciales a la dependencia de la Universidad del Valle Centro Deportivo Universitario CDU ubicado en el campus

⁶⁶ Ulrich, Karl. '*Diseño y desarrollo de productos*' Mc Graw Hill Editorial, Ciudad de México. 2009. Pág 16.

de Meléndez en la Ciudad de Cali. En criterios recibidos en CDU se estableció como principio básico que PCA-1 debería contar con un rango de movimiento de entre -10° y 140° de flexo-extensión, lo que garantizaría el movimiento total de la articulación y sobrepasando los rangos que se tenían en el registro de 'Estado de la técnica'.

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 como muestra son producidas en otros continentes, 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. Así entonces se estableció como principio el uso del texto **"Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995"** elaborado por el docente Jairo Estrada y publicado por la Universidad de Antioquia de Medellín, Colombia, en el cual se ponen en evidencia los percentiles referentes a las estaturas colombianas en el género femenino y el género masculino respectivamente. En las tablas del texto puede verse un rango de estatura femenina colombiana de 144 cm como mínimo y 177,4 como máximo. Mientras en la estatura masculina un rango con un mínimo de 152cm y un máximo de 194cm. ⁶⁷

Existe una ecuación que permite calcular la altura de la rodilla según su estatura y es $(0,286).(h)$. También existe una ecuación que permite calcular la longitud de fémur: $(0,539).(h)$. Según los rangos de medidas ya ilustrados, se procedió a establecer las longitudes de las barras que conformarían el sistema cinético de la UMPC, incluyendo en él las adaptaciones necesarias para su nivel de adaptabilidad entre personas de 144 cm de estatura (mínimo femenino colombiano) y 194 cm (máximo masculino colombiano).

Concepción formal, basada en concepto formal del movimiento gradual del Agua:



Figura 14, Imágenes relacionadas con el movimiento gradual del Agua. Fuente: www.thewaterpage.com

⁶⁷ Estrada, Jairo. "Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995". Universidad de Antioquia, Medellín. 1998.

El movimiento gradual del Agua fue elegido como concepto base en la concepción y desarrollo de forma de la UMPC. La gradación y radiación concéntrica que sugiere el movimiento del agua se verá plasmada en las cavidades plásticas anterior y posterior de la propuesta final que en este proyecto será ilustrada, páginas más adelante. Ver figura 14.

Se eligió el movimiento gradual del agua, por ser un movimiento que en la naturaleza está relacionado con la calma, la quietud, la vida y el bienestar, los conceptos de diseño básico que soportan esta idea son: 'Gradación concéntrica', 'Radiación concéntrica', 'Ritmo', y Katametría. El movimiento del agua mantiene el mismo principio concéntrico en de gradación en casi todas sus situaciones, como se puede ver en las imágenes.

Los colores de la UMPC PCA-1 también fueron basados en los colores del agua, que fueron pertinentes para este proyecto de diseño en específico gracias a sus tonos fríos, lo que en la percepción visual de un usuario es propicio para la calma y la confianza. Así el color principal es el azul claro (R:11 G:169 B:212), dejando el papel secundario a los dos grises de las barras y el terciario al blanco de la base del mecanismo articular. (Ver subcapítulo 6.2, 'Descripción de Propuesta'.)

6.2. Descripción:

La intervención desde el diseño de productos y sus progresivas fases de desarrollo en el proyecto 'PCA-1' han permitido ofrecer como resultado una Unidad de Movimiento Pasivo Continuo UMPC que surge de las necesidades principales de rehabilitación de rodilla en pacientes; principalmente en aquellos que previamente fueron intervenidos de manera quirúrgica, y la de ser a su vez asistidos mediante la 'Teleoperación'. La función principal de PCA-1 es proporcionar al usuario la óptima recuperación en su movimiento articular de rodilla siendo monitoreado a distancia, a su vez ofrecer los parámetros que fueron expuestos como pilares del concepto de 'Confort' en el 'marco conceptual'. Ver figura 15.

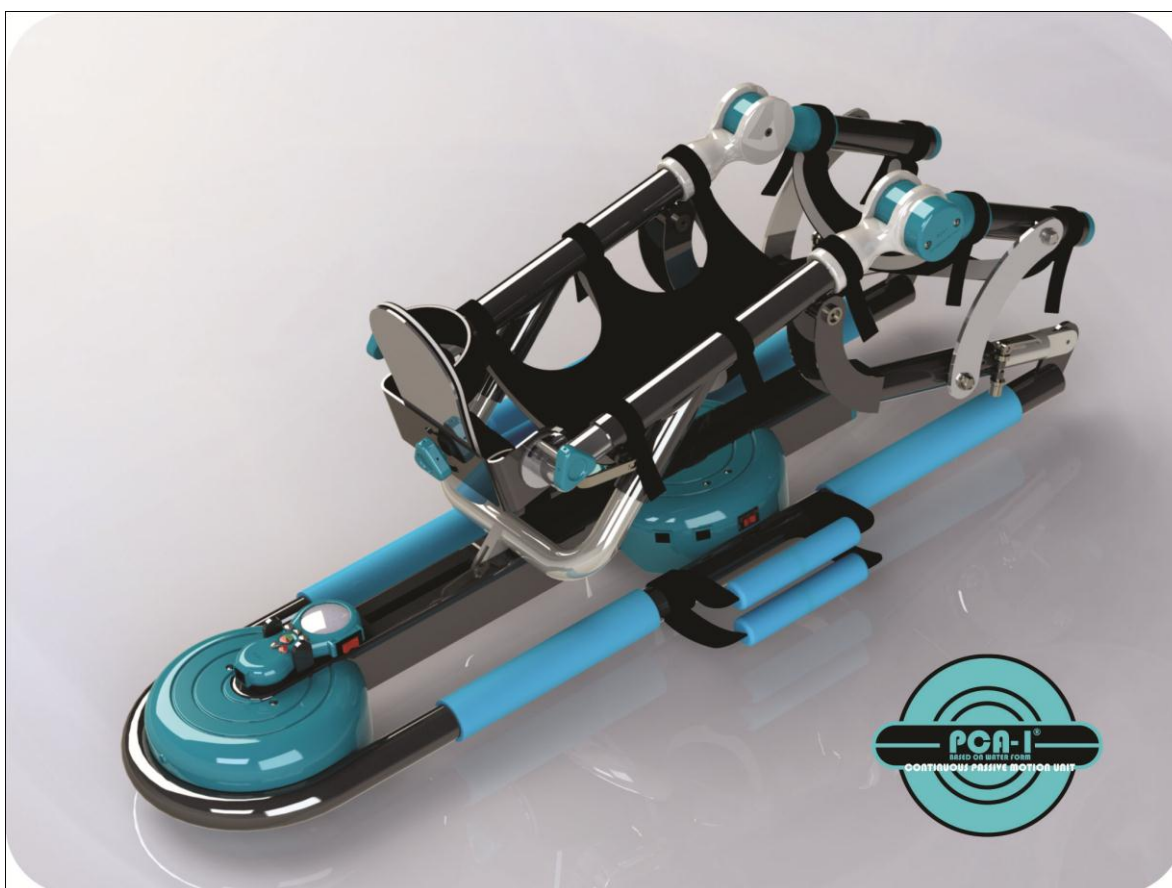


Figura 15. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO.** Fuente: Autor.

Los principales atributos de PCA-1 son:

1. Interacción con percepciones visual y táctil del usuario principal (paciente) generando condiciones de 'Confianza y bienestar'.
2. Condiciones de confort a usuario principal (Paciente) por medio de los cuatro (4) pilares expuestos, Percepción, Antropometría, Usabilidad y tecnicidad.
3. PCA-1 permite un rango de movimiento de flexo-extensión de entre 0° y 140° . (Mayor al de las piezas seleccionadas como estado de la técnica).
4. El paciente puede ser rehabilitado a distancia, incluso encontrándose en zonas de acceso remoto.
5. Ahorro de gastos por parte del paciente.
6. Disminución de riesgos del paciente.
7. El paciente utilizará un menor espacio dimensional para ser rehabilitado.
8. El profesional de la salud podrá monitorear simultáneamente hasta 7 pacientes de manera remota.

La siguiente imagen corresponde a distintas vistas aproximadas a la percepción visual del usuario principal (paciente). Ver figura 16.



Figura 16. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO DESDE DISTINTAS VISTAS.** Fuente: Autor.

6.3. Configuración, funcionamiento, Sistema y Mecanismos:

PCA-1 mantiene el concepto de sistema asistido, siendo además monitoreado mediante la 'Teleoperación'. Ver Figura 17.

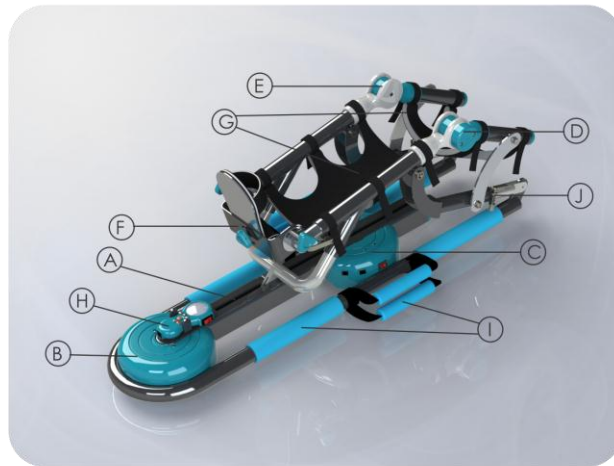


Figura 17. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, SISTEMA CINÉTICO DE 6 BARRAS.**

Fuente: Autor.

Es un sistema controlado mediante un mando manual, que permite al profesional de la salud o al paciente; según el caso controlar las propiedades de funcionamiento con respecto al movimiento que efectuará la rehabilitación del paciente.

En la figura que aparece a continuación se mostrarán los sistemas y mecanismos de PCA-1. Ver Figura 18.



- A. TORNILLO DE PA + MOTOR ELÉCTRICO.
- B. CAVIDAD PLÁSTICA ANTERIOR.
- C. CAVIDAD PLÁSTICA POSTERIOR.
- D. MECANISMO ARTICULAR ADAPTADO.
- E. MECANISMO ARTICULAR SIMPLE.
- F. SISTEMA- SOPORTE PARA PIE.
- G. ÓRTESIS.
- H. CONTROLADOR MANUAL.
- I. AGARRES.
- J. SISTEMAS DE ADAPTABILIDAD.

Figura 18. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, SISTEMAS Y MECANISMOS**

Fuente: Autor.

PCA-1 mantiene el principio de movimiento cinético, llevado a cabo por la rotación de un tornillo de potencia sobre su mismo eje; permitiendo tanto al paciente, como al profesional de la salud la posibilidad de controlar el rango de movimiento, angulación y velocidad del Movimiento Pasivo como será ilustrado en la siguiente imagen. Ver figura 19.

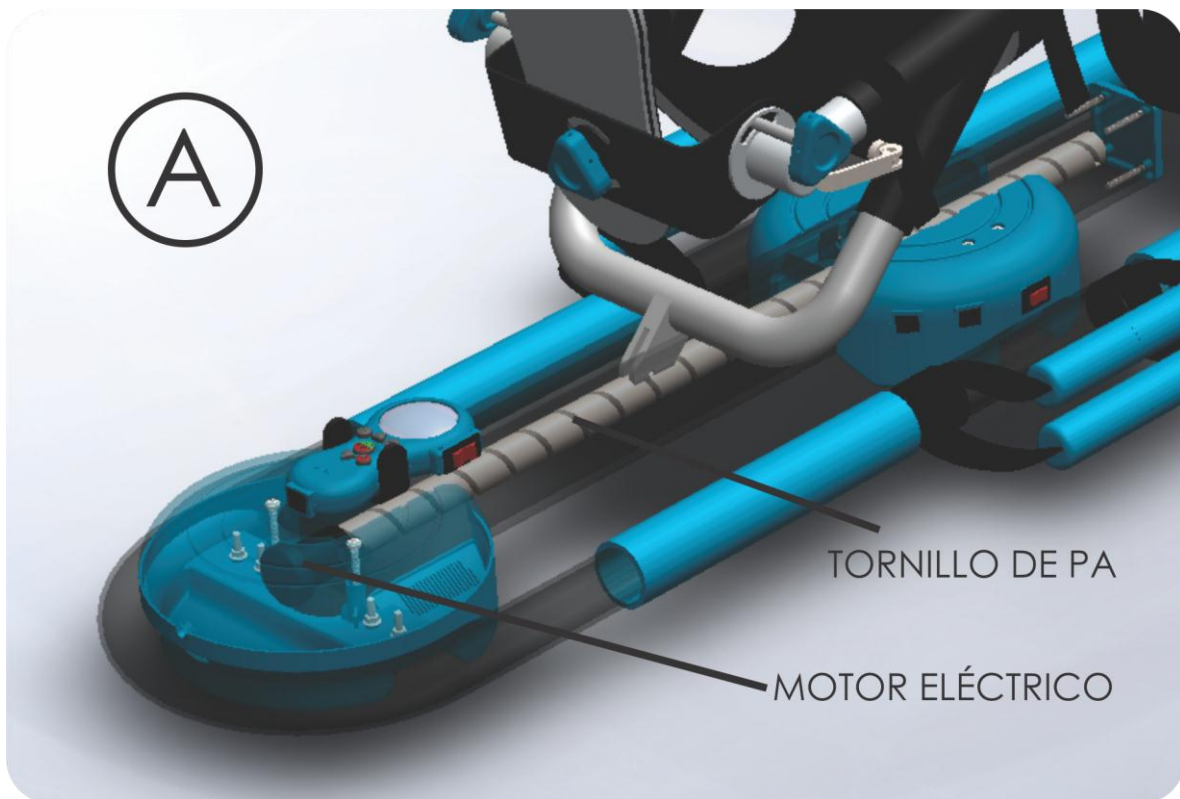


Figura 19. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO FUNCIONAMIENTO INTERNO.**

Fuente: Autor.

PCA-1 cuenta con cavidades plásticas de material ABS, permitiendo en su interior el funcionamiento de los componentes electrónicos sin ser afectados, manteniendo la integridad de la UMPC y de la salud del paciente en rehabilitación, a continuación se mostrará la cavidad plástica anterior. Ver figura 20.

CAVIDAD PLÁSTICA ANTERIOR

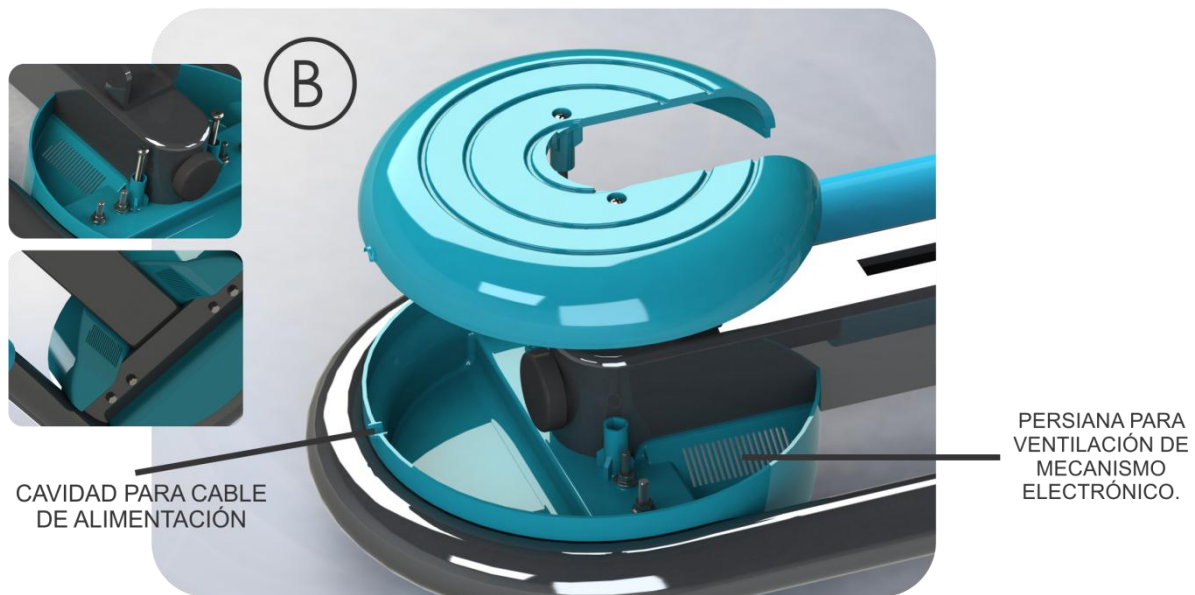


Figura 20. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, CAVIDAD PLÁSTICA ANTERIOR.**

Fuente: Autor.

La cavidad plástica posterior cuenta con adaptaciones formales necesarias para la interacción con piezas electrónicas standard como las cavidades para cables telefónicos, que comunican el cerebro de la UMPC ubicado en el interior de la cavidad plástica posterior con el sensor de angulación y el controlador manual. También cuenta con la adaptación necesaria para interacción con el switch que controla el encendido o apagado de la UMPC. Ver Figura 21.

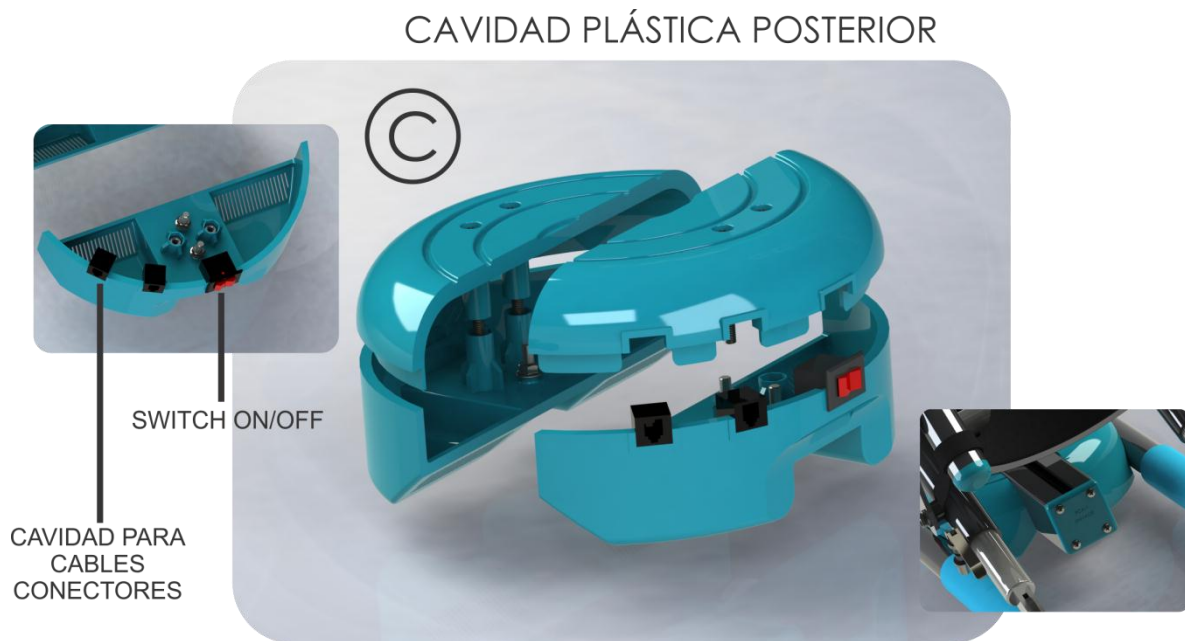


Figura 21. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, CAVIDAD PLÁSTICA POSTERIOR**

Fuente: Autor.

Uno de los principales atributos de PCA-1 es el mecanismo articular que será mostrado a continuación, dicho mecanismo permite un rango de movimiento de flexo-extensión de -10° a 140° . A su vez, cuenta con una pequeña cavidad adaptada para la conexión con el sensor de angulación o potenciómetro lineal. Ver Figuras 22 y 23.

MECANISMO ARTICULAR ADAPTADO

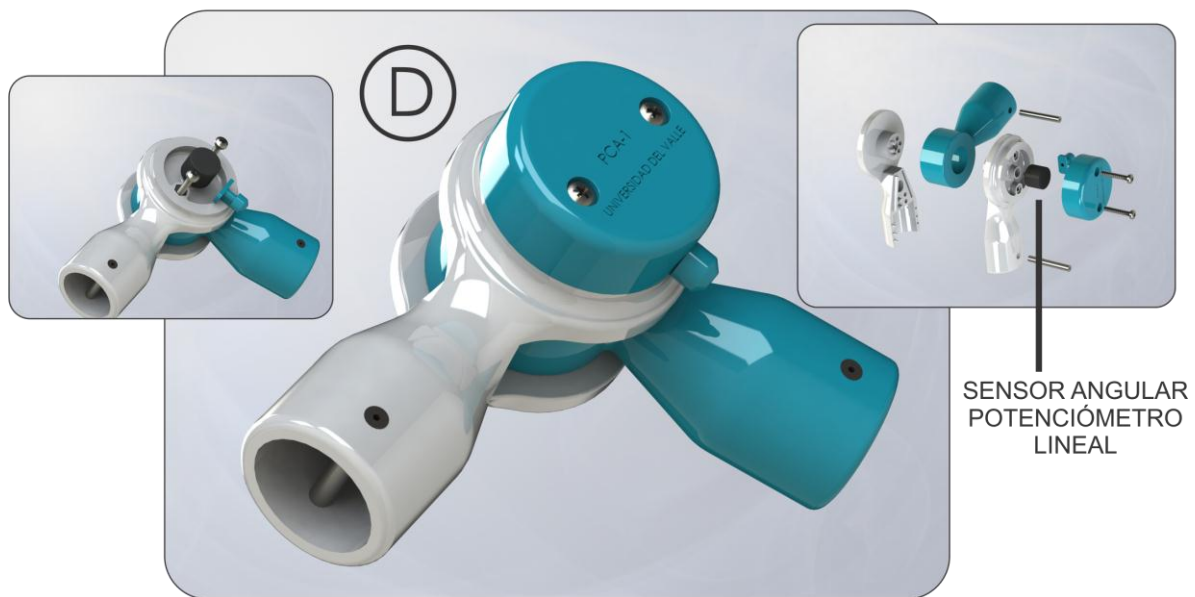


Figura 22. PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, MECANISMO ARTICULAR ADAPTADO.

Fuente: Autor.

MECANISMO ARTICULAR SIMPLE



Figura 23. PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, MECANISMO ARTICULAR SIMPLE.

Fuente: Autor.

PCA-1 ofrece al usuario principal un sistema de soporte para pie que garantiza su estabilidad. Ver Figuras 24 y 25.

SISTEMA DE SOPORTE PARA PIE

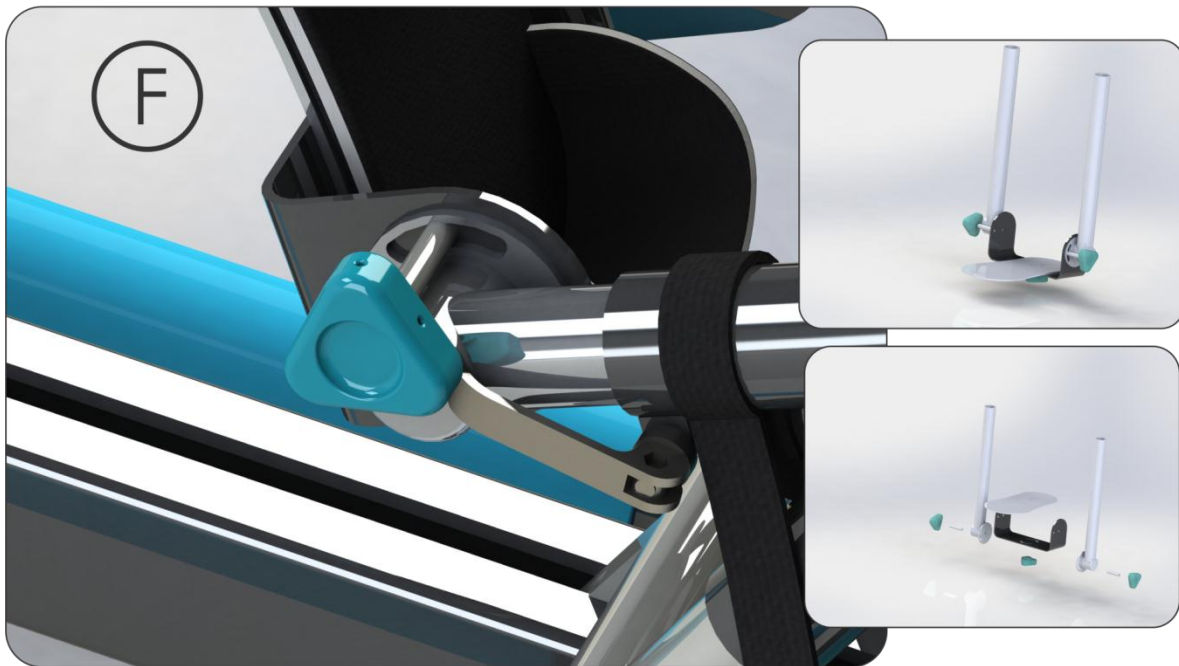


Figura 24. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, SISTEMA DE SOPORTE PARA PIE.**

Fuente: Autor.

ÓRTESIS



Figura 25. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, ÓRTESIS.**

Fuente: Autor.

El controlador manual de PCA-1 permite al paciente o profesional de la salud; según el caso, controlar los rangos de angulación de flexión, angulación de extensión, velocidad, retardo de extensión y tiempo de trabajo.

Cuenta además con las adaptaciones formales necesarias para interactuar con puerto standard de cable telefónico, mediante el cual se comunica con el centro de mando ubicado en la cavidad plástica posterior. Cuenta también con un sistema de adaptación para switch, que controla el tipo de control, permitiendo el trabajo mediante el control local o el control asistido mediante la 'Teleoperación'.

Cuenta en su interior con placa electrónica impresa, teclado, antena X8Re, pantalla digital y protector de pantalla. Ver figura 26.

CONTROLADOR MANUAL

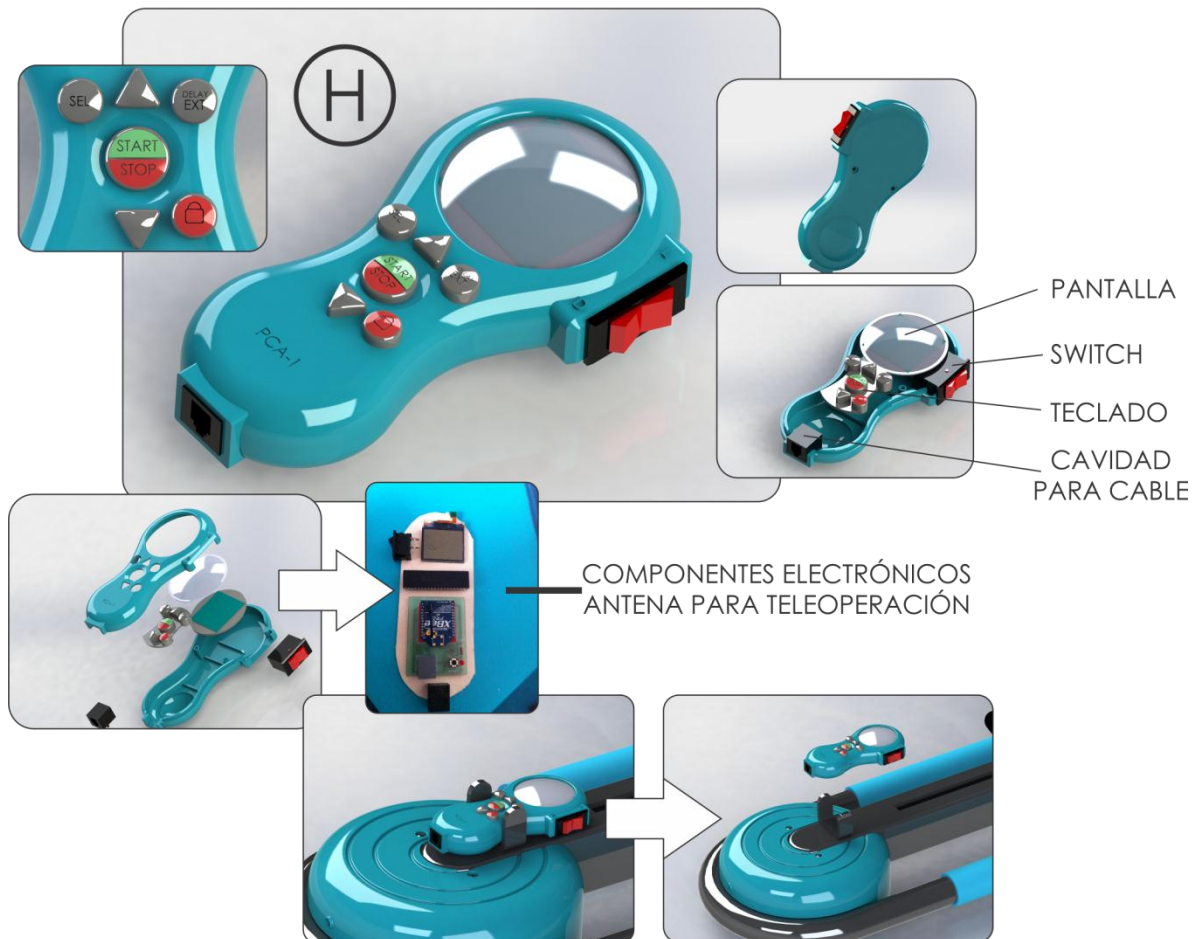


Figura 26. **PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, CONTROLADOR MANUAL.**

Fuente: Autor.

Teniendo en cuenta que será un producto susceptible de cambios constantes de locación, es necesario contar con óptimos sistemas de agarre: Ver Figura 27.

AGARRES.

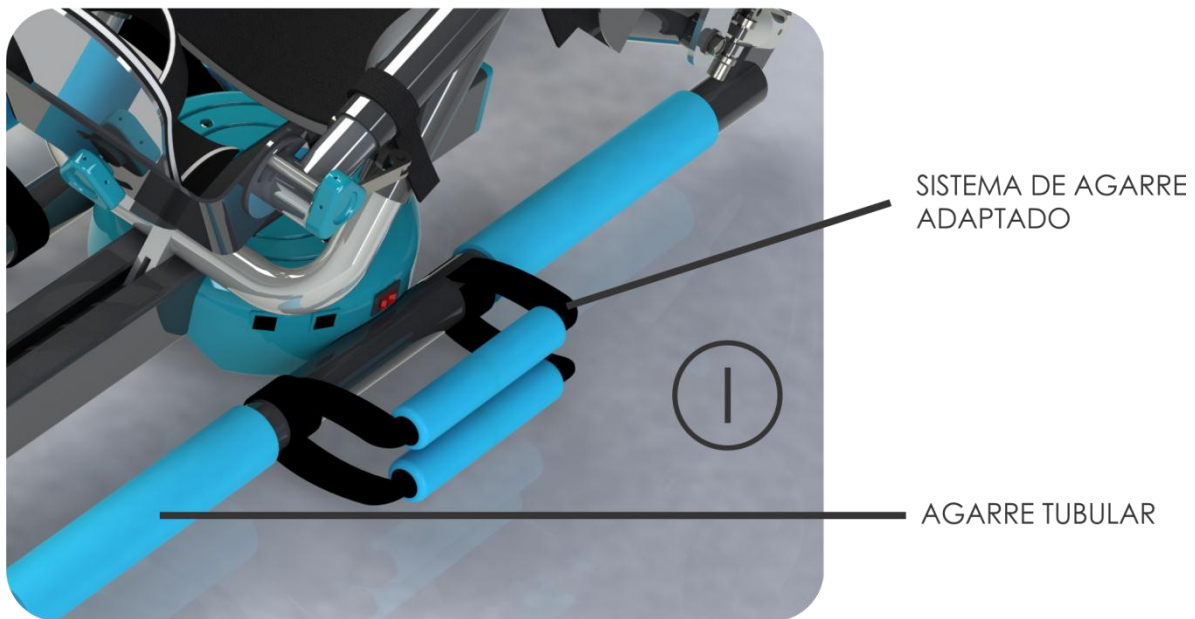


Figura 27. PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, AGARRES.

Fuente: Autor.

Aunque las medidas de PCA-1 fueron basadas en medidas antropométricas colombianas, es necesario ofrecer al Usuario principal los niveles necesarios de adaptabilidad. Ver Figura 28.

SISTEMAS DE ADAPTABILIDAD

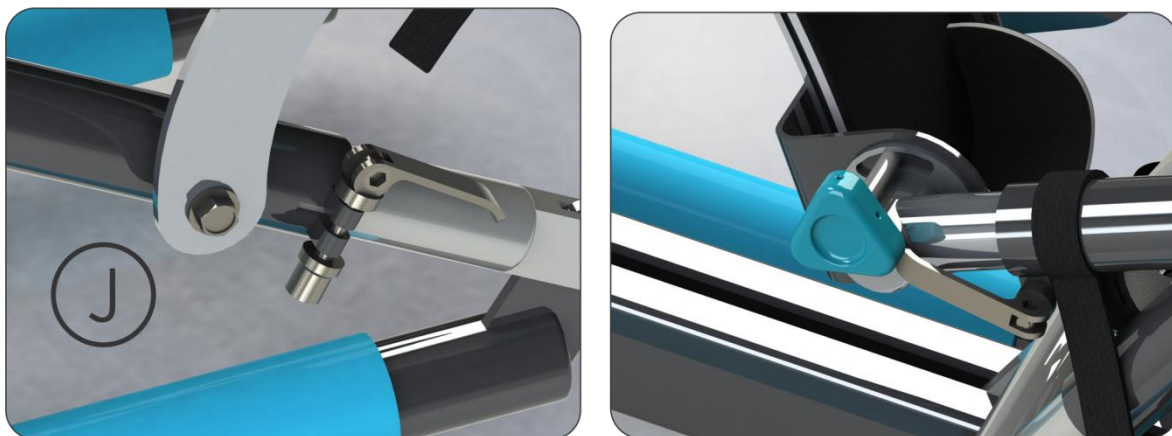


Figura 28. PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, SISTEMAS DE ADAPTABILIDAD.

Fuente: Autor.

6.4. Funcionamiento – Secuencia de Uso:

PCA-1 debe colocarse sobre una superficie plana, sobre la misma superficie el paciente deberá permanecer acostado con la pierna a rehabilitar puesta sobre la UMPC. Ver figura 29.

PROGRESIÓN SINÉTICA

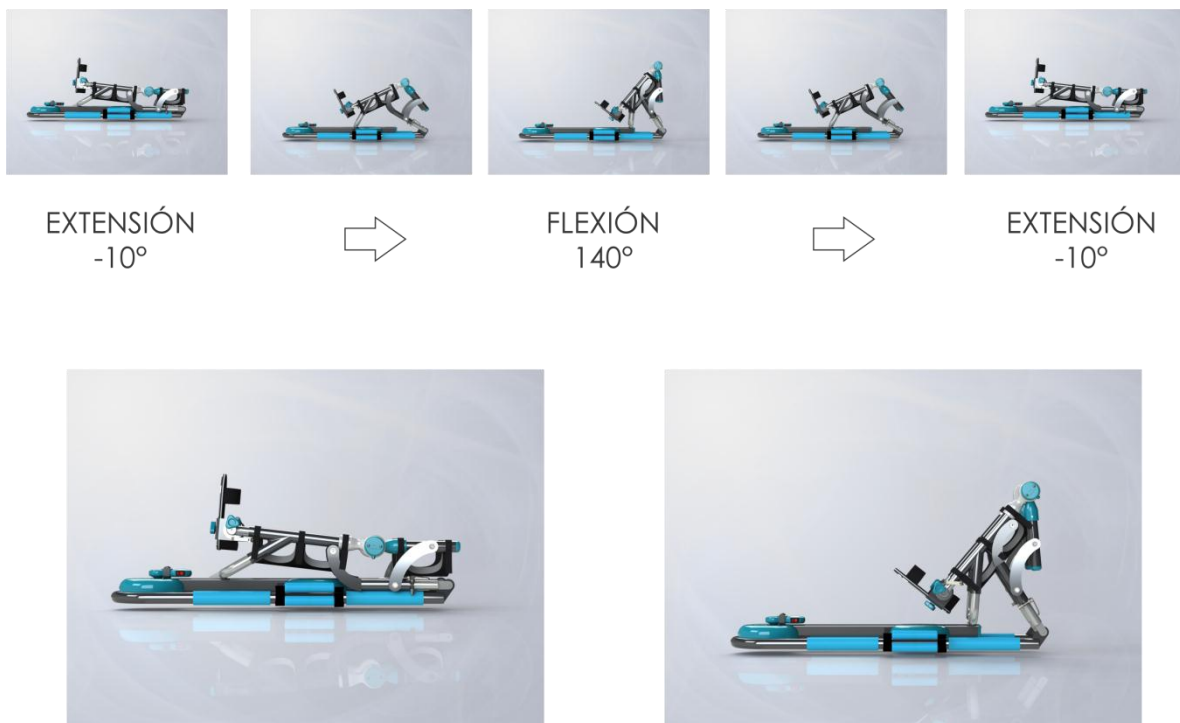


Figura 29. PCA-1 UNIDAD DE MOVIMIENTO PASIVO CONTINUO, APROGRESIÓN CINÉTICA.

Fuente: Autor.

Una vez que las dos partes (UMPC + paciente) estén ubicadas en posición, PCA-1 realizará el movimiento de la articulación que precise de rehabilitación. El movimiento del tornillo de potencia hace que la barra conectada con el sistema de apoyo para el pie produzca el movimiento de la articulación.

A continuación se ilustrará al lector la arquitectura esquemática de componentes electrónicos internos y externos de PCA-1 con la finalidad de dar a entender su funcionamiento. Ver figura 30.

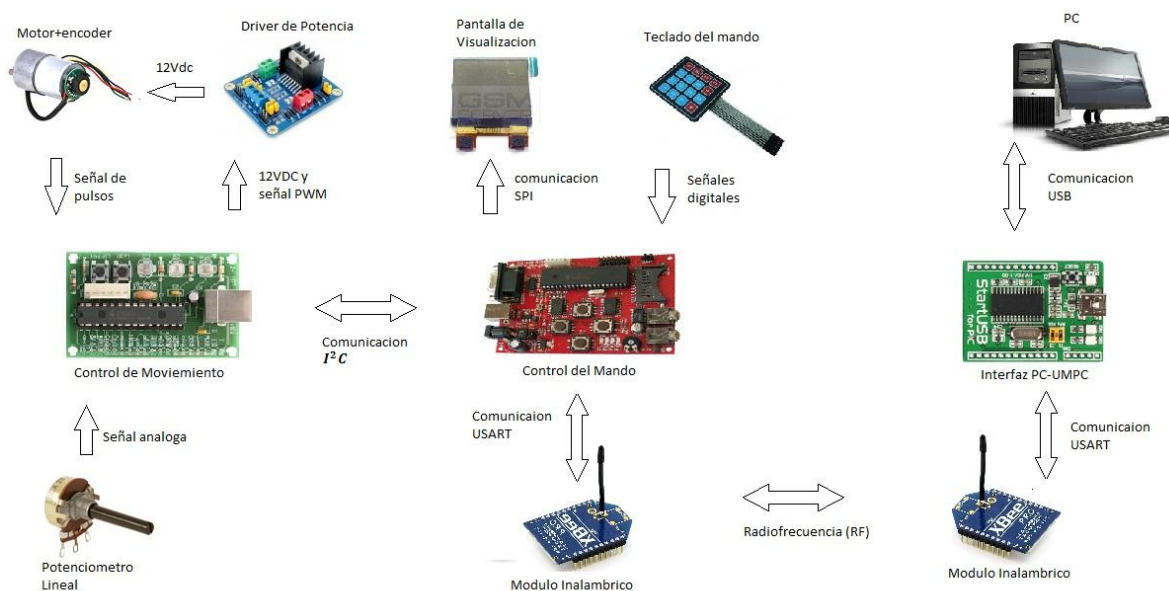


Figura 30. Arquitectura esquemática electrónica de PCA-1.

Fuente: Jairo Balanta Tovar. (Estudiante a cargo de funcionamiento mecánico de PCA-1.)*

*Con respecto a la arquitectura esquemática electrónica, es prudente mencionar que se cuenta con recursos disponibles para realizar una UMPC completamente automática, 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.

Secuencia de Uso:

1. El paciente debe encontrarse acostado mirando hacia arriba sobre una superficie plana, generalmente se utilizan camas o camillas, según el caso. Ver figura 31.

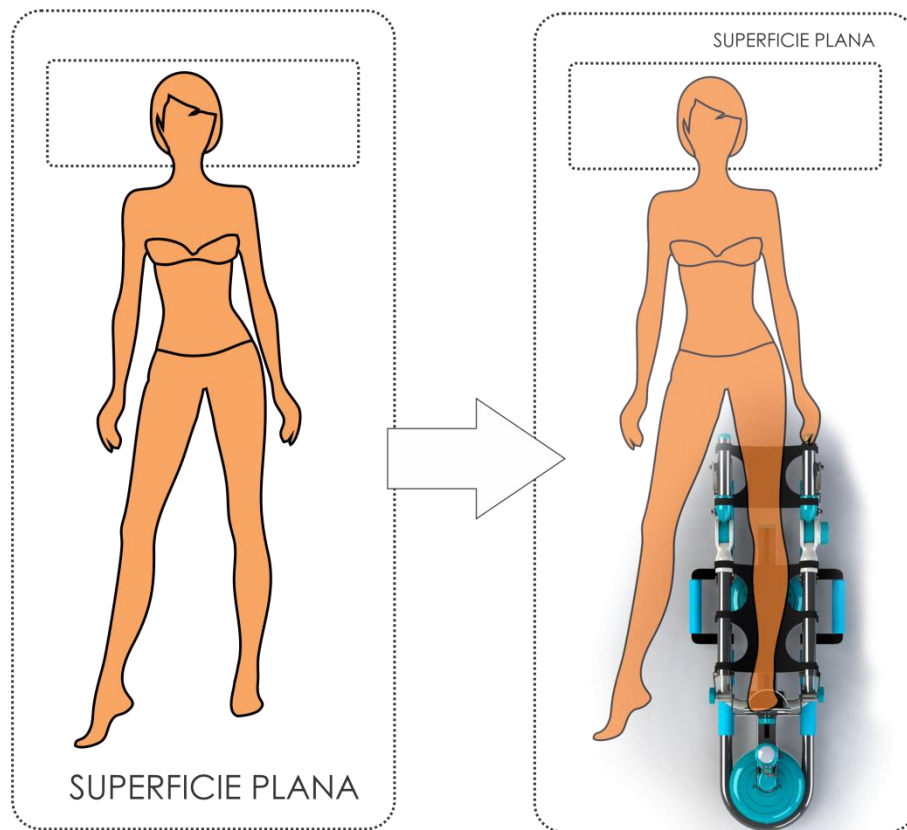


Figura 31. Secuencia de Uso desde vista superior. Fuente: Autor.

2. El miembro superior afectado debe ser puesto sobre PCA-1 UMPC, a su vez PCA-1 debe ser puesta sobre la misma superficie plana donde se encuentra el paciente.

3. Una vez ubicados paciente y UMPC en posición, encender y programar PCA-1. La unidad realizará el movimiento pasivo requerido para la rehabilitación del paciente. Ver figura 32.

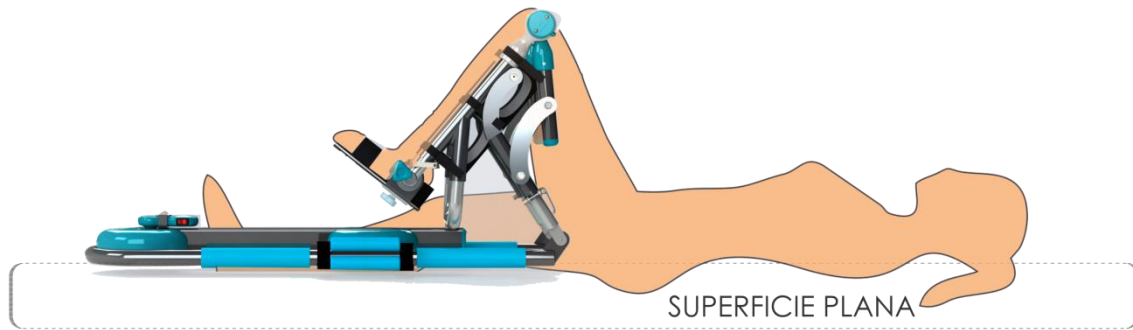


Figura 32. Secuencia de Uso desde vista lateral. Fuente: Autor.

6.5. Materiales:

Para la construcción y posterior producción de PCA-1 se utilizarán cinco (5) materiales cuyas propiedades son acordes a los requerimientos y determinantes establecidos (ver capítulo 5, 'Planteamiento'). Debe tenerse en cuenta que la finalidad de PCA-1 es ser transportado constantemente a diferentes ciudades, municipios o corregimientos, según ese orden de ideas los materiales deberán garantizar su estabilidad formal con respecto a cambios bruscos de presión y/o temperatura, resistencia a la posible intemperie y al desgaste acelerado, debe cumplir además con el requisito de liviandad requerido para no causar molestias a pacientes o profesionales de la salud encargados de transportarlo de un lugar a otro en casos específicos, por lo que debe contar con un peso menor a 10 kg. En el caso específico de agarres y órtesis es necesario ofrecer al usuario principal materiales que interactúen de manera suave, elástica y flexible con su piel.

Los materiales utilizados en la producción de PCA-1 serán:

1. Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS).
2. Aluminio.
3. Etilvinilmetacrilato (EVA).
4. Poliuretano.
5. Policarbonato (PC).

1. Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS):

El ABS es un polímero termoplástico cuyas propiedades principales son la resistencia al impacto, baja conductividad eléctrica, estabilidad formal en altas temperaturas, estabilidad formal en bajas temperaturas, resistencia a rayos UV, además permite acabados superficiales de brillo, teniendo además una elevada resistencia a rayones. En la industria electrónica es utilizado en recubrimientos de carcasas de televisores, impresoras, radios, pantallas de ordenador, entre otras.

En el caso de PCA-1 será utilizado para recubrimientos de 'Cavidad plástica Anterior', 'Cavidad plástica Posterior', 'Mecanismo articular adaptado', 'Mecanismo articular simple', carcasas de 'Controlador manual', adaptaciones mariposa en 'Sistema de apoyo para pie' y los tapones de barrenos de barras de aluminio y esqueleto de la UMPC.

ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIRENO (ABS) PROPIEDADES FISICOMECAÑICAS	
ALARGAMIENTO A LA ROTURA %	45
COEFICIENTE DE FRICCIÓN	0,5
MODULO DE TRACCIÓN (Gpa)	2,1 - 2,4
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Mpa)	41-45
RESISTENCIA AL IMPACTO	200-400
ABSORCIÓN A H ₂ O	0,3-0,7
DENSIDAD (g cm ³)	1,05
RESISTENCIA A LA RADIACIÓN	ACEPTABLE

Fuente: www.siim.com

2. Aluminio:

El aluminio es un metal cuyos principales atributos son sus elevadas propiedades físico-mecánicas, baja toxicidad y liviandad.

En el caso de PCA-1 será utilizado en la estructura esquelética, es decir la base de la máquina y su composición cinética mediante el sistema de seis barras. Para ello se utilizarán diámetros de 1 1/2" (Una pulgada y media, 38,1mm) y de 1 1/4" (Una pulgada y un cuarto, 31,75mm).

ALUMINIO PROPIEDADES FISICOMECAÑICAS	
ESFUERZO (N/mm2)	250
ELASTICIDAD E, M. DE YOUNG (Mpa)	70.000
DENSIDAD (G/CM3)	2,7
PUNTO DE FUSIÓN (*C)	660
RANGO DE TEMPERATURA DE TRABAJO	150
CONDUCTIBILIDAD ELÉCTRICA (m/Ohm MM)2	29
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	200
COEFICIENTE EXPANSIÓN LINEAL	24
MAGNÉTICO	SÍ
TÓXICIDAD	NINGUNA
RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	SI
MECANIZADO	FÁCIL
MALEABLE	SI

Fuente: www.puentelara.blogspot.com

3. Etilvinilacetato (EVA):

El EVA es un material polímero que a pesar de pertenecer a la familia de los termoplásticos en cuanto a su procesamiento, se comporta de manera similar a los elastómeros con respecto a su suavidad, estabilidad, flexibilidad, claridad, brillo, propiedades de barrera, resistencia a bajas temperaturas, resistencia al estrés, propiedades de adhesivo, baja absorción de líquidos y resistencia a rayos UV.

En el caso de PCA-1 será utilizado en los sistemas de agarre, tubular y adecuado respectivamente.

ETILVINILACETATO (EVA) PROPIEDADES FISICOMECAICAS	
DONTENIDO DE VA	16
DENSIDAD	0,937
MFI	1,5
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	170
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	700
FRAGILIDAD EN FRÍO	<-76
PTO DE ABLANDAMIENTO VICAT	67
PTO DE FUSIÓN	89
DUREZA SHORE A	37

Fuente: www.tecnologiadelosplasticos.blogspot.com

4. 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 PCA-1 se utilizará en la constitución formal de las órtesis que interactúan con tibia y fémur respectivamente.

POLIURETANO PROPIEDADES FISICOMECAICAS	
DENSIDAD	40
RESISTENCIA COMPRESIÓN	3
MÓDULO COMPRESIÓN	65
RESIST. TRACCIÓN	4,5
RESIST. SIZALLAMIENTO	2,5
COEF CONDUCTIVIDAD	0,017
CELDAS CERRADAS	90/95
ABSORCIÓN H2O	490
MÓDULO DE ELASTICIDAD	40/200

Fuente: www.eis.uva.es

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.

En el caso de PCA-1 será utilizado para el protector de la pantalla del controlador manual.

POLICARBONATO PROPIEDADES FISICOMECAÑICAS	
ALARGAMIENTO A ROTURA (%)	100/150
COEFICIENTE DE FRICCIÓN	0,31
DUREZA-ROCKWELL	M70
MÓDULO DE TRACCIÓN (GPa)	2,3/2,4
RELACIÓN DE POISSON	0,37
RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN	ene-00
RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)	>80
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (MPa)	55/75
RESISTENCIA AL IMPACTO (J m-1)	850
ABSORCIÓN DE H2O	0,35
DENSIDAD	1,2
RESISTENCIA UV	ACEPTABLE

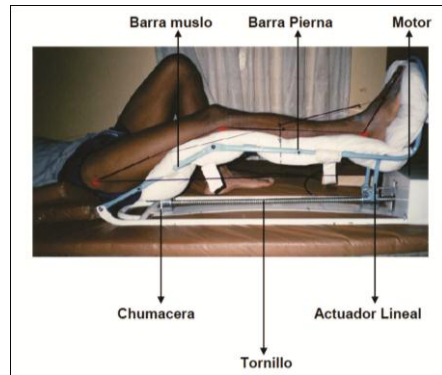
Fuente: www.eis.uva.es

6.6. Fichas y Planos Técnicos:

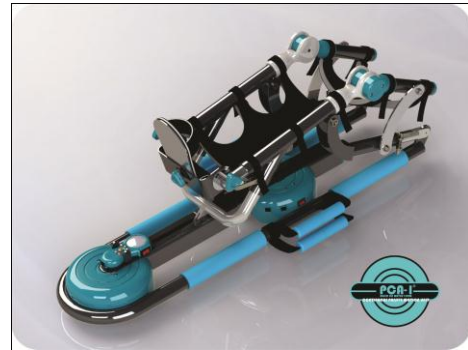
(Ver anexo 6. Fichas y Planos técnicos de PCA-1.)

6.7. Fase 1 vs Fase 2. Entradas y Salidas.

La primera comparación que debe hacerse con PCA-1 es entre los resultados mostrados entre la fase 1 y la fase 2, en donde puede evidenciarse el desarrollo generado. Es importante la intervención por parte del diseño industrial para lograr definir dicho desarrollo.



Fase 1.



Fase 2.

Es prudente también tener en cuenta las entradas y salidas que ofrece PCA-1 como sistema, en la flecha del lado izquierdo, referente a las entradas, aparecen ítems de color negro sin numeración e ítems de color azul numerados, respectivamente los primeros hacen referencia a las UMPC en general, los segundos hacen referencia a las entradas que ofrece PCA-1.

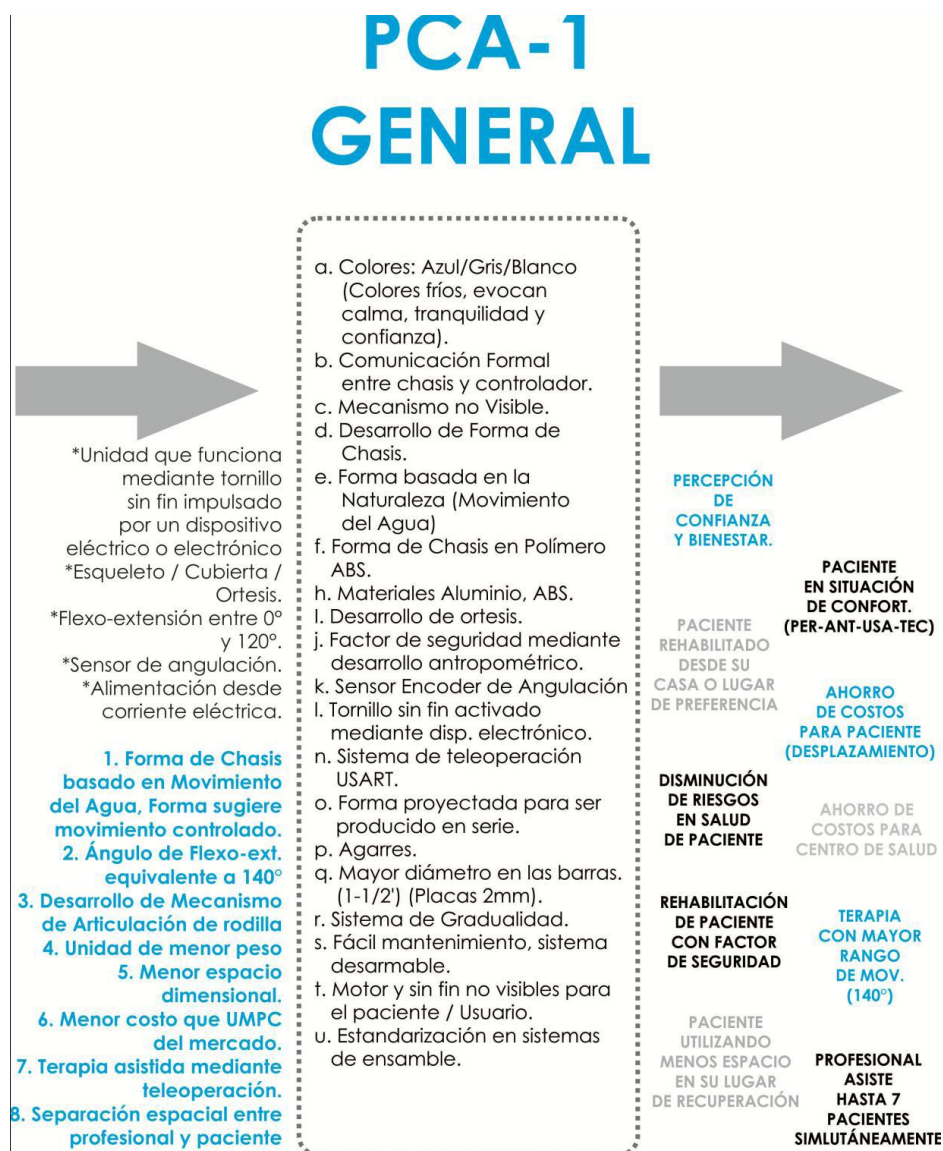


Gráfico 1. Entradas y salidas de PCA1 como sistema. Fuente: Autor.

6.8. Proceso de concepción y desarrollo de forma:

A continuación serán mostradas imágenes referentes al proceso de concepción y desarrollo de forma realizado entre los meses de Enero y Julio de 2013. Mediante dicho proceso se logró establecer la estructura de forma que fue mostrada como propuesta final en esta fase de PCA-1.

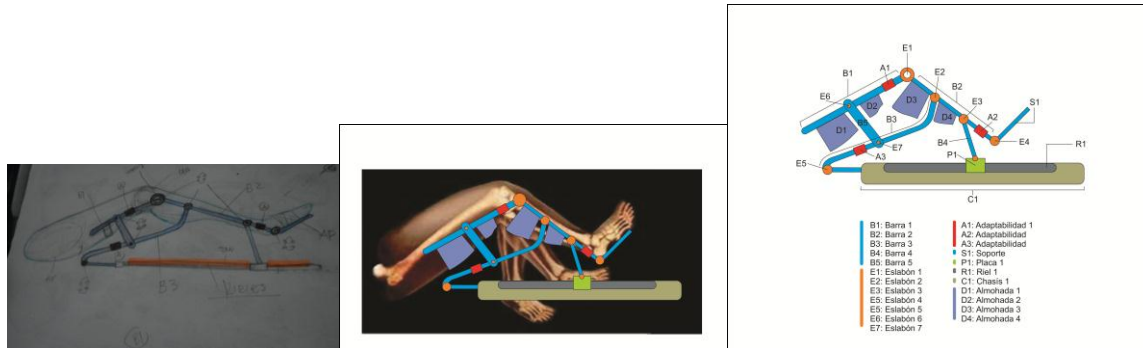


Figura 1: Concepción de esquema formal, mecanismo de 6 barras. Fuente: Autor.



Figura 2: Concepción de sistema de apoyo para pie. Fuente: Autor.



Figura 3: Concepción de mecanismo articular. Fuente: Autor.



Figura 4: Primer modelo de comprobación a Escala. Fuente: Autor.

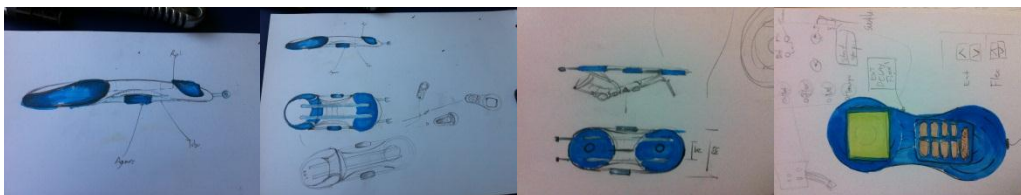


Figura 5: Bocetación manual de cavidades plásticas y controlador manual . Fuente: Autor.



Figura 6: Presentación de primera alternativa de diseño. Fuente: Autor.



Figura 7: Modelación virtual paramétrica de PCA-1. Fuente: Autor.

7. CONCLUSIONES GENERALES:

1. 'Vivir' es la necesidad de necesidades, entendiendo que es la necesidad primaria del ser humano, sin embargo, la necesidad de rehabilitación en el cuerpo humano; entendida como una necesidad superflua, puede llegar a convertirse en una necesidad primaria, según la perspectiva de este proyecto. Según ese orden de ideas, PCA-1 puede entrar a satisfacer una necesidad primaria, si la necesidad de la rehabilitación es entendida como tal.
2. Una persona en situación de lesión o discapacidad; según el caso, generalmente muestra un proceso psicosocial de disminución, afectando así su autoimagen e idea de carácter que pueda tener de sí mismo. Según el trabajo de campo realizado, ese proceso de disminución psicológica se presenta al encontrarse en situación de dependencia total o moderada de sus familiares o personas cercanas, pues el nivel básico de independencia necesario para percepción de 'Bien vivir' disminuye o desaparece en el proceso de patología y posterior recuperación al necesitar ayuda completa o parcial en la realización de sus actividades de la Vida Cotidiana. Las UMPC y en especial PCA-1 contribuyen en su proceso de recuperación física y posteriormente psicosocial mediante la recuperación gradual de su movimiento articular y con esta, la recuperación gradual de su independencia psicológica.
3. El 'Confort' es una determinante de la calidad de vida, en la medida en que sus cuatro (4) pilares (Percepción, Antropometría, Usabilidad y Tecnicidad) cumplan con los requerimientos establecidos en el proceso de concepción del producto. Si se garantiza PCA-1 como un producto confortable, se está garantizando la óptima rehabilitación del paciente y por ende la recuperación de su independencia psicofísica y psicosocial, generando así una revalidación en el nivel de calidad de vida que pudo verse afectado en algún momento por causa de una patología de rodilla.
4. Los procesos de rehabilitación de rodilla generalmente se llevan a cabo durante periodos relativamente cortos de tiempo, no obstante el tratamiento debe realizarse en el momento propicio, después de superar la patología, pues en el caso de hacerlo de otra manera el paciente puede sufrir afecciones permanentes. Una de las finalidades de PCA-1 es garantizar un eficaz proceso de recuperación mediante el MPC, haciendo que recupere de manera gradual el movimiento y la funcionalidad naturales de su articulación de rodilla.
5. La dependencia que pueda llegar a generarse en pacientes en situación de

lesión generalmente es pasajera, a diferencia de la dependencia generada en situación de discapacidad total, pues generalmente los familiares son quienes de manera subconsciente generan dicha dependencia mediante sugerencias y excesos de atención en la realización de Actividades de la vida diaria realizadas por la persona afectada. Uno de los objetivos de PCA-1 es lograr que el tiempo requerido para el proceso de rehabilitación; y con él la situación de dependencia, requieran de un rango de tiempo menor.

6. El acceso a procesos relacionados con la rehabilitación en Colombia implica un gasto considerable para el paciente, no solo por los recursos utilizados en el desplazamiento y cuidado de su cuerpo durante la rehabilitación, sino por los recursos que según el caso deja de adquirir o producir debido a su situación de lesión. Esa idea ha sido ilustrada en el 'Trabajo de Campo'. PCA-1 tiene como objetivo garantizar el acceso a rehabilitación mediante MPC y Teleoperación a personas en condiciones de estratificación Baja y Media-Baja. (Ver Marco Contextual.)
7. Según fue ilustrado en el subcapítulo referente al 'Estado de la técnica', la totalidad de las piezas analizadas anteriormente fueron realizadas con base en medidas antropométricas distintas a las presentadas en el contexto colombiano y/o latinoamericano. En contraste, PCA-1 fue realizada teniendo en cuenta medidas antropométricas y sus respectivos percentiles encontrados mediante un estudio realizado en Colombia, esa información fue extraída del texto **"Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana, 1995"** realizado por el antioqueño Jairo Estrada.
8. De igual manera, tanto algunas de las piezas seleccionadas como muestra referente al estado de la técnica; como PCA-1 en su primera fase de desarrollo, muestran un rango permitido de movilidad a la cadera muy restringido, comprometiendo además la zona genital del paciente. Debido a esa situación se tomó la decisión de generar un sistema de funcionamiento de seis (6) barras, logrando así que la cadera y la zona genital del paciente dejen de verse implicadas en la interacción entre UMPC, es decir, protegiendo las zonas mencionadas.
9. PCA-1 permite un movimiento de Flexo-extensión con un rango de angulación de entre -10° y 140° . Esa condición de movimiento no ha sido generada por ninguna de las piezas seleccionadas como muestra, pues la angulación máxima encontrada previamente obedece a un rango de angulación de entre -10° y 120° , es decir, en el análisis previo realizado sobre el estado de la técnica, ninguna de las UMPC permitía dicho rango de movimiento hasta la aparición de PCA-1, que cuenta con un rango de angulación de 20° más.

10. La ampliación de cobertura propuesta por los principios de la 'Teleoperación' tienen como base la disminución de costos por parte del paciente en recuperación y la disminución con respecto a posibles afecciones en su patología o contagio de posibles enfermedades como fue expuesto en el capítulo 'Marco Contextual', siendo esa la finalidad de los productos operados mediante 'Teleoperación'. El atributo principal del proyecto PCA-1 es su funcionamiento asistido mediante Teleoperación, por lo cual contribuye a la disminución de gastos y riesgo de afecciones en su patología como lo propone la ley 1419 de 2010 que ha sido expuesta anteriormente.
11. La concepción de productos mediante:
 - a. Modelos a escala experimentales (con materiales de fácil acceso como madera, cartón o papel).
 - b. Bocetación teniendo en cuenta las condiciones necesarias para el funcionamiento electromecánico del producto.
 - c. Modelación virtual paramétrica

Permite generar un desarrollo de producto con un nivel de asertividad más elevado que el de productos que obvian alguno de los procesos mencionados. En el caso de PCA-1 se optó por la metodología de trabajo que sugiere los procesos mencionados (a, b y c).
12. La concepción de forma de PCA-1 Basada en el movimiento gradual y circular del agua, sugiere una relación entre el subconsciente del usuario y el producto generando condiciones de confort visual, mediante la sensación de movimiento controlado, armonía, equilibrio y gradación.
13. El desarrollo de una UMPC de manera interdisciplinar permite concebir un producto de esta naturaleza integrando las perspectivas de cada disciplina, logrando una mayor afinidad en el 'Diseño de detalles', 'Arquitectura de Producto', 'Funcionalidad' y 'Tecnicidad'.

ANEXOS:

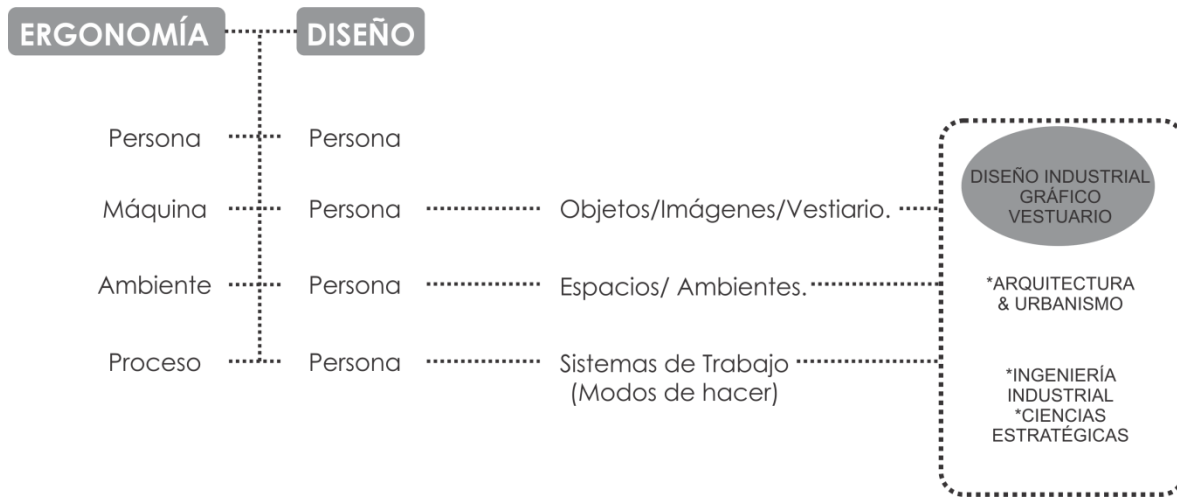
ANEXO 1. MATIZ DE NECESIDADES Y SATISFACTORES:

Necesidades según categorías esenciales Necesidades según categorías axiológicas	SER	TENER	HACER	ESTAR
SUBSISTENCIA	Salud física, salud mental, equilibrio, solidaridad, humor, adaptabilidad.	Alimentación, abrigo, trabajo.	Alimentar, procrear, descansar, trabajar.	Entorno vital, entorno social.
PROTECCIÓN	Cuidado, adaptabilidad, autonomía, equilibrio, solidaridad.	Sistemas de seguros, ahorro, seguridad social, sistemas de salud, legislaciones, derechos, familias, trabajo.	Cooperar, prevenir, planificar, cuidar, curar, defender.	Entorno vital, entorno social.
AFECTO	Autoestima, solidaridad, respeto, tolerancia, generosidad, receptividad, pasión, voluntad, sensualidad, humor.	Amistades, parejas, familia, animales domésticos, plantas, jardines.	Hacer el amor, acariciar, expresar emociones, compartir, cuidar, cultivar, apreciar.	Privacidad, intimidad, hogar, espacios de encuentro.
ENTENDIMIENTO	Conciencia crítica, receptividad, curiosidad, asombro, disciplina, intuición, racionalidad.	Literatura, maestros, método, políticas educacionales, políticas comunicacionales.	Investigar, estudiar, experimentar, educar, analizar, meditar, interpretar.	Ámbitos de interacción formativa: escuelas, universidades, academias, agrupaciones, comunidades, familia.
PARTICIPACIÓN	Adaptabilidad, receptividad, solidaridad, disposición, convicción, entrega, respeto, pasión, humor.	Derechos, responsabilidades, obligaciones, atribuciones, trabajo.	Aliviarse, cooperar, proponer, compartir, discrepar, atacar, dialogar, acordar, opinar.	Ámbitos de interacción participativa: partidos, asociaciones, iglesias, comunidades, vecindarios, familias.

Necesidades según categorías esenciales Necesidades según categorías axiológicas	SER	TENER	HACER	ESTAR
OCIO	Curiosidad, receptividad, imaginación, despreocupación, humor, tranquilidad, sensualidad.	Juegos, espectáculo, fiestas, calma.	Divagar, abstraerse, sonar, añorar, fantasear, evocar, relajarse, divertirse, jugar.	Privacidad, intimidad, espacios de encuentro, tiempo libre, ambientes, paisajes.
CREACIÓN	Pasión, voluntad, intuición, imaginación, audacia, racionalidad, autonomía, inventiva, curiosidad.	Habilidades, destrezas, método, trabajo.	Trabajar, inventar, construir, idear, componer, diseñar, interpretar.	Ámbitos de producción y retroalimentación: talleres, ateneos, agrupaciones, audiencias, espacios de expresión, libertad temporal.
IDENTIDAD	Pertenencia, coherencia, diferenciación, autoestima, asertividad.	Simbolos, lenguajes, hábitos, costumbres, grupos de referencia, sexualidad, valores, normas, roles, memoria histórica, trabajo.	Comprometerse, integrarse, confrontarse, definirse, conocerse, reconocerse, actualizarse, crecer.	Socio-ritmos, entornos de la cotidianidad, ámbitos de pertenencia, etapas madurativas.
LIBERTAD	Autonomía, autoestima, voluntad, pasión, asertividad, apertura, determinación, audacia, rebeldía, tolerancia.	Igualdad de derechos.	Discrepar, optar, diferenciarse, arriesgarse, conocerse, asumirse, desobedecer, meditar.	Plasticidad espacio-temporal.

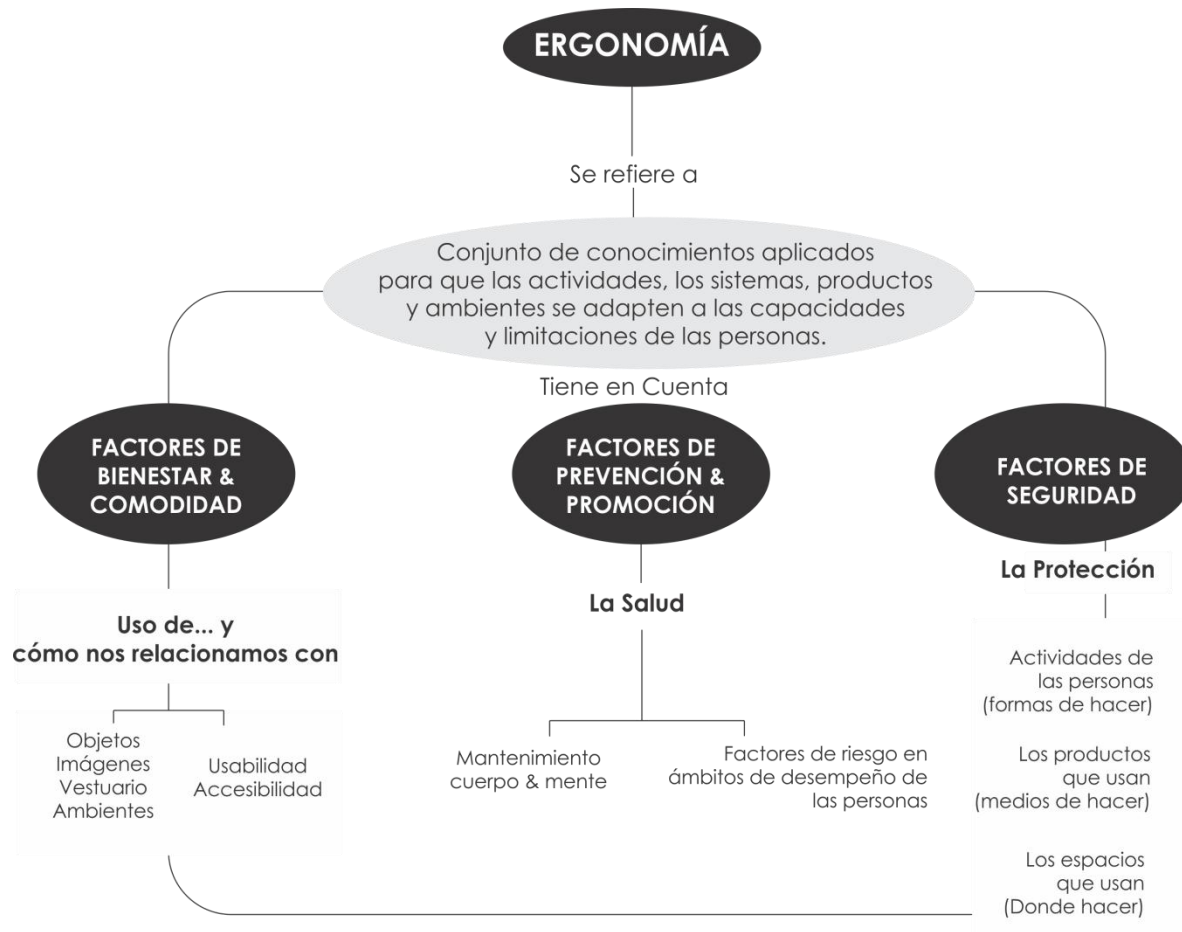
Fuente: Manfred Max-Neef. "DESARROLLO A ESCALA HUMANA". Centro de Estudios y Promoción de Asuntos Urbanos. Santiago de Chile, Chile. 1996.

**ANEXO 2. ÁREAS DEL DISEÑO QUE INTERVIENEN EN LA EVALUACIÓN Y APLICACIÓN
 DE CONDICIONES ERGONÓMICAS:**



Fuente: Sáenz, Luz Mercedes "Ergonomía y diseño de productos, criterios de
 análisis y aplicación", Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín.
 2009. Pág. 63.

ANEXO 3. FACTORES DE LA ERGONOMÍA, SEGÚN LA PROPUESTA CONCEPTUAL Y METODOLÓGICA DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN EN ERGONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA DE MEDELLÍN:



Fuente: Sáenz, Luz Mercedes "Ergonomía y diseño de productos, criterios de análisis y aplicación", Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín. 2009. Pág. 29.

ANEXO 5.

FORMATO ENTREVISTA PARA EVALUACIÓN DE INDEPENDENCIA

ENTREVISTA SOBRE INDEPENDENCIA RELACIONADA CON EL MOVIMIENTO DE LA ARTICULACIÓN DE LA RODILLA Y LAS ACTIVIDADES COTIDIANAS BÁSICAS:

Sexo: M/F Edad:

Ocupación:

Patología de rodilla:

Proceso quirúrgico al que fue sometido:

Número de personas con las que convive:

Condición laboral:

Estrato:

Tiempo que lleva (o duró) en situación de lesión:

*Realice una breve descripción o relato sobre su patología en la articulación de la rodilla, las causas y las implicaciones:

Al despertar:

1. ¿Es capaz de sentarse en la cama?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
2. ¿Es capaz de levantarse de la cama?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

Al desplazarse por medio del movimiento generado por la locomoción natural de su cuerpo:

3. ¿Es capaz de caminar?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

Al Asearse mediante baño con agua en ducha o bañera:

4. ¿Es capaz agacharse?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?

- c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
- 5. ¿Es capaz de levantarse?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

Al vestirse:

- 6. ¿Es capaz de ponerse su ropa interior?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
- 7. ¿Es capaz de ponerse su ropa inferior de vestir?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
- 8. ¿Es capaz de ponerse los calcetines o medias?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
- 9. ¿Es capaz de ponerse los zapatos?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos aparte del cepillo dental para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

Al salir o entrar a casa:

- 10. ¿Es capaz de subir y/o bajar gradas o escalas?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

Al desplazarse de un lugar a otro mediante transporte motorizado:

- 11. ¿Es capaz de sentarse dentro del vehículo?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
- 12. ¿Es capaz de levantarse del asiento del vehículo?
 - a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?

- c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

En su lugar de trabajo:

13. ¿Es capaz de sentarse?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
14. ¿Es capaz de levantarse?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

En el espacio que normalmente utiliza para alimentarse:

15. ¿Es capaz de sentarse?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
16. ¿Es capaz de levantarse?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

En el momento y espacio para desvestirse, finalizado el día:

17. ¿Es capaz de quitarse los zapatos?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
18. ¿Es capaz de quitarse los calcetines o medias?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
19. ¿Es capaz de quitarse la ropa de vestir inferior?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
20. ¿Es capaz de quitarse la ropa interior?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?

- c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

En el momento de disponerse a dormir o descansar en la cama:

21. ¿Es capaz de sentarse en la cama?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?
22. ¿Es capaz de acostarse en la cama?
- a. ¿Requiere ayuda? / ¿Qué tipo de ayuda?
 - b. ¿Utiliza algún tipo de objetos para esto?
 - c. ¿Tiene adaptaciones especiales para esto?

Fuente: Autor.

ANEXO 6, FICHAS Y PLASNOS TÉCNICOS DE PCA-1.

BIBLIOGRAFÍA:

- Rosero Esteban, Martinez Rodrigo, Galvis Elmer. *"Diseño y Construcción de una Máquina de Movimiento Pasivo Continuo para la Terapia de Rodilla"* Cali. Universidad del Valle. Cali. 2001
- Balanta, Jairo *"Diseño, construcción y verificación de unidad de movimiento pasivo continuo para rodilla"*. Universidad del Valle. Cali. 2011.
- Norman, Donald. *"The Psychology of Everyday things"*. NEREA Editorial. Madrid. 1987
- Chávez, Arturo. *"Diseño mecánico de una máquina para terapia de movimiento pasivo continuo (mpc) en la rodilla"* Editorial del Instituto politécnico nacional. Ciudad de México. 2009.
- Galvis, Elmer *"Diseño y construcción de un prototipo de unidad de movimiento pasivo continuo (mpc) para terapia el tobillo"*. Universidad del Valle. Cali. 2007.
- Gil, Jorge. *"Del artesanado a la producción en serie"* Editorial de la UAM. Ciudad de México 2002.
- Geofferey, Baker. *"Le Corbusier. Análisis de la forma"*. GG editorial. Ciudad de México 2000.
- Villamil, Byron. *"Sostenibilidad y mimesis: Analogía en el diseño para la vida del hombre."*. Universidad del Valle. Cali. 2005.
- Mondragón, Salvador *"Diferencial Semántico: una herramienta al servicio del diseño emocional de máquinas herramientas"*. Universidad de JAUME. Castelló.
- Mondragón, Salvador *"Ingeniería Kansei: Una potente metodología aplicada al diseño emocional"* Universidad de JAUME. Castelló.
- Cornu, Laurence. *"La confianza en las relaciones pedagógicas"*. Editorial Estrada. Buenos Aires, 1994.

- Rifkin, Jeremy "*La civilización empática*", Paidós ibérica. Barcelona. 2010.
- Sáenz, Luz Mercedes "*Ergonomía y diseño de productos, criterios de análisis y aplicación*", Editorial de la Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín. 2009.
- Ulrich, Karl T. "*Product Design And Development*". McGraw-hill editorial. Massachusetts. 2001

- Palaia, Liliana. "*Aprendiendo a construir la arquitectura*". Editorial Universidad politécnica de Valencia. Servicio de Publicación. Valencia. 2003.

- Allué, Marta. "*De la <<okupación>> a la independencia. La recuperación de la Autonomía personal*". En "*Discapacitados: La Reivindicación de la igualdad en la independencia*" Bellaterra Editorial. Barcelona. 2003.

- Agrupación española de Profesionales de la Salud Para el Estudio de Enfermedades Traumáticas AEPROSER, "*El Médico Rehabilitador en Traumatología*"

- Sanjuan, Jimenez, Gil, Sánchez y Fenollosa. "*Biomecánica de la Rodilla*". H. U. Dr. Peset de Valencia, Cullera, Valencia. 2005.

- Claudia Barrero Solís. "*ÍNDICE DE BARTHEL: UN INSTRUMENTO ESENCIAL PARA LA EVALUACIÓN FUNCIONAL Y LA REHABILITACIÓN*". Nuevos Horizontes. 2005.

- Carlo Paolinelli. Pilar González. "*INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN FUNCIONAL DE LA DISCAPACIDAD EN REHABILITACIÓN. ESTUDIO DE CONFIABILIDAD Y EXPERIENCIA CLÍNICA CON EL USO DEL FUNCTIONAL INDEPENDENCE MEASURE*". Revista Médica de Chile. Santiago de Chile, Chile. 2001.

-Von Bertalanffy, Ludwig. *"Teoría General de los Sistemas, fundamentos, desarrollo, aplicaciones."* Fondo de cultura económica, Ciudad de México. 1976.

-Quintana, Mercedes. *"El hombre metrosexual en Puerto Rico: su perfil caracterizado por ocho hombres metrosexuales"*. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. San Juan. 2007.

-Ulrich, Karl. *'Diseño y desarrollo de productos'* Mc Graw Hill Editorial, Ciudad de México. 2009.

-Estrada, Jairo. *"Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995"*. Universidad de Antioquia, Medellín. 1998.

WEBGRAFÍA:

1. <http://www.infoplease.com/ipa/A0778562.html>.
2. <http://www.who.int/whr/es/index.html>
3. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Confort-Humano/1052332.html>
4. http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2956_antropometria.pdf
5. <http://res.uniandes.edu.co/view.php/375/view.php> .
6. http://www.colombiastad.gov.co/index.php?option=com_glossary&func=view&Itemid=25&catid=13&term=LESI%D3N
7. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/es/>.
8. http://www.seg-social.es/ism/gsanitaria_es/ilustr_capitulo7/cap7_5_lesiones_art.htm.
9. <http://www.monetos.es/pensiones/pensiones-publicas/contributivas/invalidez/incapacidad-temporal-lesiones/>
10. <http://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8669>.
11. <http://www.mintrabajo.gov.co/riesgos-laborales.html>.
12. http://www.ser.es/ArchivosDESCARGABLES/Grupos_Trabajo/Aeproser/Rehabilitacion.pdf.
13. <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3330/5/34059-5.pdf>.
14. <http://www.tecnun.es/asignaturas/control1/proyectos/teleop2D/teleoperacion.htm>.
15. <http://www.biolaster.com/traumatologia/rodilla/anatomia>.
16. <http://www.biolaster.com/traumatologia/rodilla/anatomia>.
17. http://www.sanitas.es/sanitas/seguros/es/particulares/biblioteca-de-salud/prevencion-salud/prepro_057574.html.
18. <http://www.dolorrodilla.com/lesiones-rodilla.php>
19. <http://www.dolorrodilla.com/rodilla/rehabilitacion-rodilla.php>.
20. Naranjo, Isabel. (2005) *"La comunicación con los pacientes"* Medellín, Universidad de Antioquia. Consultado el 18 de octubre de 2012 de:
21. <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/iee/article/viewFile/2924/2558>
22. Vilarreal, Martha *"Definición de confort"*, consultado el 18 de octubre de 2012 de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Confort-Humano/1052332.html>
23. Martínez, Francisco *"Ergonomía del color: influencia en el rendimiento y salud del trabajador"* Universidad de Alicante. Consultado el día 8 de

Diciembre de 2012 en:

24. <http://riesgoslaborales.wke.es/articulos/la-ergonom%C3%ADa-del-color-influencia-en-el-rendimiento-y-la-salud-del-trabajador>