

DESARROLLO DE SISTEMA DE APOYO EN HIDROTERAPIA PARA EL
TRATAMIENTO DE LA FIBROMIALGIA

Daniela Molano García

Universidad Católica de Pereira

Facultad de Arquitectura y Diseño

Programa de Diseño Industrial

Pereira

2020

DESARROLLO DE SISTEMA DE APOYO EN HIDROTERAPIA EN EL TRATAMIENTO
DE LA FIBROMIALGIA

Daniela Molano García

Asesor. Carlos Andrés Quintero

Juan Fernando López

Proyecto de grado para acceder al título de diseñador industrial

Universidad Católica de Pereira

Facultad de Arquitectura y Diseño

Programa de Diseño Industrial

Pereira

2020

Agradecimientos

Dedico este proyecto a mis padres, gracias por el apoyo en cada decisión y proyecto.

Gracias a las personas que me ayudaron en este proceso de formación profesional, por el acompañamiento y guía en este camino, infinitas gracias por creer en mí y a Dios por permitirme vivir y disfrutar de cada día.

Contenido

Introducción	10
1 Planteamiento del Problema	11
1.1 Descripción del Problema y Pregunta de Investigación	11
2 Justificación.....	15
3 Objetivos.....	16
3.1 Objetivo general	16
3.2 Objetivos específicos	16
4 Marco Teórico.....	17
4.1 Marco conceptual	17
4.1.1 Aspectos generales de la fibromialgia	17
4.1.2 Cómo tratar la fibromialgia	19
4.1.3 Aspectos generales de la hidroterapia.....	19
4.1.4 Finalidad de la hidroterapia	20
4.1.5 Relación fisioterapeuta y paciente	21
4.1.6 Fortalecimiento muscular	21
4.1.7 Relación física.....	21
4.2 Marco legal.....	22
4.3 Antecedentes	24
5 Análisis e Interpretación de Datos	26
6 Metodología de Diseño	28
7 Proceso de Diseño	29
7.1 Análisis de Tipologías	29
7.2 Requerimientos.....	31

7.3	Concepto de Diseño	36
7.4	Alternativas de Diseño	37
7.5	Evaluación de Alternativas.....	41
7.6	Diseño de Detalle	43
7.7	Modelos y Simuladores	47
8	Propuesta Definitiva	48
8.1	Render	48
8.2	Secuencia de Armado.....	55
8.3	Planos Técnicos Generales.....	57
8.4	Planos Técnicos de Despiece.....	60
8.5	Proceso Productivo.....	65
8.6	Materiales Estimativos.....	66
8.7	Costos de Producción.....	67
8.8	Viabilidad Comercial	68
	Conclusiones	73
	Referencias.....	75
	Apéndices	77
	Anexos	79

Lista de figuras

Figura 1. Herramientas de apoyo utilizadas en uno de los centros de rehabilitación neuromuscular. Fuente: Elaboración propia.	13
Figura 2. Paciente de fibromialgia utilizando uno de las herramientas como apoyo para la realización de ejercicios. Fuente: Elaboración propia.	13
Figura 3. Paciente de fibromialgia utilizando uno de las herramientas como apoyo para la realización de ejercicios. Fuente: Elaboración propia.	13
Figure 4. 18 Puntos de dolor de la fibromialgia.....	18
Figura 5. imagen termografía del antes y después de la hidroterapia. Trabajo investigativo (Correspondencia entre percepción de dolor e imágenes termográficas en adultos mayores con fibromialgia despues de sesiones de hidroterapia, 2018).....	24
Figura 6. Concepto, fórmula química. Fuente: Elaboración propia.....	36
Figura 7. Primera alternativa, distribución partes. Fuente, elaboración propia.	37
Figura 8. Segunda alternativa, distribución partes. Fuente: Elaboración propia.	37
Figura 9. Tercera alternativa, distribución partes. Fuente: Elaboración propia.....	38
Figura 10. Cuarta alternativa, distribución partes. Fuente: Elaboración propia.	38
Figura 11. Alternativas de la base. Fuente: Elaboración propia.	39
Figura 12. Alternativas, estructura eje. Fuente: Elaboración propia.	40
Figura 13. Alternativas estructura apoyo. Fuente: Elaboración propia.	40
Figura 14. Alternativas mancuernas. Fuente: Elaboración propia.....	41
Figura 15. Diseño bidimensional final. Fuente: Elaboración propia.	43
Figura 16. Detalle componentes del sistema. Fuente, elaboración propia.....	44
Figure 17. Detalle fijación. Fuente: Elaboración propia.....	44
Figure 18. Detalle componentes. Fuente: Elaboración propia.	45
Figura 19. Detalles materiales. Fuente: Elaboración propia.....	45
Figure 20. Detalle estructura soporte apoyo. Fuente: Elaboración propia.....	46
Figura 21. Detalle estructura soporte asiento. Fuente: Elaboración propia.	46
Figure 22. Primer modelo del sistema. Fuente: Elaboración propia.....	47
Figura 23. Propuesta final. Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 24. Explosión propuesta final. Fuente: Elaboración propia.	48
Figura 25. Sistema organización. Fuente: Elaboración propia.	49

Figura 26. Sistema componentes. Fuente: Elaboración propia.....	49
Figura 27. Guía de usabilidad. Fuente: Elaboración propia.	50
Figura 28. Nombre marca. Fuente: Elaboración propia.....	51
Figura 29. Objetivo del manual de marca. Fuente: Elaboración propia.	51
Figura 30. Colores utilizados en la marca y tipografía. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 31. Marca, negativo, positivo y color. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 32. Uso correcto de color en la marca. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 33. Aplicación de la marca en el producto. Fuente: Elaboración propia.....	53
Figura 34. Aplicación de la marca en el producto. Fuente: Elaboración propia.....	54
Figura 35. Componentes del sistema, antes de ensamblar. Fuente: Elaboración propia.	55
Figura 36. Ubicación de sus componentes para el ensamble. Fuente: Elaboración propia.	55
Figura 37. Sistema de apoyo, contexto. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 38. Planos técnicos, explosión. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 39. Planos técnicos, despiece. Fuente: Elaboración propia.	58
Figura 40. Planos técnicos, vistas. Fuente: Elaboración propia.....	59
Figura 41. Planos técnicos, pieza. Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 42. Planos técnicos, pieza. Fuente: Elaboración propia.	61
Figura 43. Planos técnicos, pieza. Fuente: Elaboración propia.	62
Figura 44. Planos técnicos, explosión. Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 45. Planos técnicos, explosión. Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 46. Proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.	65
Figura 47. Materiales estimativos. Fuente: Elaboración propia.	66
Figura 48. Uso mancuernas acuáticas. Fuente	68
Figura 49. Mancuernas acuáticas. Fuente	68
Figura 50. Uso flotador gusano.....	69
Figura 51. Flotadores gusano, o tubos. Fuente	69
Figura 52. Uso de escalón o banco plástico. Fuente	69
Figura 53. Banco plástico adaptado para realizar los ejercicios. Fuente	69
Figura 54. Guía ejercicios terapia acuática. Fuente	70
Figura 55. Guía de usabilidad. Fuente: Elaboración propia.	72
Figure 56. Referencia puntos de dolor.	77

Figura 57. Puntos de dolor Fibromialgia. Fuente	79
--	----

Lista de tablas

Tabla 1. Metodología ergonomía para el diseño, Cecilia Flores. Fuente, Elaboración propia. ..	28
Tabla 2. Máquina de ejercicios, gimnasio al aire libre. Fuente: Elaboración propia.	29
Tabla 3. Thigh toner, fortalecimiento multifuncional. Fuente: Elaboración propia.	30
Tabla 4. Maquina multifuncional. Fuente: Elaboración propia.	30
Tabla 5. Máquina de ejercicios para niños. Fuente: Elaboración propia.	31
Tabla 6. Requerimientos de uso y función. Fuente: Elaboración propia.	32
Tabla 7. Requerimientos estructurales y técnico-productivos. Fuente: Elaboración propia.	33
Tabla 8. Requerimientos formal estéticos y legales. Fuente: Elaboración propia.	34
Tabla 9. Requerimientos simbólico comunicativos y ergonómicos. Fuente: Elaboración propia.	35
Tabla 10. Evaluación alternativa. Fuente: Elaboración propia.	42
Tabla 11. Costos de fabricación. Fuente: Elaboración propia.	67
Tabla 12. Cotización de herramientas de apoyo. Fuente, brindada por uno de los fisioterapeutas.	71

Resumen

Por medio del diseño industrial se desarrolla un sistema de apoyo en el cual se puedan realizar múltiples ejercicios de fortalecimiento muscular en función del tratamiento de la fibromialgia. Esta patología no tiene cura definitiva, por medio de tratamientos de rehabilitación neuromuscular como lo es la hidroterapia los pacientes pueden aliviar dolores y síntomas de esta enfermedad, para mejorar su calidad de vida.

Palabras claves: diseño industrial, sistema de apoyo, multifuncional, fortalecimiento muscular, Fibromialgia, tratamiento, hidroterapia.

Abstract

Through the industrial design, a support system is developed in which multiple muscle strengthening exercises can be performed depending on the treatment of fibromyalgia, this pathology has no definitive cure, through neuromuscular rehabilitation treatments such as hydrotherapy, Patients can alleviate pain and symptoms of this disease, thus improving their quality of life.

Key words: industrial design, support system, multifunctional, muscle strengthening, Fibromyalgia, treatment, hydrotherapy.

Introducción

La fibromialgia es una enfermedad neurológica caracterizada por dolor musculoesquelético generalizado y sensación dolorosa a la presión en unos puntos específicos, esta patología no tiene cura definitiva, pero existen tratamientos que ayudan a aliviar el dolor y tratar los síntomas acompañantes, y así conseguir una mejoría en la calidad de vida de estos pacientes.

Uno de los tratamientos efectivos para aliviar los síntomas de esta enfermedad es la hidroterapia, un método terapéutico en donde se aplican conocimientos fisioterapéuticos de rehabilitación y biomecánica en conjunto con diversas técnicas de tratamiento que sacan el mayor provecho de las propiedades que ofrece el medio acuático.

Se decide intervenir los actuales elementos de flotación que son empleados en las sesiones de terapia acuática. Como resultado se desarrolla un sistema de apoyo en función del tratamiento de la fibromialgia, el sistema reemplazará las actuales herramientas utilizadas en los centros de rehabilitación neuromuscular debido a que actualmente se realizan adaptaciones de elementos que no han sido diseñados desde lo ergonómico en relación con la ejecución de técnicas terapéuticas.

Con el sistema de apoyo se realizan múltiples ejercicios de fortalecimiento muscular en las sesiones de terapia acuática, facilitando acciones en beneficio del fisioterapeuta y del paciente.

1 Planteamiento del Problema

1.1 Descripción del Problema y Pregunta de Investigación

La palabra fibromialgia (FM) significa dolor en los músculos y en el tejido fibroso; las personas que padecen esta enfermedad sufren de dolores en articulaciones, músculos, tendones y vísceras. La fibromialgia se caracteriza por dolor musculo esquelético generalizado y sensación dolorosa a la presión en unos puntos sensibles específicos de dolor (Reumatología).

Esta enfermedad reumatológica la padece el 6,3% de la población mundial y las mujeres tienden a tenerla un 75-90% de los casos, esto lo esclarece la asociación mundial de fibromialgia, en países como lo son España y Estados Unidos hasta el 2015 el 2,4% de la población española padecía fibromialgia, esto es igual a 700.000 personas, según la sociedad española de reumatología, y en Estados Unidos de 3 a 6 millones de personas han sido diagnosticados con fibromialgia según American college of rheumatology, (Medicosypacientes.com, 2014)

En Colombia hasta el 2016 entre el 1 y 3% de la población la padecía, esto ha ido aumentando ya que el diagnóstico de esta enfermedad se tarda en promedio 1,9 a 2,7 años; En Colombia 720.000 personas padecen fibromialgia (National Fibromyalgia Association).

La fibromialgia es una enfermedad que no tiene cura, es tratable, para aliviar el dolor el reumatólogo recomienda hidroterapia, ejercicio, terapias brindadas por los centros de salud, y terapias manuales como lo son las bolsas de gel frío. Se considera la hidroterapia como el tratamiento más eficiente a tratar los diversos dolores de la fibromialgia.

La hidroterapia es una disciplina que se engloba dentro de la neuropatía, talasoterapia, balneoterapia, fisioterapia y medicina (hidrología médica) y se define como el arte y la ciencia de la prevención y el tratamiento de enfermedades y lesiones por medio del agua (AGZ, 2015); la hidroterapia es una tendencia, antiguamente el método de tratamiento en agua “en América precolombina es el Temazcal, construcción de piedras -en donde entraba el paciente- que al calentar y al agregar plantas aromático-medicinales (según la necesidad del paciente), servía para tratar diversas enfermedades de los nativos centroamericanos (México, Guatemala)” (Fundación Cirhma); pero ahora se conocen piscinas con grandes dimensiones y diversos elementos que ayudan a los pacientes tanto a moverse dentro de la piscina como elementos para realizar ejercicios y diversos movimientos de terapia dictados por los fisioterapeutas.

En sus distintas posibilidades (piscinas, chorros, baños...) la hidroterapia se emplea como herramienta para el tratamiento de diversos cuadros patológicos como pueden ser traumatismos, enfermedades reumáticas, enfermedades digestivas, respiratorias o neurológicas (Ferro Veiga, 2020).

Aldo Arcila, profesor de hidroterapia del gimnasio laureles dice: el cuerpo en el agua no pesa, por lo tanto, el impacto en las articulaciones es mínimo; las hidroterapias son la mejor opción y alivio de dolor para personas que por motivos diversos su cuerpo ya no les aguanta cierto tipo de impactos.

La hidroterapia consiste en ingresar a una piscina donde el fisioterapeuta con base al expediente médico indica una serie de ejercicios y repeticiones que se deben realizar en la sesión de terapia, con estos ejercicios se busca ayudar y mejorar lo aeróbico y la fuerza isométrica del paciente, con el fin de disminuir el dolor en los pacientes, para ello se utilizan unos elementos de

flotación. Estos y diversas herramientas de apoyo, son objetos que han sido adaptados para poder ejecutar los ejercicios. Los elementos utilizados en el centro de terapia son: flotador cervical, mancuernas, fideos flotadores acuáticos, pesas tobilleras, banco plástico, tabla de natación y pelotas sensoriales (ver Figura 1). Estos elementos son utilizados como apoyo mientras los pacientes realizan los ejercicios dirigidos por los fisioterapeutas (ver Figura 2 y Figura 3).



Figura 1. Herramientas de apoyo utilizadas en uno de los centros de rehabilitación neuromuscular. Fuente: Elaboración propia.

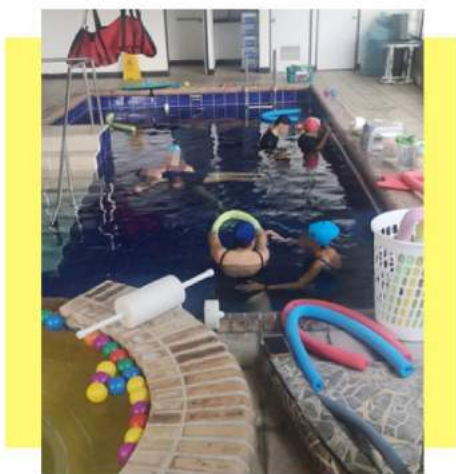


Figura 2. Paciente de fibromialgia utilizando uno de las herramientas como apoyo para la realización de ejercicios. Fuente: Elaboración propia.

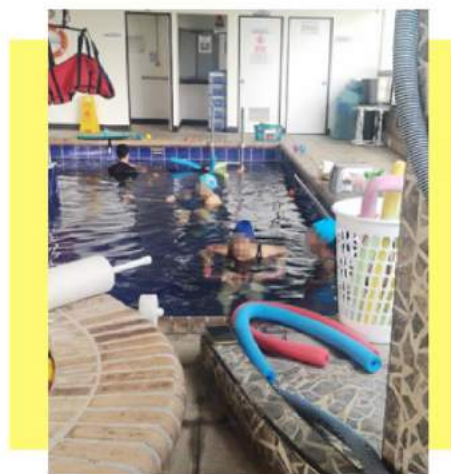


Figura 3. Paciente de fibromialgia utilizando uno de las herramientas como apoyo para la realización de ejercicios. Fuente: Elaboración propia.

Las herramientas de apoyo acuático que se utilizan actualmente en las hidroterapias para el tratamiento de los pacientes con fibromialgia no son los indicados ya que estos elementos han sido adaptados, pero no fueron diseñados desde lo ergonómico para la realización de los ejercicios.

Para esto se tomó como punto de análisis dos centros de rehabilitación neuromuscular ubicados en la ciudad de Pereira, donde se observó que en ambos lugares para el tratamiento de pacientes con fibromialgia utilizan elementos que no han sido diseñados para la realización de terapias, son objetos recreacionales, de natación o hasta de uso externo de la piscina y los han adaptado para poder ejecutar los ejercicios de fuerza, resistencia, equilibrio y tonificación muscular.

Pregunta de investigación

¿Cómo desarrollar un sistema de apoyo para terapias acuáticas, en el cual se puedan realizar múltiples ejercicios en función del tratamiento de la fibromialgia?

2 Justificación

El desarrollar un sistema de apoyo en terapia acuática para beneficiar a los pacientes de fibromialgia, surge al observar y analizar la problemática en el acompañamiento de las sesiones de tratamiento, en la hidroterapia.

La fibromialgia es una enfermedad neurológica que afecta el sistema de procesamiento sensorial de las personas, no involucra inflamación ni daño en las articulaciones, tanto imágenes cerebrales como estudios han demostrado que se trata de un trastorno del sistema nervioso central, afirma el investigador Daniel Clauw, M.D., médico reumatólogo y profesor de Anestesiología y Medicina en la Facultad de Medicina de University of Michigan, en Ann Arbor.

Es una enfermedad que la padece el 6,3% de la población mundial, Según esclarece la asociación mundial de fibromialgia, en Colombia la padece entre el 1-3% de la población y Un 85% de casos en que se presenta en mujeres.

Se decide desarrollar el sistema de apoyo para terapia acuática en las sesiones de fortalecimiento muscular, debido que la hidroterapia es considerada como la mejor opción y tratamiento a diversas enfermedades, entre ellas la fibromialgia donde se ve favorable por el alivio de dolor y menor impacto en las articulaciones, además de esto se observa que carecen de herramientas de apoyo para la realización de técnicas y ejercicios que hayan sido creadas pensando desde lo ergonómico y funcional para la realización de terapias de rehabilitación muscular. Algunos de Los elementos actualmente utilizados en las sesiones no han sido diseñados para ese contexto y propiedades que brinda el medio acuático.

El sistema se diseña para servir de apoyo en la realización de múltiples ejercicios, cada uno de sus componentes cumple funcionalidades de las herramientas de flotación actualmente

utilizadas en las hidroterapias, simplificando acciones para el fisioterapeuta y para el paciente, se minimizan esfuerzos para acceder al sistema y a cada uno de sus componentes tanto en la ejecución de las sesiones como en la organización de estos elementos finalizada las terapias, cumpliendo esto se aprovecha más el tiempo de terapias.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de apoyo en hidroterapia para el tratamiento de la fibromialgia el cual ayude en la realización de ejercicios de fuerza, resistencia, equilibrio, y tonificación muscular.

3.2 Objetivos específicos

- Integrar los ejercicios que realizan los pacientes con fibromialgia en las sesiones de hidroterapias y las diversas herramientas de apoyo que utilizan para su ejecución, observando los ejercicios dictados por los fisioterapeutas y las herramientas que utilizan los pacientes de fibromialgia para su realización en los centros de rehabilitación neuromuscular.
- Desarrollar usabilidad teniendo en cuenta los diversos ejercicios que realizan, fuerza, resistencia, equilibrio, tonificación muscular y las extremidades involucradas para su ejecución.
- Diseñar una guía gráfica que acompañe el sistema de apoyo, indicando usabilidad de los componentes.

4 Marco Teórico

4.1 Marco conceptual

A continuación, se muestran las temáticas que fueron tenidas en cuenta para clasificar la información y abordar la problemática.

4.1.1 Aspectos generales de la fibromialgia

La fibromialgia es el nombre que le acuña Hensch en 1975 al dolor muscular sin inflamación. En el libro fibromialgia diagnóstico y estrategias para su rehabilitación (Ayan Perez, 2010) se habla sobre la fibromialgia y sus inicios, la historia de esta enfermedad como fue considerada en los siglos XVI, XVII, XVIII como una enfermedad que afectaba los músculos y articulaciones, donde Hipócrates y Galeno consideraban que el reuma y reumatismo hacían referencia al dolor y a la enfermedad producidos por un exceso de sangre. Se presenta el abordaje de la fibromialgia desde el punto de vista de la rehabilitación física, convirtiéndolo en un manual de obligada referencia para futuros profesionales de la salud y el ejercicio físico. Relata las existentes terapias alternativas que existen, una de ellas, el ejercicio físico para lograr disminuir los dolores y así el paciente tener una mejor condición y calidad de vida.

La fibromialgia se caracteriza por dolor muscular esquelético generalizado y sensación dolorosa a la presión en unos puntos específicos también conocidos como puntos de gatillo (ver Figura 4), algunos de ellos son:

Occipucio: inserciones del músculo suboccipital, Cervicales inferiores: cara anterior de los espacios intertransversos C5-C7, Trapecio: punto medio del margen superior, Supraespinoso: en los orígenes, por encima de la escápula, Segunda costilla: segunda unión costochondral,

Epicóndilo lateral: 2 cm distalmente al epicóndilo lateral, Glúteo: cuadrante superior externo de la nalga, Trocánter mayor: posterior a la prominencia del trocánter, Rodilla: cojín adiposo de la cara interna de la rodilla, cercano a la articulación. (Montaño, 2018)

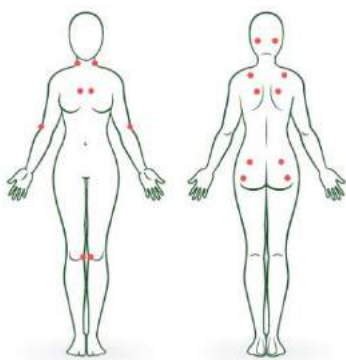


Figure 4. 18 Puntos de dolor de la fibromialgia.

<https://www.kernpharma.com/es/blog/todo-lo-que-debes-saber-sobre-la-fibromialgia>

Además del dolor, la fibromialgia ocasiona muchos otros síntomas: el 90% de los pacientes tienen cansancio, el 70-80% trastornos del sueño y hasta un 25% ansiedad o depresión. También son muy frecuentes síntomas como mala tolerancia al esfuerzo, sensación de rigidez generalizada, sensación de inflamación mal delimitada en manos y pies, hormigueos que afectan de forma difusa sobre a las manos, jaquecas, dolores en la menstruación, colon irritable, sequedad en la boca y los ojos. (Reumatología).

La fibromialgia se reconoce como un síndrome, lo que significa que el reumatólogo la identifica cuando encuentra en una persona determinada unas alteraciones, en la página web (Fundacion Española de Reumatología) se informan que no se conoce la causa de esta alteración, pero se piensa que hay muchos factores implicados. Hay personas que desarrollan la enfermedad sin causa aparente y en otras comienza después de procesos identificables como

puede ser una infección bacteriana o viral, un accidente de automóvil o en otros casos aparece después de que otra enfermedad conocida limite la calidad de vida (artritis reumatoide, lupus eritematoso, etc.).

Estos agentes desencadenantes no parecen causar la enfermedad, sino que lo que probablemente hacen es despertarla en una persona que ya tiene una anomalía oculta en la regulación de su capacidad de respuesta a determinados estímulos.

4.1.2 Cómo tratar la fibromialgia

Esta enfermedad es tratable, la fisioterapia y la hidroterapia ayudan a disminuir el dolor en las zonas afectadas, principalmente en los puntos de gatillo.

La fisioterapia, según el manual de fisioterapia (Díaz Mohedo, 2015) como primer punto se evalúa la condición del paciente y se analiza su anatomía y planos de ubicación, donde la condición se analiza por un paso de palpación, el fisioterapeuta tiene en cuenta los tipos de músculos y los que se encuentran involucrados.

Se debe valorar tres opciones fundamentales para poder tratar esta patología: ejercicios aeróbicos, ejercicios de fortalecimiento muscular y los ejercicios de estiramiento o flexibilidad (Salazar Paneque, 2019).

4.1.3 Aspectos generales de la hidroterapia

La hidroterapia o terapia acuática, es un método terapéutico en donde se emplean conocimientos fisioterapéuticos de rehabilitación y biomecánica en conjunto con diversas técnicas de tratamiento que sacan el mayor provecho de las propiedades y bondades que ofrece el medio acuático (Fisioonline, s.f.).

La hidroterapia es considerada hoy en día como un modelo de intervención terapéutica, al ser ejecutado este tratamiento en escenarios como lo es el agua. El agua cuenta con unas propiedades físicas como lo son las mecánicas y térmicas que el terapeuta debe tener en cuenta para indicar si el paciente según su condición es apto para este tipo de tratamiento, existen unas propiedades mecánicas, que son las que influyen sobre el cuerpo sumergido cuando el agua se encuentra en estado de reposo, estas son la presión hidrostática, la densidad relativa, empuje hidrostático y efectos metacéntricos, aspectos que influyen como lo son el equilibrio, fuerzas de empuje y la gravedad (Terapia acuática abordajes desde la fisioterapia y terapia ocupacional, 2015).

4.1.4 Finalidad de la hidroterapia

La hidroterapia como tratamiento de la fibromialgia se realiza con el objetivo de: aliviar el dolor, mantener o restablecer el equilibrio emocional, mejorar la calidad del sueño, la capacidad física, la astenia y los problemas asociados (Beneficios de la hidroterapia en personas con fibromialgia , 2019)

La terapia acuática es de gran beneficio en innumerables patologías que perjudiquen el funcionamiento del aparato locomotor (Fisioonline, s.f.), unas de ellas son:

- Esclerosis Lateral Amiotrófica.
- Fibromialgia.
- Artritis.
- Atrofias musculares.
- Enfermedades con alteración del equilibrio y la coordinación.
- Patologías mecánicas.

- Patologías vasculares.
- Esclerosis múltiple.

4.1.5 Relación fisioterapeuta y paciente

Todos los pacientes no son iguales según las patologías que padezcan y el historial médico el fisioterapeuta dispone una serie de ejercicios, uno de ellos son los ejercicios de relajación. En el libro Técnicas de relajación y trabajo corporal en el medio acuático (Saborit, 2009), narra unos ejercicios de conexión, el sentir del cuerpo y el contacto con el agua, con los objetos y el beneficio que trae la hidroterapia para llevar una mejor calidad de vida.

4.1.6 Fortalecimiento muscular

En las sesiones de terapia para el tratamiento de la fibromialgia se realizan ejercicios aeróbicos y ejercicios de fortalecimiento muscular, estos han resultado eficientes ante la disminución de dolor en los pacientes.

Fortalecimiento muscular consisten en una serie de ejercicios donde se hacen intervalos de actividades donde se pretende mejorar la fuerza, resistencia y potencia muscular realizando contracciones musculares contra determinadas resistencias como bandas elásticas, pesas o el propio peso del paciente (Salazar Paneque, 2019).

4.1.7 Relación física

Según (Flores), citando a Ricard (1982:50) "Los objetos pueden subdividirse en dos ramas. Los objetos simples serían aquellos que, formados por uno o varios elementos y materiales, no contienen ningún dispositivo mecánico y actúan como un todo. Una forma y

un material idóneos son suficientes para que, manejados con destreza, cumplan su servicio".

Esta relación usuario objeto es totalmente manual y directa, ya que es el hombre quien con su fuerza y destreza hace que el objeto funcione óptimamente.

Esta relación física se cumple en el sistema de apoyo, una maquina simple desarrollada para ser manejada por los pacientes de fibromialgia con el fin de tratar esta patología debido al apoyo que brinda para la realización de múltiples ejercicios de fortalecimiento muscular.

4.2 Marco legal

El sistema de apoyo a diseñar debe de tener en cuenta ciertas normativas de seguridad que se exigen en las piscinas con fines terapéuticos recreativos o de simple baño, ya que este será su contexto de uso.

Por este motivo a continuación se presentan algunas normativas relacionadas con el correcto desarrollo de elementos para este sector.

Ley 1209 de 2008: (senado, 2008)

Capítulo I. Disposiciones generales.

ARTÍCULO 1o. Objeto. objetivo establecer normas de seguridad y adecuar las instalaciones de piscinas con el fin de evitar accidentes, problemas de salud y proteger la vida de los usuarios.

Capítulo II. Definiciones.

ARTÍCULO 4o. Piscina. Se entiende como piscina a la estructura destinada almacenar agua con fines recreativos, deportivos, terapéuticos o simple baño.

b.2) Piscinas de uso restringido. Son las piscinas destinadas para el uso de un grupo determinado de personas, quienes para su ingreso a ellas requieren cumplir con ciertas condiciones.

b.3) Piscinas de uso especial. Son las utilizadas para fines distintos al recreativo, deportivo o al esparcimiento, y sus aguas presentan características físico-químicas especiales. Entre estas se incluyen las terapéuticas, las termales y las otras que determine la autoridad sanitaria.

Capítulo IV. Medidas De Seguridad.

ARTÍCULO 11. Normas mínimas de seguridad.

b) Deberá mantenerse permanentemente el agua limpia y sana, cumpliendo los requisitos higiénico-sanitarios establecidos por la respectiva autoridad sanitaria. El tratamiento de desinfección química debe cumplir las condiciones que establezca el reglamento para proteger la salud de los usuarios.

De acuerdo a esto el sistema de apoyo a diseñarse no debe de interferir en el cumplimiento de estas normas al encontrarse en el medio acuático, no deberá de soltar partículas que alteren el estado del agua poniendo el riesgo a los usuarios, ni tener elementos que atenten contra la seguridad de las personas.

4.3 Antecedentes

Los beneficios de la hidroterapia en la fibromialgia.

Después de examinar los resultados positivos que han arrojado diversos estudios a pacientes de fibromialgia con sesiones de tratamiento de hidroterapia, se puede afirmar que este tratamiento se considera el más eficaz para reducir el impacto de dolor y mejoría en su calidad de vida. Para afirmar lo anterior dicho, se analizaron resultados de estudios de comparación y verificación bibliográficas donde el objetivo era comprobar la eficiencia de la hidroterapia en tratamiento de la fibromialgia.

Los estudiantes de ingeniería industrial Nicolás Alberto Camargo Amaya, Nicolás Alberto Varela león y Juan Camilo Duran Ladino de la Pontificia Universidad Javeriana, realizaron un trabajo investigativo (Correspondencia entre percepción de dolor e imágenes termográficas en adultos mayores con fibromialgia después de sesiones de hidroterapia, 2018) el cual consiste en demostrar la eficacia de las hidroterapias por medio de imágenes termográficas tomadas a pacientes con fibromialgia del centro Ecotherapy. Por medio del software de la cámara smartview 4.6 se logra identificar la disminución de presión que se genera en la zona lumbar después de haber realizado la sesión de hidroterapia (ver figura 4).



Figura 5. imagen termografía del antes y después de la hidroterapia. Trabajo investigativo (*Correspondencia entre percepción de dolor e imágenes termográficas en adultos mayores con fibromialgia después de sesiones de hidroterapia, 2018*)

Se analizaron estudios de comparación como el de (Yigit, 2008), el cual consistió en comparar un programa basado en ejercicios en el medio acuático y ejercicios en el medio terrestre, para la realización de este estudio se incluyeron 63 pacientes los cuales fueron divididos en dos grupos, el grupo número uno (G1) realizó el programa acuático, y el grupo número dos (G2) realizó el programa terrestre, el estudio tuvo una duración de 5 semanas donde los pacientes realizaban 3 sesiones a la semana cada una con una duración de 60 minutos. Se comprobó que el realizar actividad física en el medio acuático obtiene mayor disminución de dolor que realizar ejercicio en el medio terrestre, los resultados fueron el promedio de disminución de dolor fue= G1 40% y G2 21%, los ejercicios que realizaron eran ejercicios dictados por los fisioterapeutas los cuales consistían en calentamiento, ejercicios aeróbicos, ROM activa, estiramiento y relajación.

Se examinó el estudio de comparación (Bizari, 2006), donde se realizó el tratamiento con 50 mujeres, en este estudio se comparaba un programa de ejercicios en el agua y un programa de fisioterapia convencional, las mujeres realizaron un registro de sueño al iniciar y finalizar el tratamiento, este estudio tuvo una duración de 3 semanas de 3 sesiones por semana, cada una de 60 minutos, las mujeres fueron divididas en dos grupos, en este estudio se pretendía analizar sus periodos de sueño (TST) y el periodo de siesta (TNT), como resultado se obtuvo que las 24 mujeres que realizaron los ejercicios en el agua tuvieron mejoría en su periodo de sueño al igual que en periodo de siesta.

Ángel Pérez Mateos, 2018, realiza trabajo investigativo (Efectos de la hidroterapia en pacientes con fibromialgia revisión bibliográfica, 2018) en donde revisó 5 estudios comparativos los cuales consistían en dividir en dos grupos, uno de ellos realizaba ejercicios terrestres y fisioterapia convencional y el otro conjunto realizaba ejercicios acuáticos, el total de personas

participantes fue de 358, todas ellas mujeres, todos los hallazgos encontrados indican que la hidroterapia es un tratamiento eficaz para mejorar el dolor, la depresión, la ansiedad, la calidad de vida y la fatiga en pacientes con fibromialgia, así como disminuir el impacto de esta enfermedad en sus vidas. Para la realización de este trabajo se revisaron publicaciones indexadas en distintas bases de datos de ciencias de la salud, analizando de forma crítica cada uno de los ensayos que tratara sobre la fibromialgia y su tratamiento dentro del agua.

Esta revisión se realizó con el fin de comprobar los efectos positivos de la hidroterapia en pacientes con fibromialgia, de acuerdo a esto, podemos comprender que la hidroterapia ayuda a los pacientes no solo en la disminución de dolor, sino también en aspectos psicológicos.

5 Análisis e Interpretación de Datos

Se realiza un estudio de campo en dos centros de neuro rehabilitación muscular en el cual se observa las sesiones de hidroterapia para el tratamiento de pacientes con fibromialgia, se analiza la realización de los ejercicios, se examinan las herramientas utilizadas y se ejecuta una serie de preguntas a los fisioterapeutas. Se obtuvieron datos importantes que se tienen como punto clave del proyecto, información y aspectos generales sobre la fibromialgia, importancia de la hidroterapia como tratamiento de esta patología, técnicas, ejercicios y herramientas utilizadas para su ejecución y los esfuerzos físicos que realizan los pacientes en el tiempo de fortalecimiento muscular.

Se tiene un acercamiento con algunos de los pacientes de fibromialgia los cuales informan de los cambios positivos en su cuerpo al finalizar las sesiones de hidroterapia, se les pide

diligenciar una encuesta con el fin de comprender cuales son los puntos de dolor más frecuentes e intensos en sus cuerpos.

Se comprende el proceso que lleva cada paciente a tratar según las patologías que padezca, todos los pacientes no son iguales, el tratamiento no es el mismo, los fisioterapeutas informan de ciertas técnicas como lo es el bad ragaz, relajación, fortalecimiento muscular y ejercicios que se utilizan en el tratamiento de la fibromialgia.

Los usuarios no padecen solo de esta patología, las sesiones no son iguales para todos, cada paciente tiene un historial médico, el reumatólogo analiza tanto el aumento o disminución de dolor del cuerpo en sus puntos de gatillo de acuerdo a esto el fisioterapeuta se dispone a dictar una serie de ejercicios que el paciente esté en capacidad de realizar, comentan que no existe una guía como tal, existen principios en el medio acuático como lo es la presión, la flotabilidad, la densidad, efectos metacéntricos y otros más que de acuerdo a eso y al paciente se dirigen las actividades, para el tratamiento de esta enfermedad no existen ejercicios específicos, se encuentran son generalidades. Por medio de las encuestas se obtuvieron resultados como el dolor con mayor intensidad que padecen todos en común, comentarios de efectos positivos tras la realización de las terapias acuáticas.

Para tratar fibromialgia se dictan ejercicios de relajación, aeróbicos, de fortalecimiento, los cuales son distribuidos en el tiempo de la sesión, con estos ejercicios se pretende mejorar la fuerza, resistencia y potencia muscular, con el fin mejorar el dolor, la depresión, la ansiedad, la calidad de vida y la fatiga en pacientes con fibromialgia, así como disminuir el impacto de esta enfermedad en sus vidas (Salazar Paneque, 2019).

6 Metodología de Diseño

Se opta por este proceso metodológico para la realización del sistema de apoyo en hidroterapias debido a que es una herramienta de manipulación cotidiana, con el objetivo de diseñar objetos que tengan una óptima relación ergonómica con su usuario, el uso de pacientes con la patología Fibromialgia, el sistema se diseña para servir de apoyo en la ejecución de diversos ejercicios de fortalecimiento muscular.

Tabla 1. Metodología ergonomía para el diseño, Cecilia Flores. Fuente, Elaboración propia.



7 Proceso de Diseño

7.1 Análisis de Tipologías

Las tablas que se presentan a continuación enseñan diversas máquinas existentes en el mercado creadas para la realización de múltiples ejercicios, cada uno de estos elementos es fabricado con una materialidad resistente según el contexto para el cual fue creado, se relacionan con el sistema de apoyo para las hidroterapias ya que estas cumplen uno de sus objetivos, ser multifuncional, también se relaciona con similitud en formas de estructura como el thigh toner (y materialidad que genere menor impacto en contacto con el cuerpo humano como lo son las máquinas de ejercicios para niños.

Tabla 2. Máquina de ejercicios, gimnasio al aire libre. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 3. Thigh toner, fortalecimiento multifuncional. Fuente: Elaboración propia.

THIGH TONER

SIMBOLICO COMUNICATIVO

FORMAL ESTETICO

PRACTICO TECNICO

PRODUCTO: elemento utilizado para realizar ejercicio, utilizado para fortalecer diversas partes del cuerpo.

RELACIÓN TIPOLOGICA: elemento creado para la realización de multiple ejercicios, el cual exige esfuerzos en diversas partes del cuerpo humano.

FUENTE: <http://chinabestwin.cn.hisupplier.com/product-2615744-Thigh-Toner-by-Bally-Total-Fitness.html>



The image shows a thigh toner device, which is a flexible, looped band made of colorful material (blue, red, yellow, pink). It is designed to be worn around the thighs or legs. Several circular inset images demonstrate various exercises and ways to use the device, such as standing, sitting, and lying down, to target different muscle groups.

Tabla 4. Maquina multifuncional. Fuente: Elaboración propia.

MAQUINA MULTIFUNCIONAL

SIMBOLICO COMUNICATIVO

FORMAL ESTETICO

PRACTICO TECNICO

PRODUCTO: maquinas para realizar ejercicio de fortalecimiento y tonificación muscular, se encuentran en gimnasios, hogares.

RELACIÓN TIPOLOGICA: Maquina creada para la realización de multiple ejercicios, con el fin de fortalecer a diversos usuarios, la cual exige esfuerzos al cuerpo humano.

FUENTE: <https://maquinasdeejercicios.com/maquina-multifuncional/>
<https://www.achando.net/mejores/maquina-multiusos-gimnasio.html>



The image shows a large, complex gym machine with a black frame and yellow accents. It has a seat, a backrest, and various adjustment points. The machine is designed for multiple exercises, likely targeting the back, legs, and arms. It is a typical piece of equipment found in a gym.

Tabla 5. Máquina de ejercicios para niños. Fuente: Elaboración propia.

MAQUINAS DE EJERCICIOS PARA NIÑOS

SIMBOLICO COMUNICATIVO

FORMAL ESTETICO

PRACTICO TECNICO

PRODUCTO: juguete de espuma para realizar ejercicio para niños.

RELACIÓN TIPOLOGICA: Maquina creada para la realizacion ejercicios, fabricada con materiales suaves evitando el impacto en el momento de uso por los usuarios (niños).

FUENTE: <https://www.jugueton.cl/37-maquinas-de-ejercicios>



7.2 Requerimientos

En las siguientes tablas se evidencian los requerimientos para el diseño y fabricación, con el objetivo de crear un sistema de apoyo con óptima relación ergonómica con su usuario, los pacientes de fibromialgia, debido a las características de esta patología, el elemento debe soportar el uso de los diversos pacientes en las sesiones de hidroterapia, la herramienta de apoyo servirá para la realización de múltiples ejercicios y cada uno de sus componentes debe de servir tanto en el momento de ensamble al sistema como de forma individual, además debe de estar estructurado y protegido con una material que no genere ningún impacto de dolor ni lesión debido a la sensibilidad que presentan los pacientes con esta enfermedad.

Tabla 6. Requerimientos de uso y función. Fuente: Elaboración propia.

REQUERIMIENTOS DE USO		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
SEGURIDAD	El sistema debe de generarle confianza al usuario	Estabilidad en el objeto, fijacion en el suelo de la piscina
MANIPULACION	El paciente utilizara cada una de las partes del sistema para la realizacion de ejercicios segun la zona del cuerpo a fortalecer	Cada uno de los objetos del sistema tendra una forma y ubicacion distinta para que el paciente distinga con que parte de su cuerpo utilizara el objeto

REQUERIMIENTOS DE FUNCION		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
RESISTENCIA	Resistir el uso y el abuso de los pacientes en las sesiones de hidroterapia, debido a que este es un sistema de apoyo para realizar los ejercicios	No deben de haber zonas fragiles ni angostas donde se pueda ocasionar una ruptura del mateial
ACABADOS	El sistema no debe de causarle ningun daño al paciente en el momento de su uso debido a la sensibilidad en el cuerpo de los pacientes de fibromialgia	El sistema estará elaborado y recubierto por un material que le genere minimo impacto a los pacientes en el momento de su uso, este material debe de ser resistente al agua.
CONFIABILIDAD	el usuario debe de confiar y tener seguridad al usar el sistema de apoyo para la realizacion de las sesiones de hidroterapia	al utilizarlo el paciente mantendra estabilidad y apoyo por parte de los componentes del sistema, por las propiedades de flotabilidad en puntos estrategicos del sistema

Tabla 7. Requerimientos estructurales y técnico-productivos. Fuente: Elaboración propia.

REQUERIMIENTOS ESTRUCTURALES		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
UNION	El sistema de apoyo debe de desarmarse y armarse para poder utilizar cada uno de sus componentes de forma grupal e individual	Por medio de ensambles, encajes, seguros de fijacion.
ESTRUCTURABILIDAD	Cada uno de los componentes del sistema servirá de apoyo para la realizacion de los ejercicios segun la zona del cuerpo a fortalecer y a tratar en esa sesion	Cada uno de los componentes del sistema sera ubicado de forma en que se puedan realizar los ejercicios pensando en la ergonomia de los pacientes y tanto el paciente como fisioterapeuta comprendan que parte utilizar y en que ejercicios sirve como apoyo
CENTRO DE GRAVEDAD	El sistema debe ser estable y fijo en el momento de uso, brindandole confianza al paciente	la base, y centro del sistema debera llevar un peso o un modo de fijacion y soporte para sus componentes

REQUERIMIENTOS TECNICO-PRODUCTIVOS		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
BIENES DE CAPITAL	Realizar diversas formas que ayuden al paciente a distinguir y a usar de forma correcta los componentes del sistema.	Maquina CNC alambre de calefaccion, para realizar las formas en las espumas de polietileno o poliuretano
EMBALAJE	Ubicar cada uno de los componentes del sistema de forma que se pueda armar y desarmar y asi utilizar el sistema de forma grupal e individual	Un elemento donde se pueda almacenar cada una de las partes y asi desplazar con facilidad, convirtiendo esto un kit de apoyo para las hidroterapias
MATERIAS PRIMAS	Sus materiales deben de ser resistentes al agua ya que este es el medio en el que va a ser usado el sistema de apoyo, el sistema no debe de soltar particulas que interfieran con el estado del agua	Propiedades como los materiales inoxidables, espuma de polietileno, poliuretano, espuma custom, esponjas, fibra de vidrio, elementos plasticos.

Tabla 8. Requerimientos formal estéticos y legales. Fuente: Elaboración propia.

REQUERIMIENTOS FORMAL ESTETICOS		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
SUPERFICIE	El paciente debe de sentirse seguro, comodo antes y en el momento de uso.	Por su material, forma y estabilidad, textura blanda, color llamativo para resaltar en el agua.
INTERES	El paciente comprendera como usar cada componente del sistema, y que ejercicios se pueden realizar como cada uno de ellos.	Moldeados en el sistema de forma estrategica que permita acoplar ergonomicamente las diferentes zonas del cuerpo que se pueden fortalecer, el sistema tambien contara con elementos graficos donde le indicara al paciente los diversos tipos de ejercicios que se pueden realizar con cada uno de los componentes

REQUERIMIENTOS LEGALES		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
NORMA	las piscinas terapeuticas, donde se realizan las hidroterapias cuentan con caracteristicas standar como lo es la temperatura de 36° a 38° C y de altura entre 1,15m y 1,35m-1,40m. El sistema no debe de modificar ni alterar la calidad del agua, ni la temperatura.	El sistema de apoyo debe estar elaborado con materiales aptos para sumergir en el agua , materiales inoxidables, materiales no contaminantes, que no alteren el estado del agua.

Tabla 9. Requerimientos simbólico comunicativos y ergonómicos. Fuente: Elaboración propia.

REQUERIMIENTO SIMBOLICO COMUNICATIVO		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
FUNCIONES INDICATIVAS	Tanto el paciente como el fisioterapeuta deben de comprender como ensamblar cada uno de sus componentes.	Orificios donde se ensamblaran los componentes por medio de un ajuste automatico, formas, puntos de color.
APLICACION DE LENGUAJES	Informará de que maneras puede ser utilizado el sistema, y cuales son los diversos ejercicios que pueden realizarse con cada uno de sus componentes	ilustraciones, guia grafica, manual.

REQUERIMIENTOS ERGONOMICOS		
CRITERIO	DETERMINANTE	PARAMETRO
ERGONOMÍA	Comodidad, seguridad y eficiencia del usuario en el momento de uso del sistema de apoyo.	Estabilidad, forma y materialidad donde el cuerpo humano y cada uno de sus componentes se acople al sistema.
ANTROPOMETRÍA	El sistema de apoyo debe de ser apto para ser usado por cualquier persona.	Los componentes del sistema tendran medidas estandares de uso de elementos ya diseñados y utilizados en la vida cotidiana
MORFOLOGÍA	La forma de los componentes del sistema debe permitir un buen agarre y soporte para el cuerpo humano	Seran de forma cilindrica, el paciente genera prensión de los componentes apoyandose con mas seguridad en el sistema
FISIOLOGÍA	el sistema por su materiales no debe causar ninguna lesion ni daños al tener el paciente contacto con sus componentes y estructura.	teniendo en cuenta la sensibilidad del cuerpo de los pacientes con fibromialgia, se diseñará estructura y recubrimiento de cada uno de los componentes del sistema. estructura solida, y recubrimiento flexible

7.3 Concepto de Diseño

Se realiza un esquema y breve explicación de la composición de una formula química, las formulas químicas son la suma o combinación de dos o más compuestos químicos, como se puede observar en la figura 6, los compuestos (H) hidrogeno y (O) oxígeno al combinarlos forman la fórmula del agua, contexto donde el sistema será ubicado para servir de apoyo, en las hidroterapias.

En metáfora, el sistema es una formula química la cual está conformada por diversos compuestos químicos estos son los múltiples ejercicios que se pueden realizar con cada una de las extremidades (componentes) del sistema de apoyo.

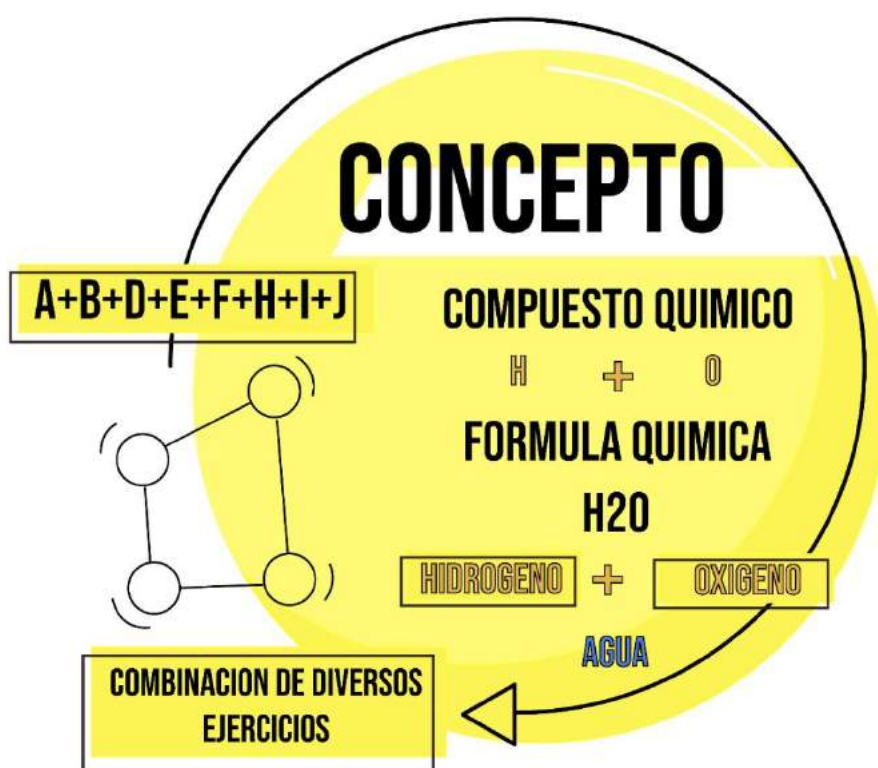


Figura 6. Concepto, fórmula química. Fuente: Elaboración propia.

7.4 Alternativas de Diseño

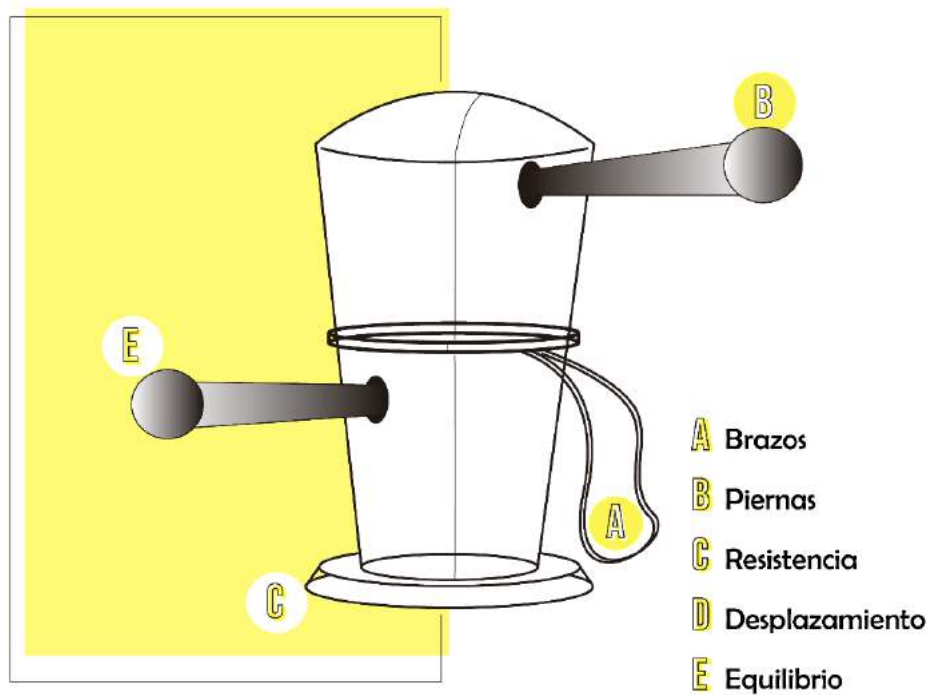


Figura 7. Primera alternativa, distribución partes. Fuente, elaboración propia.

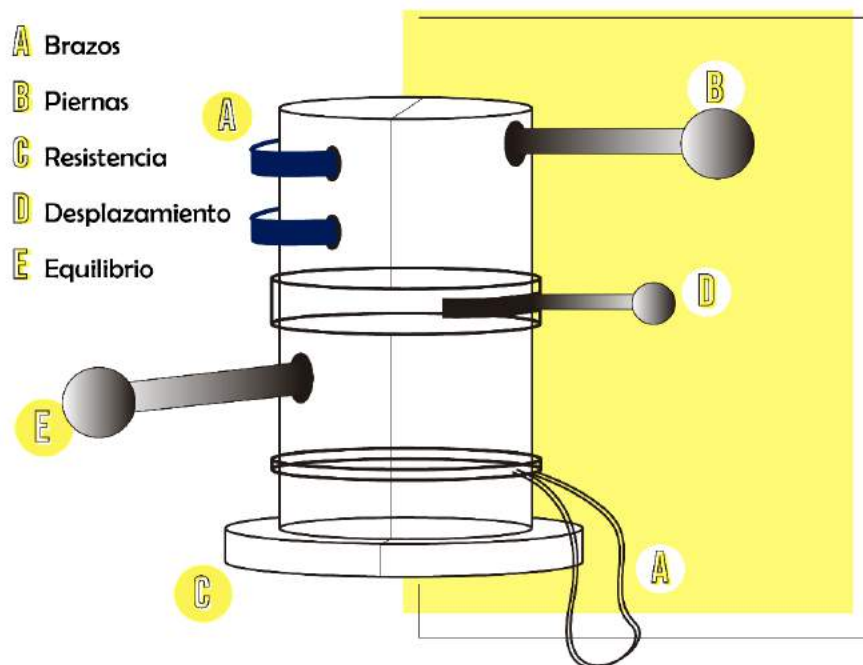


Figura 8. Segunda alternativa, distribución partes. Fuente: Elaboración propia.

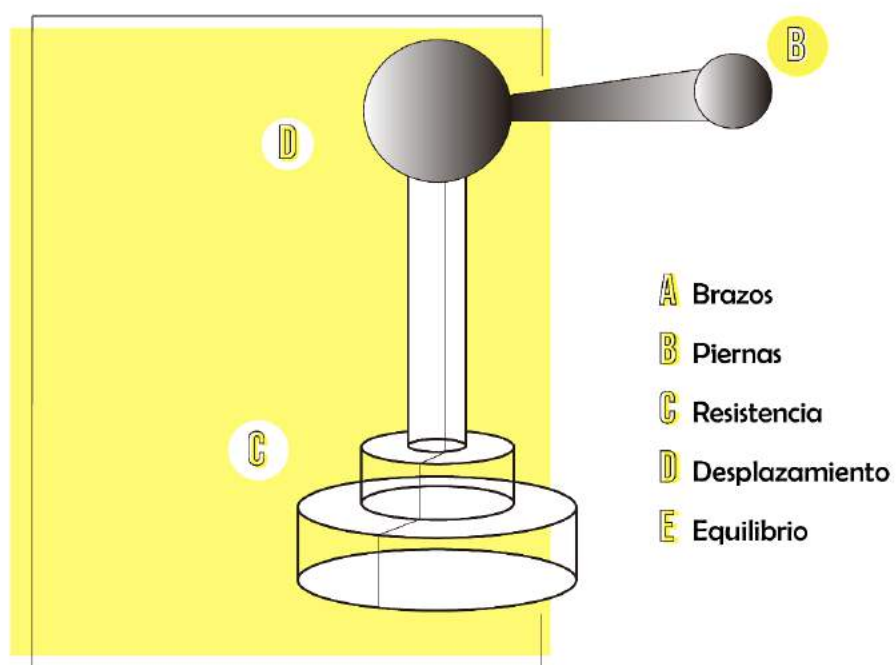


Figura 9. Tercera alternativa, distribución partes. Fuente: Elaboración propia.

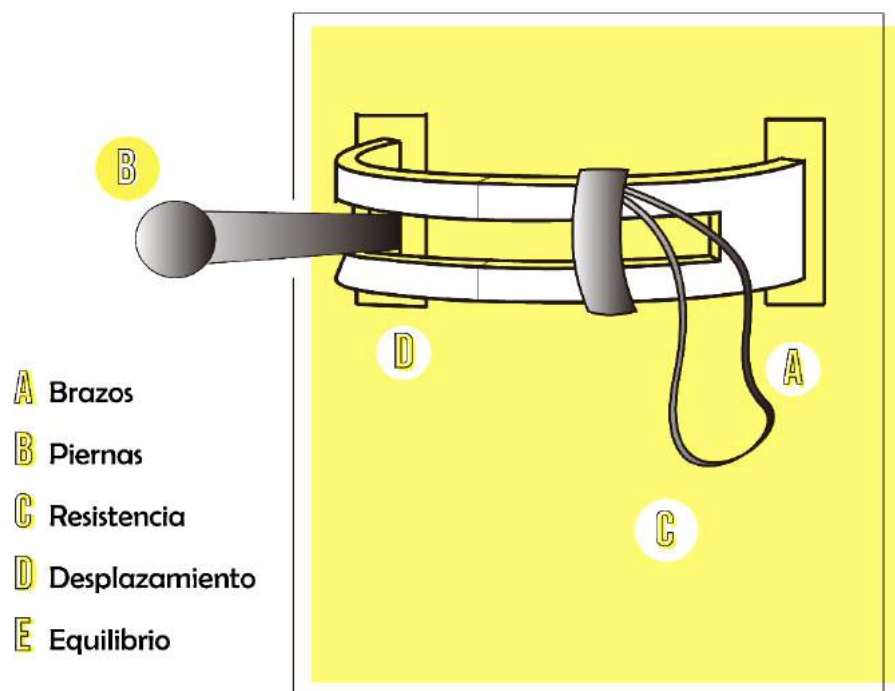


Figura 10. Cuarta alternativa, distribución partes. Fuente: Elaboración propia.

En la primera, segunda y tercera alternativa se piensa en un eje y soporte para los componentes, los componentes son las extremidades que cumplen con el objetivo de servir de apoyo para la realización de múltiples ejercicios, por cada extremidad se debe realizar combinaciones de series de fuerza, resistencia, equilibrio, tonificación muscular. En la cuarta alternativa cambia el soporte y manera de fijar el sistema, se piensa en fijar la herramienta de apoyo en una de las paredes laterales de la piscina con el fin de realizar diversos ejercicios donde sea primordial el desplazamiento y el fortalecimiento muscular de las extremidades superiores. Se elige la primera y segunda alternativa donde se fusionan con el fin de ser multifuncional. Se realiza alternativas de base, eje y extremidades que lo conforman, los componentes deben ser apoyo de forma individual y grupal.

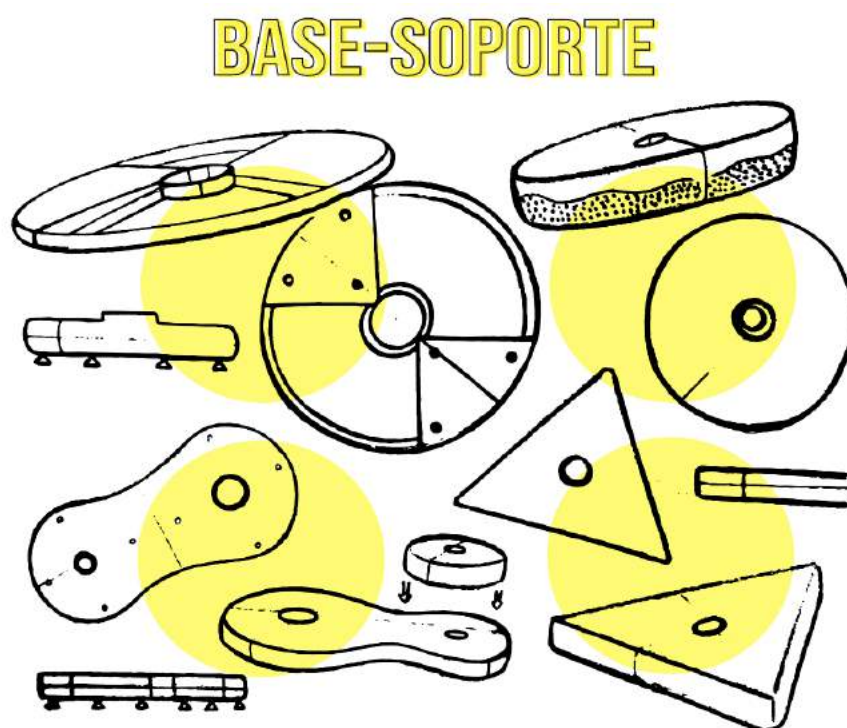


Figura 11. Alternativas de la base. Fuente: Elaboración propia.

CUERPO-ESTRUCTURA

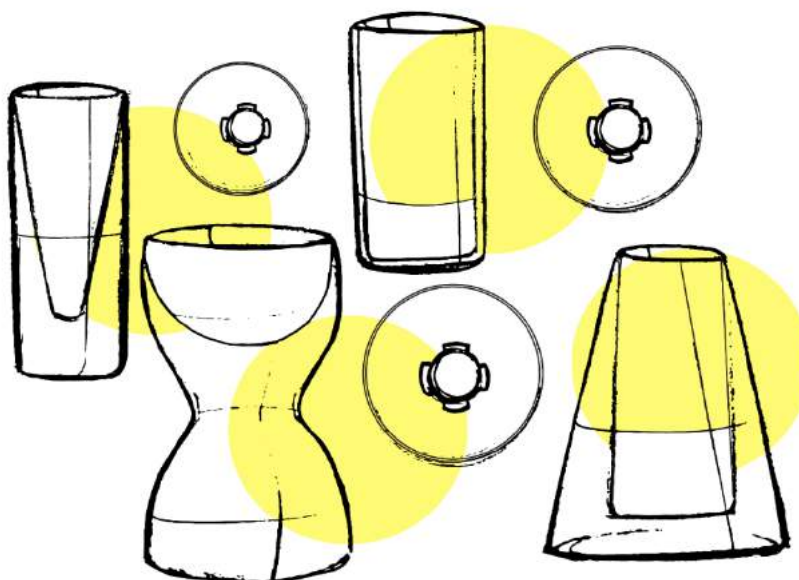


Figura 12. Alternativas, estructura eje. Fuente: Elaboración propia.

BRAZO-APOYO

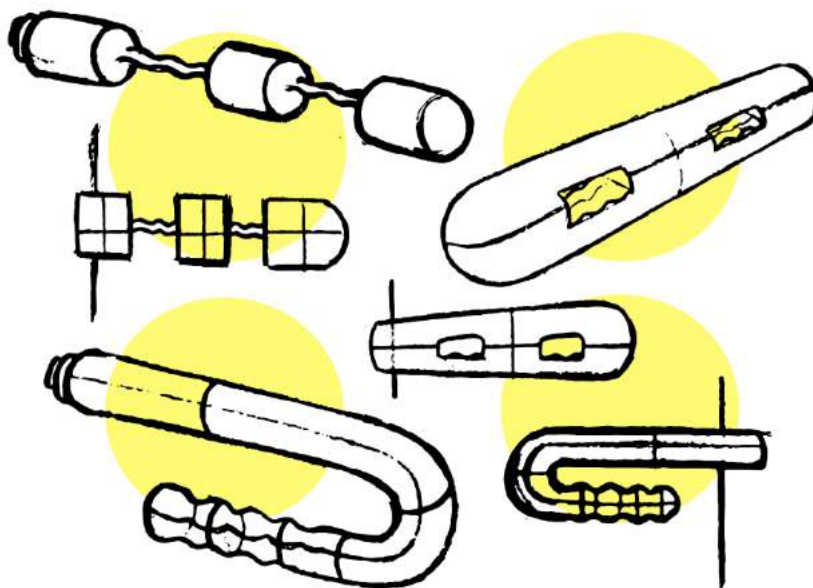


Figura 13. Alternativas estructura apoyo. Fuente: Elaboración propia.

AGARRE-MANCUERNAS

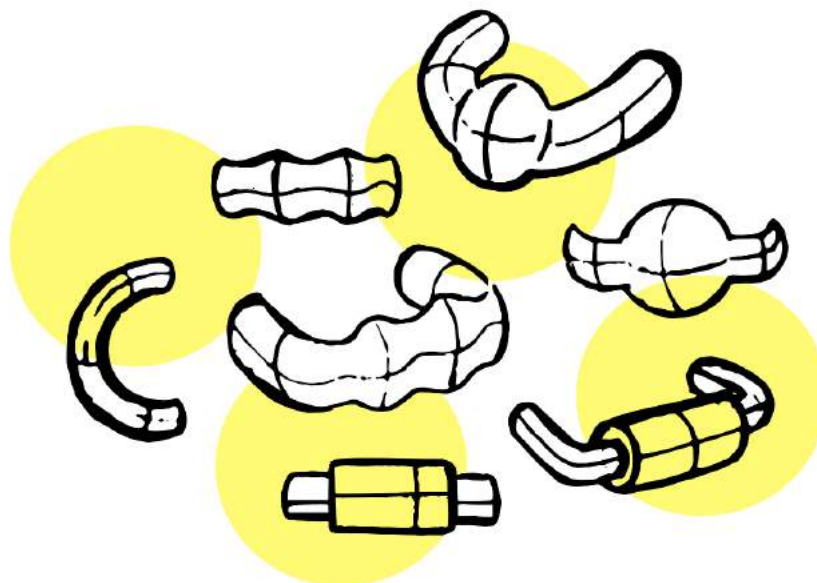
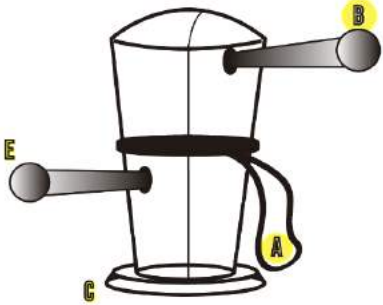
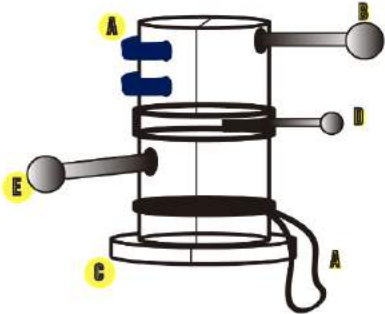
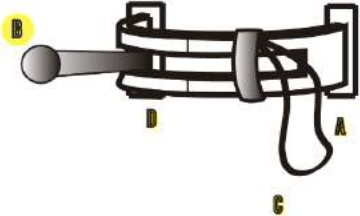
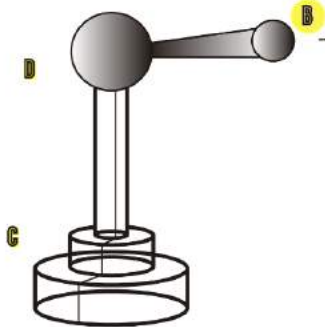


Figura 14. Alternativas mancuernas. Fuente: Elaboración propia.

7.5 Evaluación de Alternativas

Se realiza la evaluación de alternativas según la cantidad de ejercicios que se es posible desarrollar con el sistema de apoyo, la resistencia en cuanto a la repartición de sus componentes, y la rigidez o estructuración que pueden llevar a cabo en cuanto al uso de los pacientes con fibromialgia, en el desarrollo de estas alternativas no se pensaba en forma y dimensión tanto estético como funcional, se pensaba en el número de componentes y organización para lograr desarrollar la mayor cantidad posible de ejercicios.

Tabla 10. Evaluación alternativa. Fuente: Elaboración propia.

ALTERNATIVAS			
	☐	☐	☒
	☐	☐	☒
	☐	☒	☒
	+ EJERCICIOS		
	RESISTENCIA		
	FORTALECIMIENTO PARTES DEL CUERPO		
	☒	☒	☒
	☐	☒	☒
	☒	☒	☒
	+ EJERCICIOS		
	RESISTENCIA		
	FORTALECIMIENTO PARTES DEL CUERPO		
	☐	☐	☒
	☐	☒	☒
	☐	☐	☒
	+ EJERCICIOS		
	RESISTENCIA		
	FORTALECIMIENTO PARTES DEL CUERPO		
	☐	☐	☒
	☐	☐	☒
	☐	☐	☒
	+ EJERCICIOS		
	RESISTENCIA		
	FORTALECIMIENTO PARTES DEL CUERPO		

7.6 Diseño de Detalle

Se desarrolla el primer acercamiento con la forma y estructura del sistema, un dibujo bidimensional, con la distribución de sus componentes y elementos que lo conformaran.

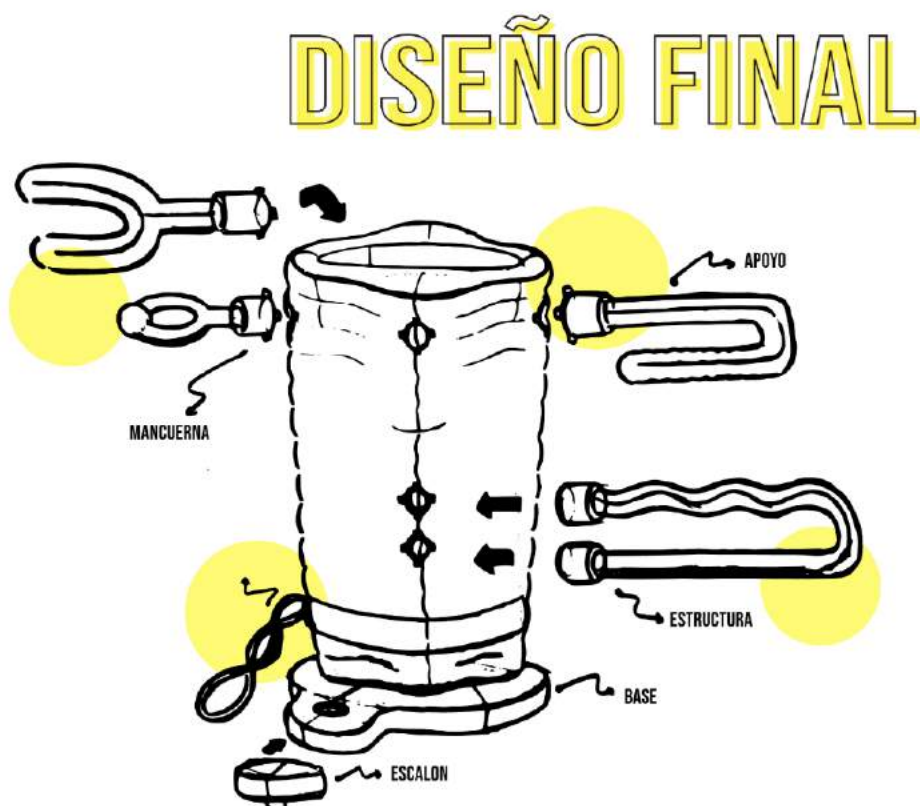


Figura 15. Diseño bidimensional final. Fuente: Elaboración propia.

Se especifican elementos que componen el sistema, método de fijación del sistema en la parte interna de la piscina y materiales utilizados para su elaboración.



Figura 16. Detalle componentes del sistema. Fuente, elaboración propia.



Figure 17. Detalle fijación. Fuente: Elaboración propia.



Figure 18. Detalle componentes. Fuente: Elaboración propia.



Figura 19. Detalles materiales. Fuente: Elaboración propia.

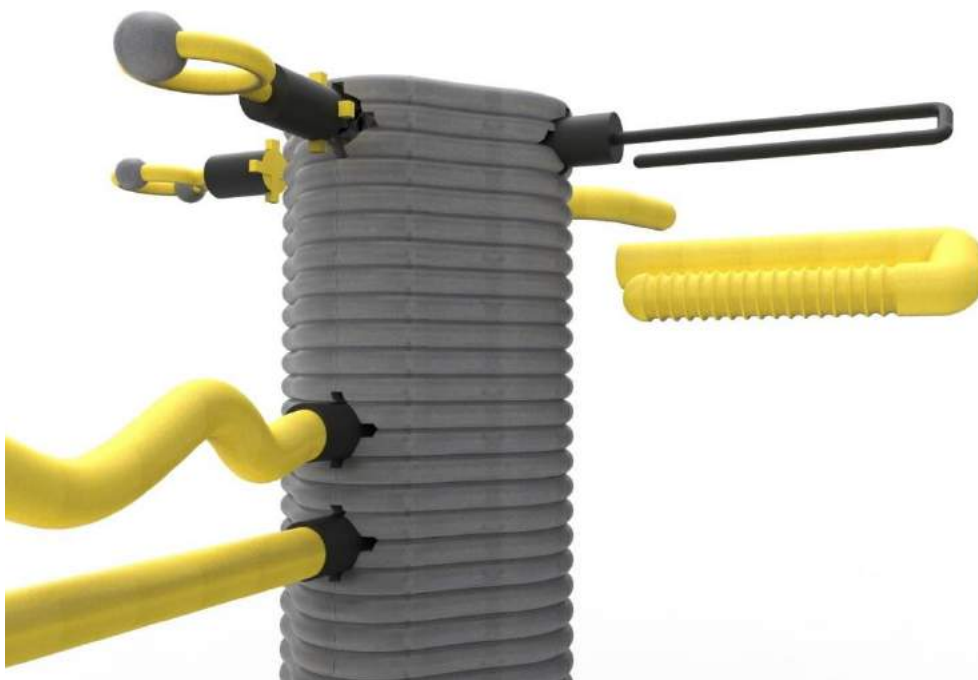


Figure 20. Detalle estructura soporte apoyo. Fuente: Elaboración propia.



Figura 21. Detalle estructura soporte asiento. Fuente: Elaboración propia.

7.7 Modelos y Simuladores

Se realiza un primer modelo de experimentación con la forma y distribución de las extremidades que lo componen, se realiza en escala y se utiliza un figurín en madera del cuerpo humano para recrear algunos de los movimientos que ejecutarían los pacientes en apoyo del sistema, este modelo ayudo a considerar factores como estabilidad y seguridad para el paciente en el momento en que se utilice alguno de sus componentes, se consideró esta alternativa de forma debido a que permite apoyo para realizar la mayoría de ejercicios que se ejercen en las sesiones de hidroterapia. Se determina requerimientos de materialidad que no genere lesiones ni impactos en el momento de uso.

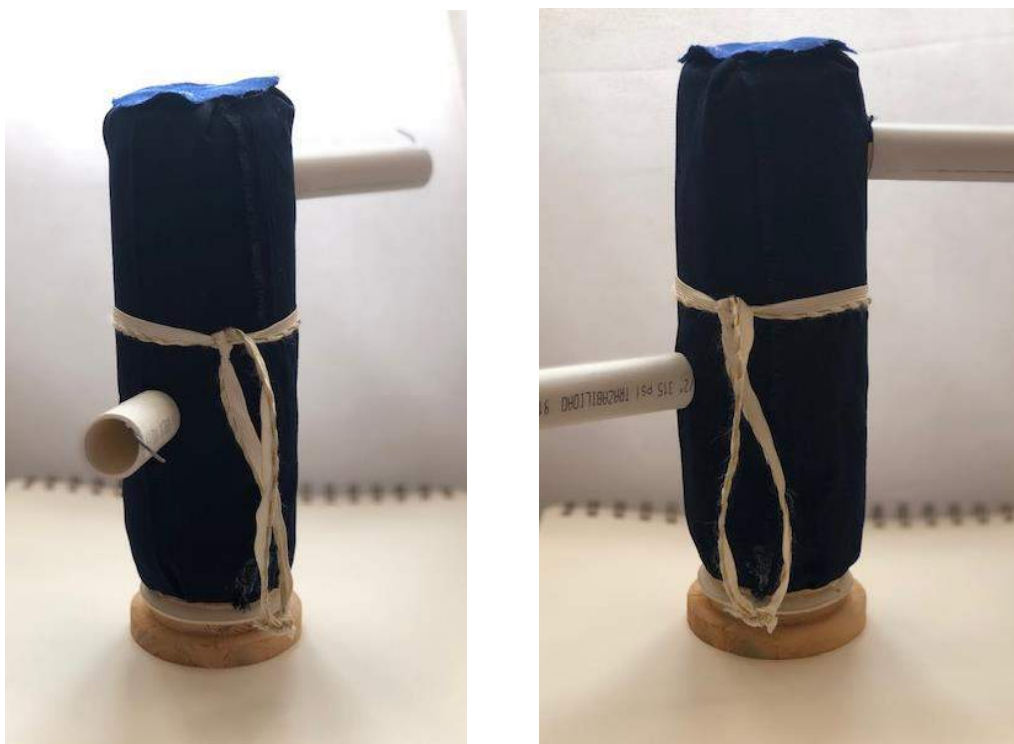


Figure 22. Primer modelo del sistema. Fuente: Elaboración propia.

8 Propuesta Definitiva

8.1 Render



Figura 23.Propuesta final. Fuente: Elaboración propia.



Figura 24. Explosión propuesta final. Fuente: Elaboración propia.

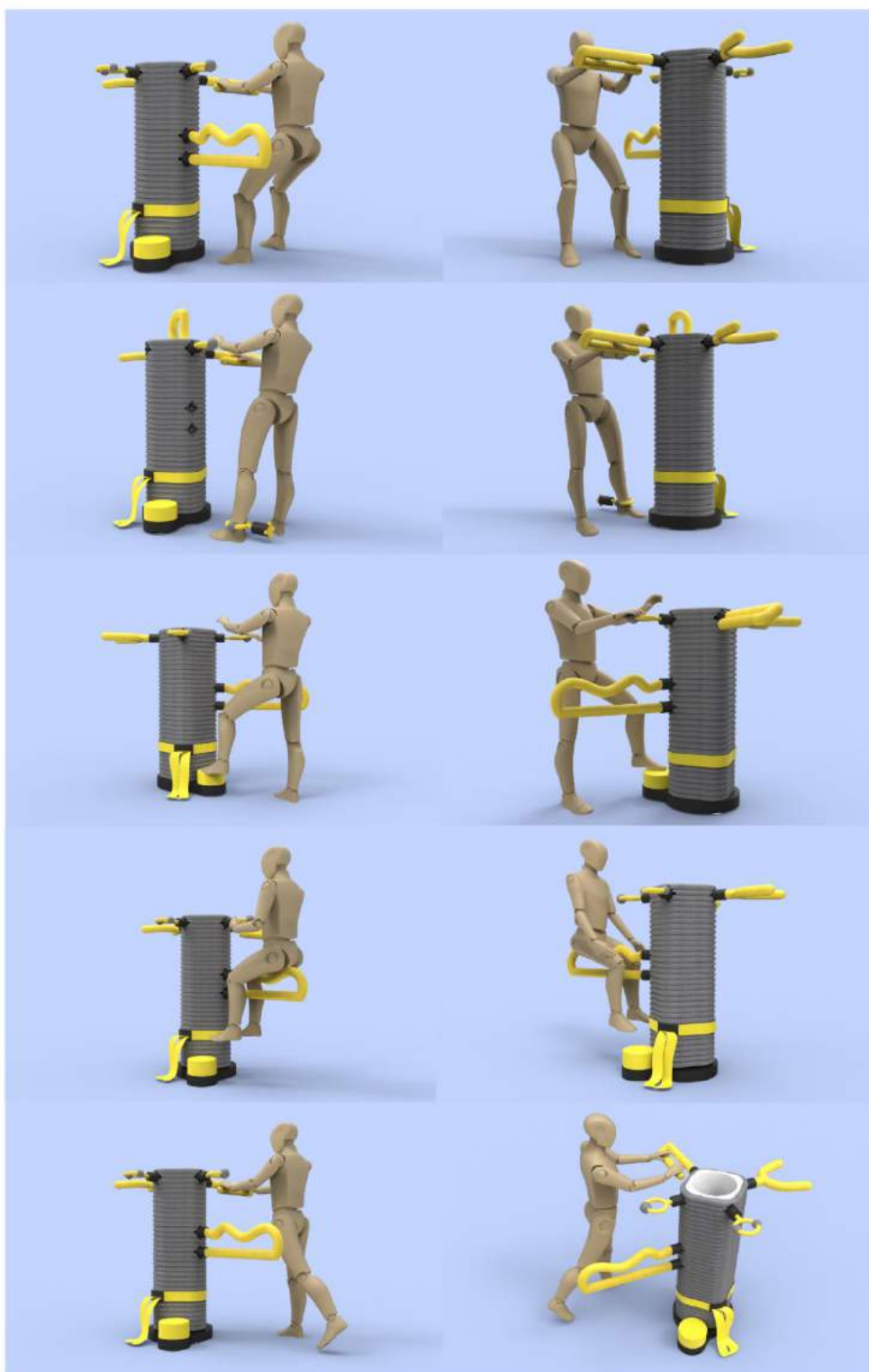
El sistema de apoyo Hidrogym sirve de soporte en las hidroterapias para los pacientes y fisioterapeutas, el sistema une las funciones que actualmente cumplen las herramientas utilizadas en los centros de rehabilitación neuromuscular, para ello se analiza la función que cada uno de estos objetos cumple en relación de los ejercicios realizados por los pacientes de fibromialgia, se analiza la forma y dimensión. Se rediseñan estos objetos con el fin de brindarle a los usuarios un objeto ergonómico y confiable cada uno de los componentes del sistema cumple la función de cada uno de las herramientas actuales, además rige un orden durante y finalizada la sesión de hidroterapia. El sistema está diseñado para almacenar cada una de sus partes en caso de no usar el elemento, cada uno de sus componentes puede ser utilizado de forma individual y grupal.



Figura 25. Sistema organización. Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Sistema componentes. Fuente: Elaboración propia.



GUIA DE USABILIDAD

Figura 27. Guía de usabilidad. Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Nombre marca. Fuente: Elaboración propia.

OBJETIVO MANUAL

Se desarrolla la marca, la identidad visual, una identificación comercial del sistema de apoyo, que permite distinguir el producto de los demás en el mercado

Desde la marca se pretende comunicarle a los usuarios el contexto del producto, se toman aspectos del artefacto para el desarrollo y creación del isologo.

MAQUINA

HIDROTERAPIAS

EJERCICIO

Figura 29. Objetivo del manual de marca. Fuente: Elaboración propia.

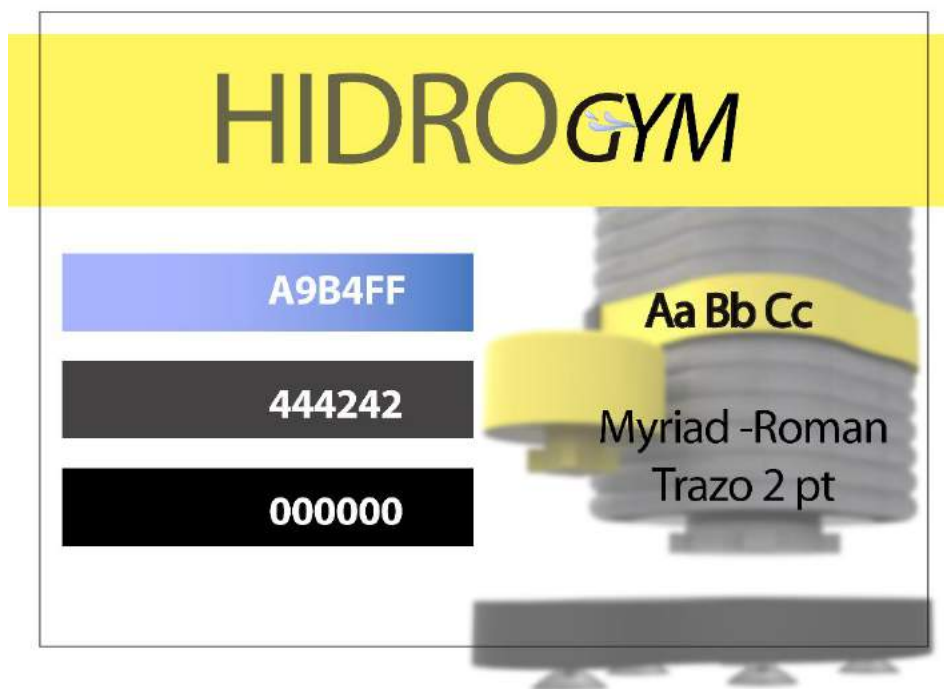


Figura 30. Colores utilizados en la marca y tipografía. Fuente: Elaboración propia.



Figura 31. Marca, negativo, positivo y color. Fuente: Elaboración propia.



Figura 32. Uso correcto de color en la marca. Fuente: Elaboración propia.

APLICACIÓN



Figura 33. Aplicación de la marca en el producto. Fuente: Elaboración propia.



Figura 34. Aplicación de la marca en el producto. Fuente: Elaboración propia.

La marca HIDROGYM nace de la combinación de palabras claves tomadas para la realización del sistema de apoyo, hidro, de hidroterapias contexto al cual está dirigido el proyecto, y gimnasio debido al fin que cumple la herramienta el cual consiste, un sistema para realizar ejercicio de fortalecimiento muscular. Se realiza el desarrollo de marca e identidad para poder dar un valor y reconocimiento al producto frente a los demás del mercado.

8.2 Secuencia de Armado



Figura 35. Componentes del sistema, antes de ensamblar. Fuente: Elaboración propia.



Figura 36. Ubicación de sus componentes para el ensamble. Fuente: Elaboración propia.



Figura 37. Sistema de apoyo, contexto. Fuente: Elaboración propia.

El sistema se ubica en el área de los elementos de apoyo que actualmente son utilizados, este se ingresaría a la piscina para la realización de las sesiones de terapia, cada sesión tiene una duración de 40 minutos donde se intercala en ese tiempo cada uno de los componentes ya que se realiza una serie de ejercicios de fortalecimiento muscular con el fin de aliviar dolores y disminuir los síntomas que padecen las personas con fibromialgia, el sistema está diseñado por estructura y recubrimiento, además de esto su cuerpo y extremidades se convierten en uno solo por la facilidad de ensamble de ajuste automático. El tiempo y duración del uso de cada uno de los componentes lo determina el fisioterapeuta, basado en el historial médico y patologías que padece se dicta que ejercicios debe realizar.

8.3 Planos Técnicos Generales

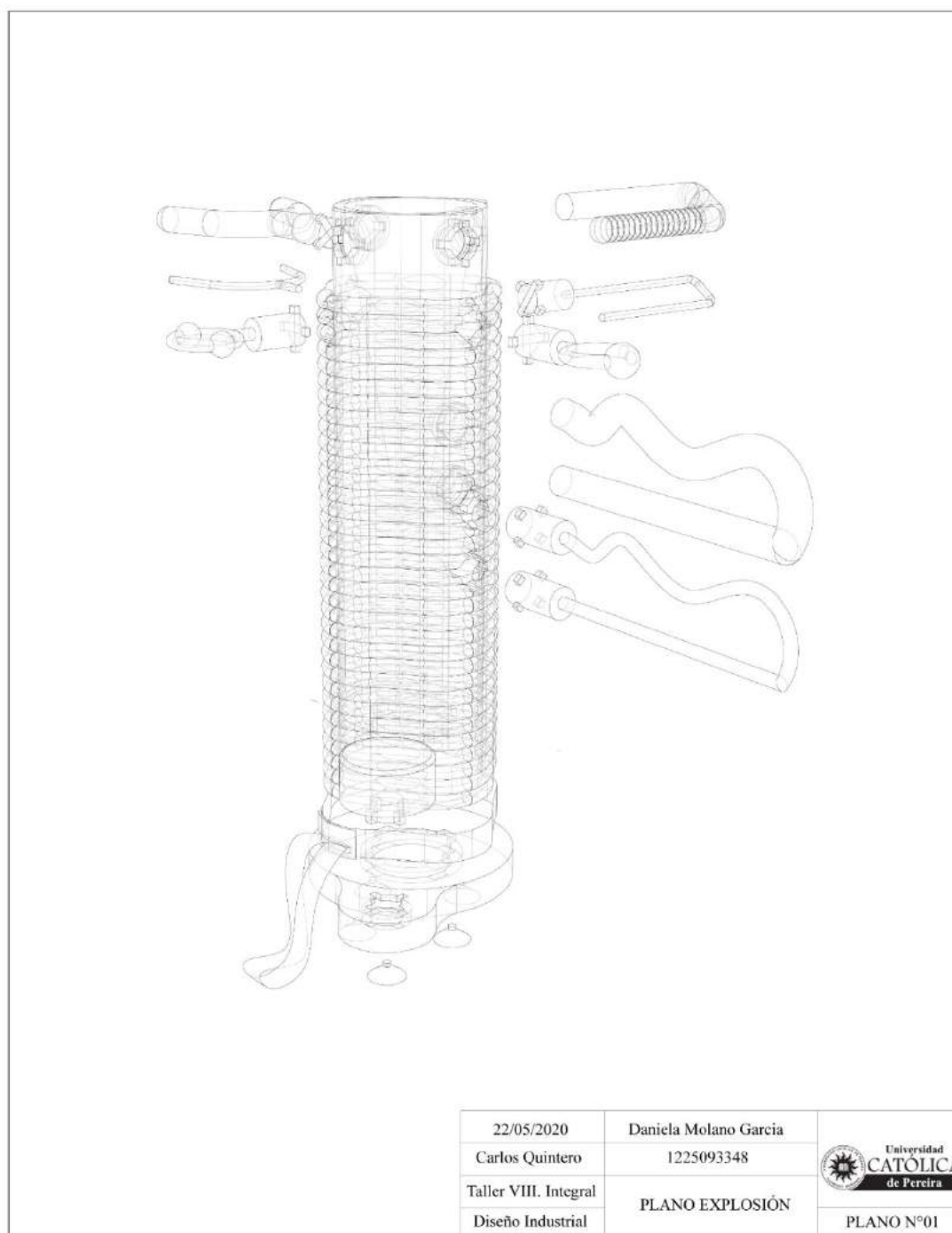


Figura 38. Planos técnicos, explosión. Fuente: Elaboración propia.

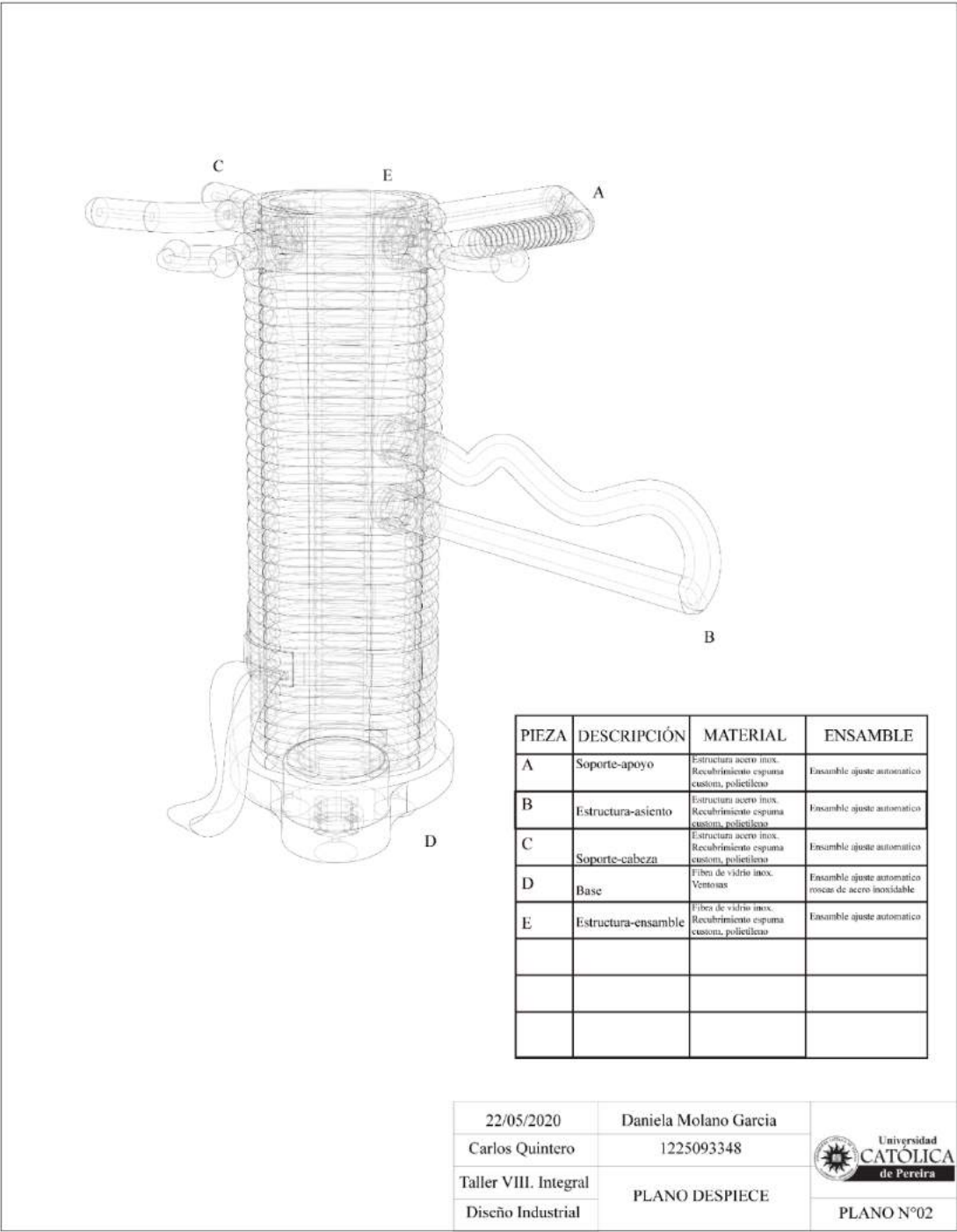


Figura 39. Planos técnicos, despiece. Fuente: Elaboración propia.

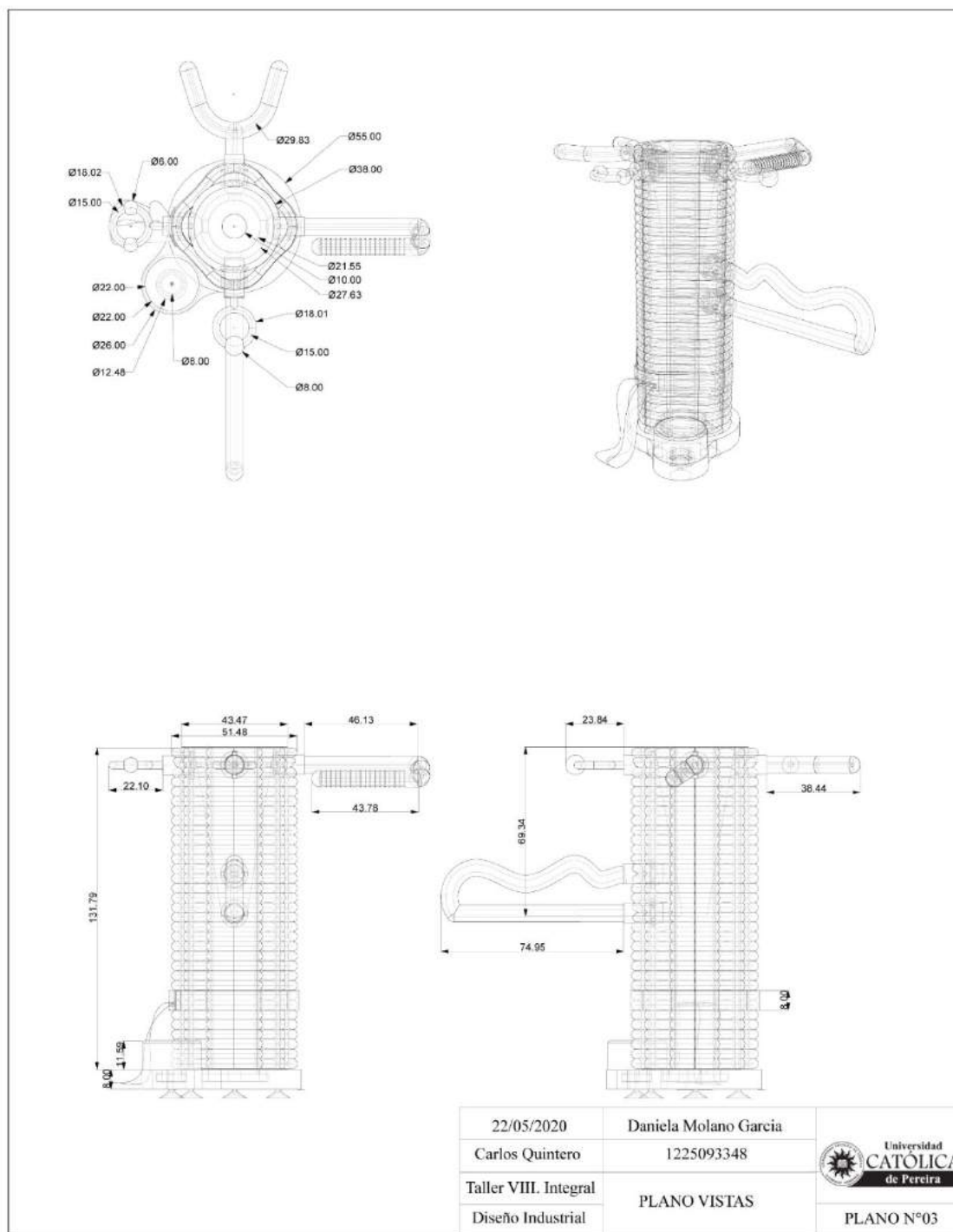


Figura 40. Planos técnicos, vistas. Fuente: Elaboración propia.

8.4 Planos Técnicos de Despiece

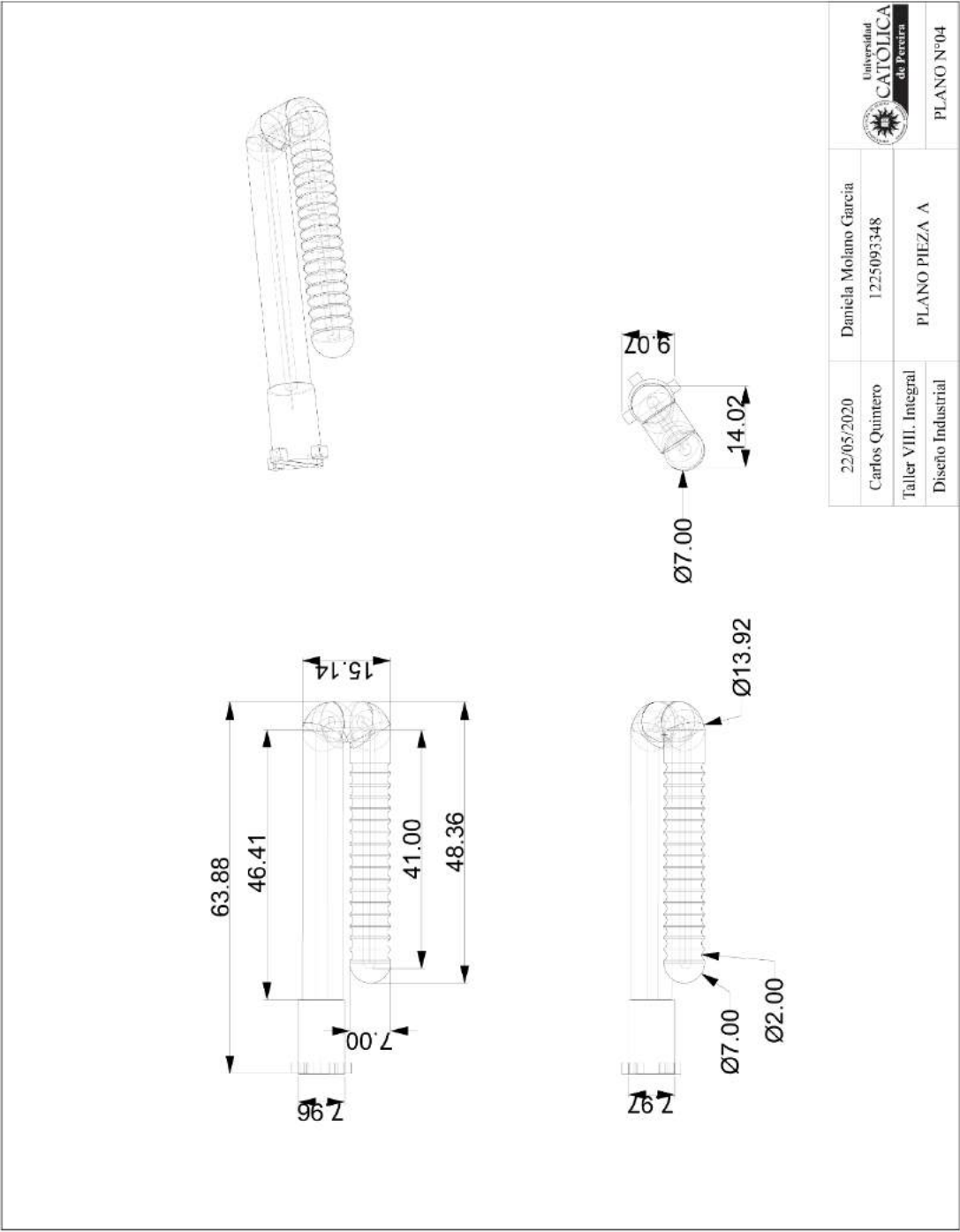


Figura 41. Planos técnicos, pieza. Fuente: Elaboración propia.

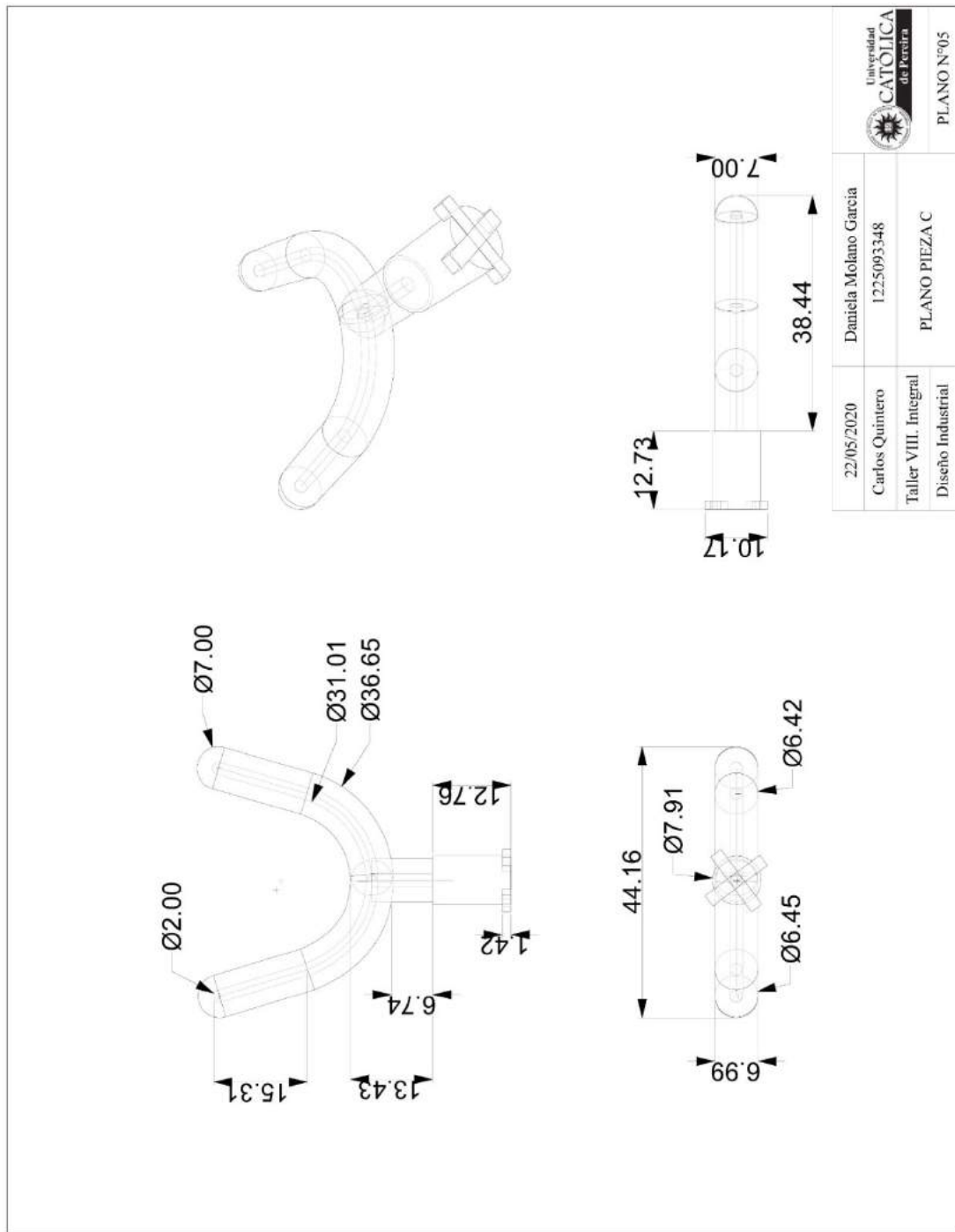


Figura 42. Planos técnicos, pieza. Fuente: Elaboración propia.

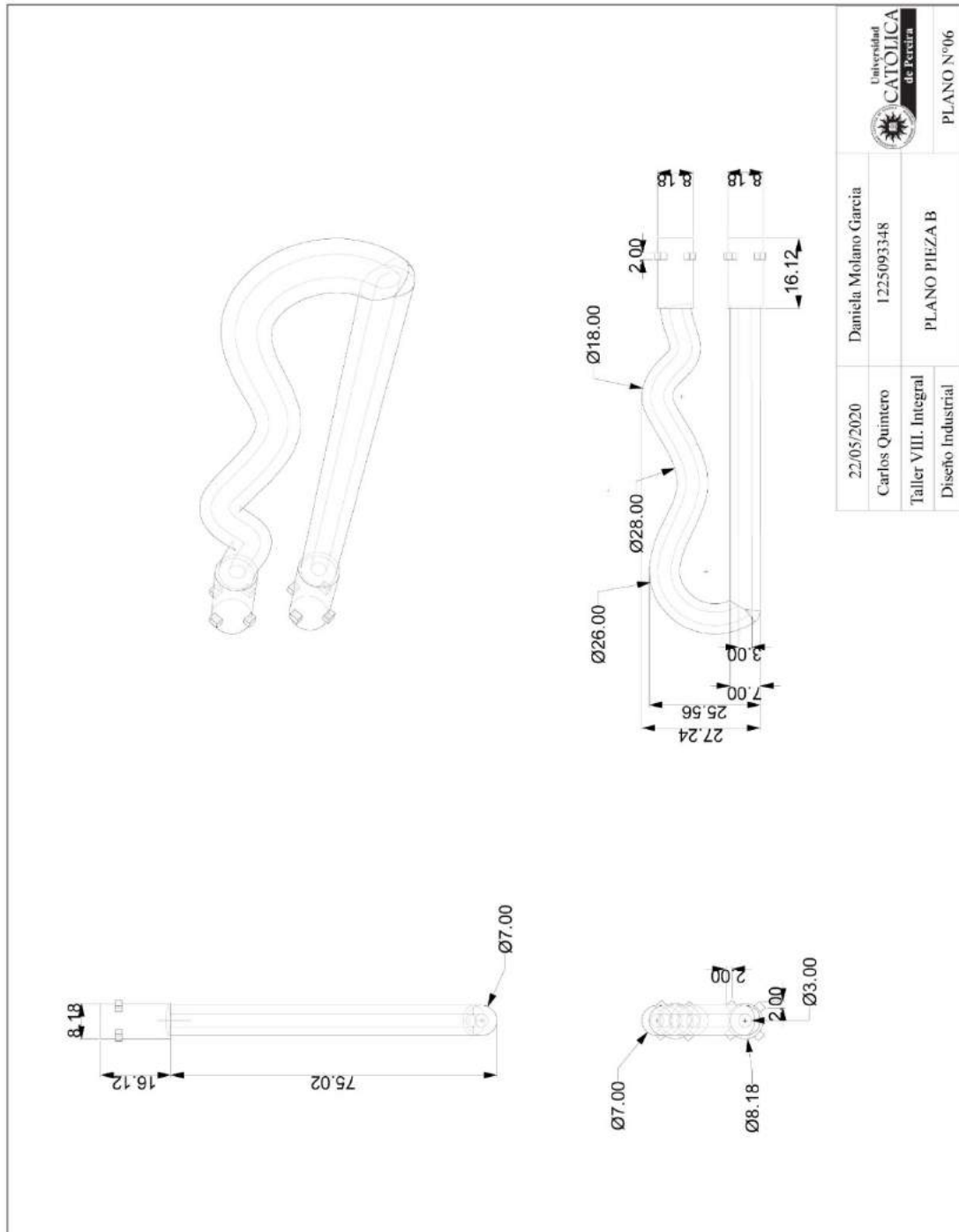


Figura 43. Planos técnicos, pieza. Fuente: Elaboración propia.

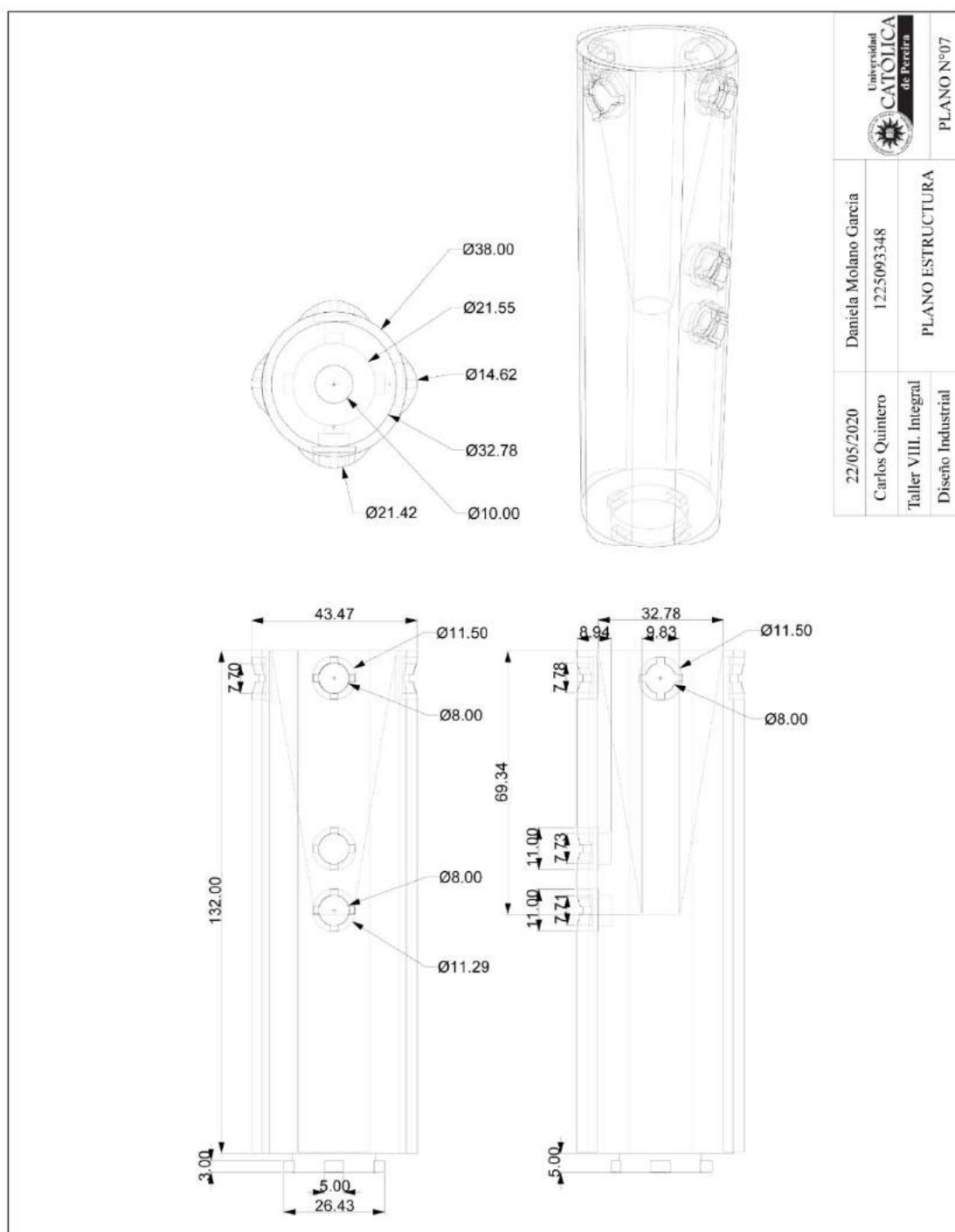


Figura 44. Planos técnicos, explosión. Fuente: Elaboración propia.

8.5 Proceso Productivo

PROCESO PRODUCTIVO

MODULO	MATERIAL	PROCESO
Extremidades soportes	Tubos polietileno	MAQUINA EXTRUSORA
Formas extremidades soportes	Tubos polietileno espuma custom	CNC ALAMBRE DE CALEFACCIÓN O PULIR PRODUCTO
Estructura del sistema, partes de ensamble	Fibra de vidrio	FIBRA DE VIDRIO

Figura 46. Proceso productivo. Fuente: Elaboración propia.

Para la fabricación del sistema de apoyo se realiza un proceso de producción y elaboración de cada uno de sus componentes, cada una de sus partes es diferentes y necesita un proceso de construcción y maquinaria diferente, por lo cual no es un proceso productivo de paso a paso, es más la fabricación de cada una de sus piezas al tiempo para obtener la totalidad de un sistema.

8.6 Materiales Estimativos



Figura 47. Materiales estimativos. Fuente: Elaboración propia.

Se utiliza fibra de vidrio para la estructura interna del eje, donde se ensamblan los componentes del sistema, en acero inoxidable se realiza la estructura interna de los elementos que sirven de apoyo tanto de extremidades superiores como inferiores, la espuma de polietileno recubre estos materiales anteriormente nombrados con el fin de no generar lesiones en los pacientes en el momento de su uso.

8.7 Costos de Producción

Tabla 11. Costos de fabricación. Fuente: Elaboración propia.

COSTOS VARIABLES			
MATERIALES	VALOR UNITARIO C.O.P	CANTIDAD UTILIZADA	VALOR PRODUCTO C.O.P
ESPUMA CUSTOM POLIETILENO	\$200.000	1 lamina	\$200.000
FIBRA DE VIDRIO	\$200.000	1 rollo	\$200.000
VARILLA ACERO INOXIDABLE	\$70.000	2 metros	\$140.000
VENTOSAS	\$500	5 unidades	\$2.500
BANDA ELASTICA	\$20.000	1 unidad	\$20.000
RESINA POLIESTER	\$60.000	1 kg	\$120.000
CERA DESMOL- DANTE	\$35.000	1 unidad	\$35.000
PINTURA POLIURETANO	\$56.000	1/2 galón	\$28.000
MANO DE OBRA		UNIDAD	\$745.500
CORTE ALAMBRE CNC	\$8.000	6 piezas	\$48.000
FABRICACIÓN PIEZAS FIBRA DE VIDRIO	\$50.000	4 piezas	\$200.000
		UNIDAD	\$993.500
60% POR UNIDAD EN CANTIDAD	\$596.100	40% POR UNIDAD EN CANTIDAD	\$397.400

El sistema de apoyo al ser fabricado por unidad, resulta costoso debido a la mano de obra y material que se adquiere pensando en la producción de una pieza y no en cantidad, los costos

son variables teniendo en cuenta la diversidad de precios en el mercado y el costo de fabricación de piezas en fibra de vidrio como lo son la base, escalón y estructura interna de ensamble.

8.8 Viabilidad Comercial

En el mercado existe variedad de productos que no han sido creados para la ejecución de los diversos ejercicios, algunos de ellos carecen de características especiales como lo son ergonomía, materialidad, forma; para definir el elemento como un producto especializado en la rehabilitación muscular de un paciente. La mayoría de las herramientas de apoyo que se utilizan en los centros de rehabilitación, son elementos de otros campos, recreacionales, natación, aprendizaje. Aunque sean utilizados en el mismo medio acuático se debe de tener en cuenta que no cumplen el mismo objetivo, en las hidroterapias estas herramientas sirven de apoyo, de soporte para el cuerpo mientras el paciente se dispone a realizar las series determinadas por el fisioterapeuta, algunos de los elementos de apoyo utilizados en las hidroterapias son:

Mancuernas acuáticas



Figura 48. Uso mancuernas acuáticas. Fuente

<https://www.fundacionstepbystep.com/hidroterapia>



Figura 49. Mancuernas acuáticas. Fuente

<https://www.amazon.es/Alomejor-Mancuernas-aer%C3%B3bicas-Ejercicios-Piscina/dp/B07G2BP4P6>

Flotador Gusano



Figura 50. Uso flotador gusano.

Fuente <http://www.aquanatacion.es/beneficios-del-ejercicio-acuatico/>



Figura 51. Flotadores gusano, o tubos. Fuente

https://deportes.mercadolibre.com.mx/natacion/nador#!mes_sageGeolocation

Banco o escalón plástico



Figura 52. Uso de escalón o banco plástico. Fuente

<https://www.esclerosismultipleuskadi.org/beneficios-del-uso-de-la-terapia-acuatica-en-pacientes-afectados-de-esclerosis-multiple/>



Figura 53. Banco plástico adaptado para realizar los ejercicios. Fuente

<https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/204350/butaco-pequeno-gris-metalizado>

En las siguientes imágenes se puede observar algunos de los ejercicios que se realizan actualmente en las sesiones de hidroterapia, se utilizan objetos que no son propios para este contexto tampoco para las propiedades que cuentan las piscinas de tratamiento acuático. Se puede ver que adaptan elementos para poder realizar estos movimientos, se debe de tener en

cuenta que por muy fáciles que se puedan observar para los pacientes que padecen fibromialgia y demás patologías, les resulta complicado debido al dolor intenso en sus puntos de gatillo y la falta de equilibrio que ellos presentan, si en una superficie terrestre les dificulta, en una superficie acuática necesitan de elementos de apoyo para poder ejecutar estos movimientos.

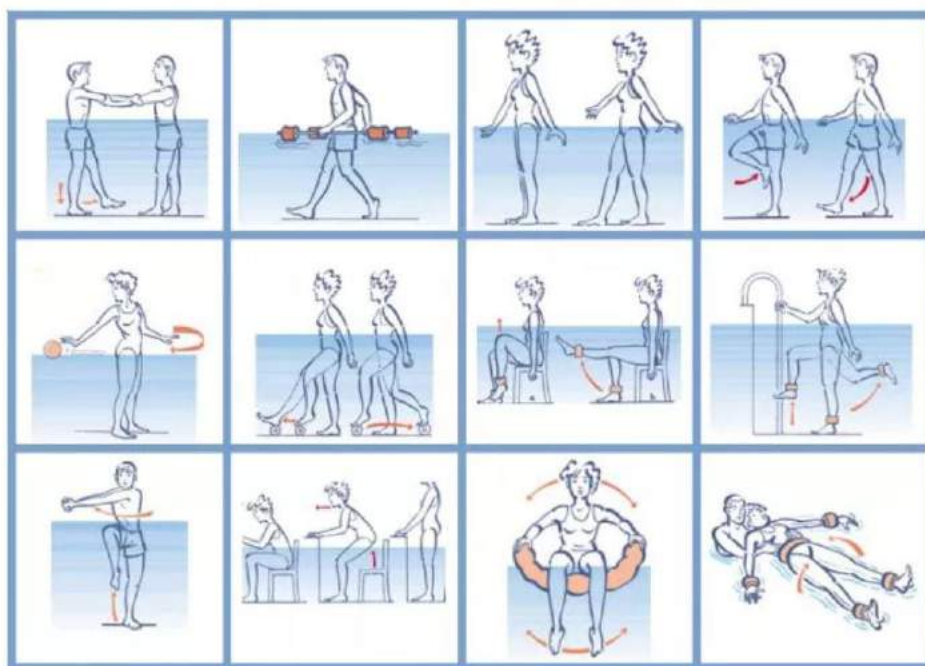


Figura 54. Guía ejercicios terapia acuática. Fuente. <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/que-es-la-hidroterapia-y-que-nos-puede-aportar>

Los elementos de apoyo son esenciales en las hidroterapias estos elementos además de ser soportes del cuerpo humano por las propiedades de la flotabilidad generan resistencia durante la ejecución de los movimientos.

El sistema de apoyo Hidrogym sirve de soporte en las hidroterapias para los pacientes y fisioterapeutas, el sistema une las funciones que actualmente cumplen las herramientas utilizadas en los centros de rehabilitación neuromuscular, para ello se analiza la función que cada uno de estos objetos cumple en relación de los ejercicios realizados por los pacientes de fibromialgia, se

analiza la forma y dimensión. Con el sistema se aprovecharían más los tiempos de las sesiones de terapia acuática, ya que el fisioterapeuta no tendría que desplazarse a buscar los elementos necesarios para realizar los ejercicios. Antes de las sesiones se ubicaría el sistema dentro del agua y se ensamblaría los componentes a utilizar o se armaría en su totalidad, en caso de no utilizar alguna de sus partes estas se ubicarían dentro del sistema.

La fabricación de Hidrogym de forma unitaria resulta de valor elevado, debido a su fabricación y materialidad, cabe resaltar que con el sistema la compra de demás herramientas de flotabilidad utilizadas actualmente no sería necesario. Actualmente en los centros de rehabilitación se realiza una cotización a lugares de venta de estos productos uno de ellos es Floty, el costo de los productos adquiridos actualmente supera el valor de \$1,000,000 de pesos como se observa en la siguiente tabla de cotización realizada por uno de los centros de rehabilitación que se tomó como punto de análisis.

Tabla 12. Cotización de herramientas de apoyo. Fuente, brindada por uno de los fisioterapeutas.

Producto	Imagen	Cantidad	Valor Unidad	Total
Cuello Flotador Niño		5	\$35.000	\$175.000
Cuello Flotador Adulto		3	\$70.000	\$210.000
Pesas para piscina		2	\$80.000	\$160.000
Pesas para tobillo		3	\$70.000	\$210.000
Pesa tobillo acuático		2	\$110.000	\$220.000

Pesas con velcro	  	2	\$150.000	\$300.000
Tabla		4	\$75.000	\$300.000
TOTAL				\$1.575.000

COTIZACIÓN CENTRO DE REHABILITACION

Ese valor se invertiría en la compra del sistema de apoyo, el sistema cuenta con componentes que sirven para ejecutar ejercicios de forma grupal ensamblado en la estructura del sistema y de forma independiente utilizando cada uno de las extremidades que lo componen.

El producto se fabricará en cantidad y será vendido por catálogos de venta de productos tanto nacionales como internacionales para el medio acuático.

En las siguientes imágenes se crea una representación de cómo sería la realización de los ejercicios con el apoyo del sistema, no se necesitaría de elementos externos, los ejercicios los podría realizar de forma autónoma en acompañamiento de las instrucciones del fisioterapeuta, pero sin utilizar el cuerpo como apoyo, esto facilitaría las sesiones de terapia acuática, tanto en la ejecución de movimientos como en el orden y disposición de los objetos.

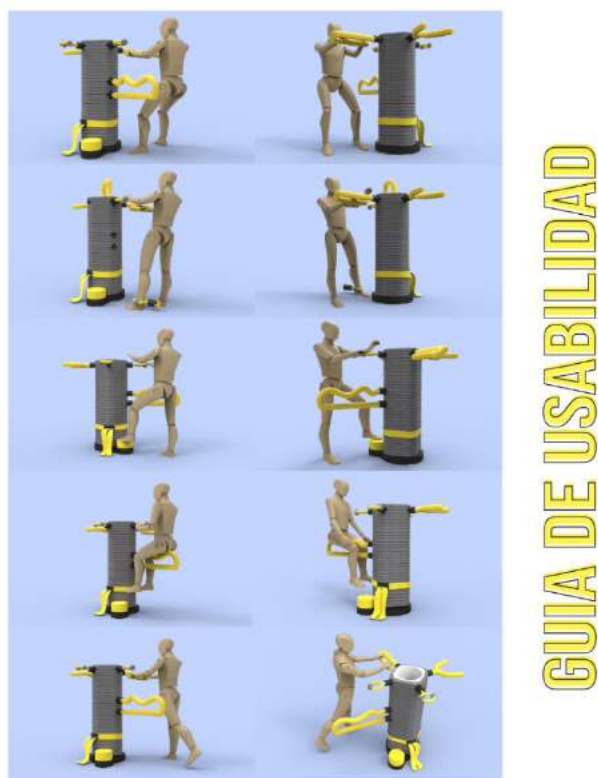


Figura 55. Guía de usabilidad. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

- Requiere de un análisis y observación para identificar problemáticas en actividades cotidianas, por ejemplo, el análisis en un acompañamiento a sesiones de hidroterapia, donde se piensa como facilitar y ayudar las actividades tanto de los pacientes como de los fisioterapeutas, logrando así mejoría en los pacientes y en la forma de realización del tratamiento.
- Se categorizan los ejercicios que realizan los pacientes, ejercicios de fuerza, resistencia, tonificación muscular, equilibrio y cardio, estos ejercicios son series continuas de fortalecimiento muscular, se categoriza según la extremidad del cuerpo que se utiliza para la realización de cada uno, extremidades superiores o inferiores, esto se desarrolla para poder distribuir cada uno de los componentes del sistema buscando que el usuario realice múltiples ejercicios sin necesitar de otros elementos externos a los del sistema de apoyo.
- Se da una solución para el beneficio de diversas personas que hoy en día padecen de fibromialgia y que a nivel global se aplicaría, debido a que este tratamiento acuático es realizado en múltiples partes ya que es una enfermedad que la padece más del 6,5% de la población mundial y que hoy en día ha ido aumentando.
- Por medio del diseño industrial se desarrolla un sistema de apoyo en el cual se puedan realizar múltiples ejercicios de fortalecimiento muscular en función del tratamiento de la fibromialgia.

El sistema reemplazará las actuales herramientas utilizadas en los centros de rehabilitación neuromuscular debido a que actualmente se realizan adaptaciones de

elementos que no han sido diseñados desde lo ergonómico en relación con la ejecución de técnicas terapéuticas.

- Se desarrolla una guía de usabilidad donde se recrean movimientos explicándole al usuario como se utilizarían sus componentes.

Referencias

- AGZ. (5 de julio de 2015). Ortotecsa. Obtenido de <https://ortotecsa.com/hidroterapia/>
- Amazon. (s.f.). Amazon . Obtenido de <https://www.amazon.es/Alomejor-Mancuernas-aer%C3%B3bicas-Ejercicios-Piscina/dp/B07G2BP4P6>
- Aquanatación. (s.f.). aquanatacion. Obtenido de <http://www.aquanatacion.es/beneficios-del-ejercicio-acuatico/>
- Ayan Perez, C. L. (2010). Fibromialgia diagnostico y estrategias para su rehabilitacion. España: Editorial medica Panamericana.
- Bizari, F. (2006). Estudio de comparacion.
- Diaz Mohedo, E. (2015). Manual de fisioterapia en Traumatología.
- Esclerosismultipleuskadi. (s.f.). esclerosismultipleuskadi. Obtenido de <https://www.esclerosismultipleuskadi.org/beneficios-del-uso-de-la-terapia-acuatica-en-pacientes-afectados-de-esclerosis-multiple/>
- Ferro Veiga, J. M. (2020). La hidroterapia. En J. M. Veiga, LOS PELIGROS Y BENEFICIOS DE LAS TERAPIAS ALTERNATIVAS (pág. 240). José Manuel Ferro Veiga.
- Fibromialgiaantequera. (s.f.). Fibromialgiaantequera. Obtenido de <https://sites.google.com/site/fibromialgiaantequera/-que-es-la-fibromialgia>
- Fisioonline. (s.f.). Fisioonline todo sobre fisioterapia. Obtenido de <https://www.fisioterapia-online.com/articulos/que-es-la-hidroterapia-y-que-nos-puede-aportar>
- Flores, C. (s.f.). Ergonomia para el diseño. SA DE CV DESIGNIO.
- Fundacionstepbystep. (s.f.). fundacionstepbystep. Obtenido de <https://www.fundacionstepbystep.com/hidroterapia>
- Gueita, J., Fraile, M., & Fernandez de las Peñas, C. (2015). Terapia acúatica abordajes desde la fisioterapia y terapia ocupacional. España: ELSEVIER.
- Homecenter. (s.f.). Homecenter. Obtenido de <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/204350/butaco-pequeno-gris-metalizado>
- Joo, P. L. (s.f.). Fundación Cirhma. Obtenido de http://www.fundacioncirhma.org/index.php?option=com_content&view=article&id=101&Itemid=61
- Mateos, A. P. (2018). Efectos de la hidroterapia en pacientes con fibromialgia revision bibliografica. Almería .

- Medicosypacientes.com. (12 de mayo de 2014). medicos y pacientes. Obtenido de <http://www.medicosypacientes.com/articulo/cerca-del-63-de-la-poblacion-mundial-padece-fibromialgia>
- Mercadolibre. (s.f.). Mercado libre. Obtenido de <https://deportes.mercadolibre.com.mx/natacion/nador#!messageGeolocation>
- Montaño, M. d. (2018). La Fibropedia de Pilar Síndrome de Sensibilización Central. Ediciones ECA.
- National Fibromyalgia Association. (s.f.). National Fibromyalgia Association. Obtenido de <https://fmaware.net/>
- Nicolás Alberto Camargo Amayaa, N. A. (2018). Correspondencia entre percepción de dolor e imágenes termográficas en adultos mayores con fibromialgia despues de sesiones de hidroterapia. Bogota.
- Pharma, K. (13 de 09 de 2018). BLOG DE KERN PHARMA. Obtenido de <https://www.kernpharma.com/es/blog/todo-lo-que-debes-saber-sobre-la-fibromialgia>
- Reumatologia, F. E. (s.f.). Fundacion Española de Reumatologia. Obtenido de <https://inforeuma.com/enfermedades-reumaticas/fibromialgia/>
- Saborit, J. A. (2009). Técnicas de relajación y trabajo corporal en el medio acuático. wanceulen, editorial deportiva.
- Salazar Paneque, L. (2019). Beneficios de la hidroterapia en personas con fibromialgia .
- senado, S. (14 de julio de 2008). secretariassenado. Obtenido de http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1209_2008.html
- Yigit, E. D. (2008). Estudio Comparativo, ejercicios medio acuatico y terrestre.

Apéndices

Estudio de campo

Formato entrevista: El objetivo de esta entrevista es en un primer acercamiento con algunos de los pacientes de fibromialgia que acuden al centro de rehabilitación.

Propósito: Recolectar información que ayude a entender las fallas del sistema y el uso de las diversas herramientas de apoyo.

Entrevista a pacientes de fibromialgia

nombre: _____

Entrevista pacientes:

Puntos de dolor frecuentes

* grafico ubicar los puntos

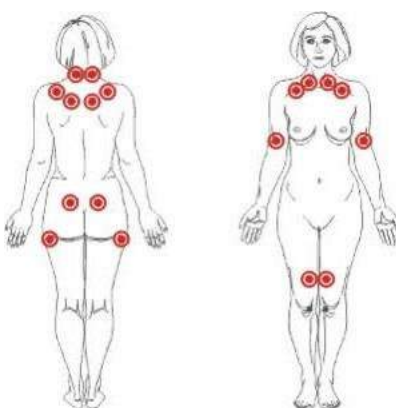


Figure 56. Referencia puntos de dolor.

Del 1 al 10 que tan fuerte es el dolor en esos puntos

* escala

Pensar en escala de cada punto de dolor

Punto 1

Punto 2

¿Cuántas veces a la semana realiza las sesiones de terapia acuática?

* respuesta

¿Realiza los ejercicios de forma

A autónoma

B en compañía de algún familiar

C Fisioterapeuta

D Otros

* respuesta de selección

¿Siente que los ejercicios realizados son efectivos en cuanto a la disminución del dolor?

* respuesta

Cual ejercicio de los que realiza en las sesiones es el que más le dificulta y por que

* respuesta

Cual ejercicio de los que realiza en las sesiones es el que le ayuda a relajar los músculos en su cuerpo y por qué.

* respuesta

Con este formato se entrevistó a cinco pacientes, de los cuales tres asistían a terapias acuáticas tres veces a la semana y los otros dos asistían dos veces a la semana al centro de rehabilitación.

Anexos

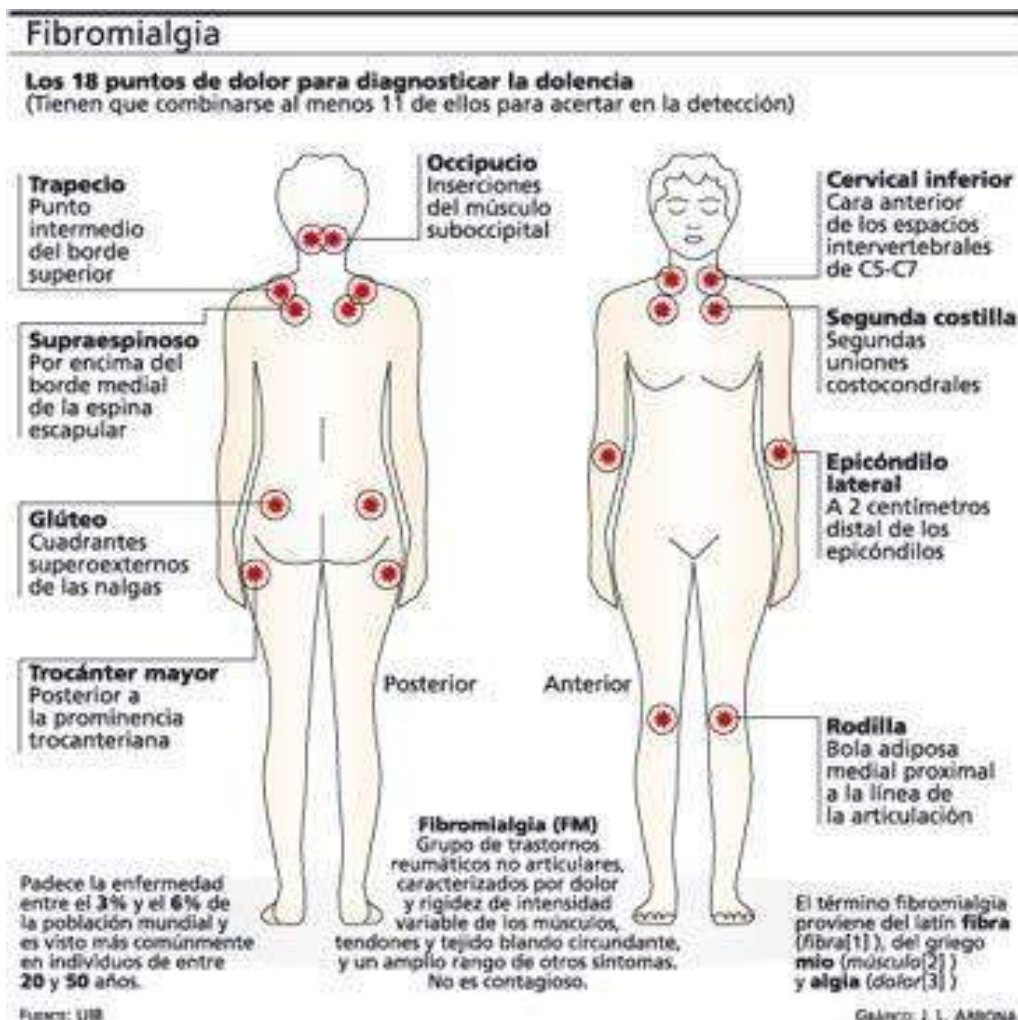


Figura 57. Puntos de dolor Fibromialgia. Fuente

<https://sites.google.com/site/fibromialgiaantequera/-que-es-la-fibromialgia>

