



A S S E R F

PROYECTO DE GRADO

DISEÑO INDUSTRIAL

DEPARTAMENTO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD
DEL VALLE

| 2020

ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE REHABILITACION FISICA PARA PERSONAS
EN SITUACION DE VULNERABILIDAD GEOGRAFICA CON DISCAPACIDAD
TRANSITORIA EN HOMBRO

PEDRO VILLAMIL GUERRERO

Universidad del Valle
Facultad de Artes Integradas
Departamento de Diseño
Diseño Industrial
Santiago de Cali, Colombia.
2020

ACCESIBILIDAD AL SERVICIO DE REHABILITACION FISICA PARA PERSONAS
EN SITUACION DE VULNERABILIDAD GEOGRAFICA CON DISCAPACIDAD
TRANSITORIA EN HOMBRO

Proyecto de grado para optar por el título de:

Diseñor Industrial

Autor:

Pedro Villamil Guerrero
1527564

Director:

Cristian David Chamorro Rodríguez

Universidad del Valle
Facultad de Artes Integradas
Departamento de Diseño
Diseño Industrial
Santiago de Cali, Colombia.
2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer en primer lugar al profesor Cristian Chamorro por apoyarme en todo el proceso y brindarme todas las herramientas para construir mi proyecto de grado. También al departamento de diseño y compañero.

RESUMEN

Este documento de proyecto de grado presenta la investigación de un problema de accesibilidad a los servicios de salud especializados de rehabilitación física para personas con discapacidad transitoria en Colombia, el cual afecta la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria disminuyendo la calidad de vida de las personas. Dentro del proceso de investigación se establece la articulación de hombro como la más afectada por las discapacidades transitorias presentes en la población debido a las restricciones en la realización de las actividades de la vida diaria.

Como resultado de la investigación se desarrolló un dispositivo de rehabilitación activa y pasiva de hombro que realiza terapias tele operadas de manera sincrónica con el especialista en rehabilitación.

ABSTRACT

This degree project document presents the investigation of a problem of accessibility to specialized physical rehabilitation health services for people with transitory disabilities in Colombia, which affects independence in carrying out activities of daily living, reducing the quality of life of the people. Within the research process, the shoulder joint is established as the one most affected by the transitory disabilities present in the population due to restrictions in carrying out activities of daily living.

As a result of the research, an active and passive shoulder rehabilitation device was developed that performs synchronous teleoperated therapies with the rehabilitation specialis

TABLA DE CONTENIDO

CAPITULO I

Marco Referencial

1. Diagrama de conceptos

2. Marco Teórico

2.1. Calidad de vida

2.2. Independencia

2.3. Actividades de la vida diaria

2.4. Miembros superiores

2.5. Biomecánica de hombro

3. Marco conceptual

3.1. Discapacidad

3.2. Discapacidad transitoria

3.3. Rehabilitación

3.4. Accesibilidad

3.5. Vulnerabilidad

3.6. Situación de vulnerabilidad geográfica

3.7. Tecnologías de la información y la comunicación

3.8. Telemedicina

4. Estado del arte

5. Planteamiento del problema

6. Justificación

7. Objetivo General

7.1. Objetivos específicos

8. Metodología

CAPITULO II

9. Trabajo de campo

- 9.1. Instrumento para la realización del trabajo de campo
- 9.2. Entrevistas expertos en rehabilitación
- 9.3. Entrevistas expertas en telemedicina
- 9.4. Entrevistas pacientes
- 9.5. Conclusiones trabajo de campo

10. Estado de la técnica

- 10.1. Conclusiones estado de la técnica
- 10.2. Análisis conclusiones estado de la técnica

11. Requerimientos

CAPITULO III

12. Descripción de la propuesta

- 12.1. Terapia de flexoextensión
- 12.2. Terapia de flexoextensión horizontal
- 12.3. Terapia de rotación interna y externa

13. Módulos y Componentes

- 13.1. Módulo de apoyo: Soporte codo
- 13.2. Módulo de apoyo: Soporte pecho
- 13.3. Módulo de apoyo: Posicionador vertical de apoyo
- 13.4. Módulo de ejecución: Brazo
- 13.5. Módulo de ejecución: Agarre mano
- 13.6. Módulo de ejecución: Sujeción brazo/antebrazo
- 13.7. Módulo de ejecución: Fuente de movimiento
- 13.8. Módulo de ejecución: Acople transmisión
- 13.9. Módulo de ejecución: Sistema de posicionamiento de transmisión
- 13.10. Módulo de ejecución: Ajuste altura de hombro
- 13.11. Módulo de ejecución: Riel oval

- 13.12. Módulo de ejecución: Sujeción riel oval
- 13.13. Módulo de ejecución: Ajuste anchura de hombro
- 14. Secuencia de instalación
 - 14.1. ASSERF instalado
- 15. Comprobaciones
 - 15.1. Comprobaciones flexoextensión
 - 15.2. Comprobaciones flexoextensión horizontal
 - 15.3. Comprobaciones rotación interna/externa
- 16. Evaluación ASSERF frente a los requerimientos de diseño
- 17. Conclusiones del proyecto
- 18. Anexos
- 19. Bibliografía

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1: Planos del cuerpo humano
- Figura 2: Ejes de movimiento miembro superior
- Figura 3: Movimiento de Extensión
- Figura 4: Movimiento de flexión
- Figura 5: Movimiento de Aducción
- Figura 6: Movimiento de Abducción
- Figura 7: Movimiento de Rotación interna y externa
- Figura 8: Movimiento de Flexoextensión Horizontal
- Figura 9: Movimiento de circunducción
- Figura 10: Módulo de apoyo
- Figura 11: Módulo de ejecución
- Figura 12: Instalación
- Figura 13: Primer paso Terapia flexoextensión
- Figura 14: Segundo paso Terapia flexoextensión

Figura 15: Tercero paso Terapia flexoextensión

Figura 16: Cuarto paso Terapia flexoextensión

Figura 17: Quinto paso Terapia flexoextensión

Figura 18: Esquema terapia flexoextensión

Figura 19: Primer paso Terapia flexoextensión horizontal

Figura 20: Segundo paso Terapia flexoextensión horizontal

Figura 21: Tercer paso Terapia flexoextensión horizontal

Figura 22: Cuarto paso Terapia flexoextensión horizontal

Figura 23: Quinto paso Terapia flexoextensión horizontal

Figura 24: Esquema terapia flexoextensión horizontal

Figura 25: Primer paso Terapia rotación interna / externa

Figura 26: Segundo paso Terapia rotación interna / externa

Figura 27: Tercer paso Terapia rotación interna / externa

Figura 28: Cuarto paso Terapia rotación interna / externa

Figura 29: Esquema terapia rotación interna / externa

Figura 30: Acople soporte de codo

Figura 31: Soporte de codo

Figura 32: Disposición soporte de pecho

Figura 33: Soporte de pecho

Figura 34: Posicionador vertical apoyo

Figura 35: Brazo

Figura 36: Esquema brazo

Figura 37: Agarre mano

Figura 38: Sujeción Brazo / antebrazo

Figura 39: Acople transmisión

Figura 40: Acople transmisión guaya de transmisión

Figura 41: Ensamble acople transmisión

Figura 42: Sistema de acople para la transmisión de potencia del motor

Figura 43: Sistema de posicionamiento de transmisión

Figura 44: Posicionamiento transmisión

Figura 45: Ajuste altura de hombro

Figura 46: Riel Oval

Figura 47: Sujeción riel oval

Figura 48: Ajuste anchura de hombro

Figura 49: Secuencia de instalación: Módulo de ejecución parte 1

Figura 50: Secuencia de instalación: Módulo de ejecución parte 2

Figura 51: Secuencia de instalación: Módulo de apoyo

Figura 52: ASSERF instalado

Figura 53: Comprobación flexoextensión

Figura 54: Comprobación flexoextensión horizontal

Figura 55: Comprobación rotación interna/externa

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Diagrama de conceptos

Tabla 2: Esferas y Facetas adoptadas en el instrumento para evaluar la calidad de vida

Tabla 3: Grado de independencia vs nivel de funcionalidad

Tabla 4: Metodología

Tabla 5: Evaluación ASSERF frente a requerimientos de diseño

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

En el marco teórico y conceptual se definirán los conceptos clave y se establecerán las relaciones existentes entre ellos para comprender la problemática planteada en esta investigación. A partir de esto se desarrollarán los conceptos que afectan la calidad de vida de las personas en torno al problema de investigación.

La calidad de vida se ve afectada por la falta de independencia en la realización de las actividades de la vida diaria de autocuidado debido a afecciones en los arcos de movimiento en la articulación del hombro debido a una lesión osteomuscular, lo cual ocasiona una discapacidad transitoria que requiere de rehabilitación física para restituir las funciones perdidas. Dentro del marco de la accesibilidad a los servicios de salud especializados como la rehabilitación física, encontramos barreras en el acceso debido a la centralización del sistema de salud colombiano, por tanto, una persona que se encuentre en las condiciones descritas anteriormente está en situación de vulnerabilidad geográfica.

1. DIAGRAMA DE CONCEPTOS

Para mayor comprensión del marco referencial se realizó un diagrama donde se relacionan los conceptos a trabajar en el proyecto.

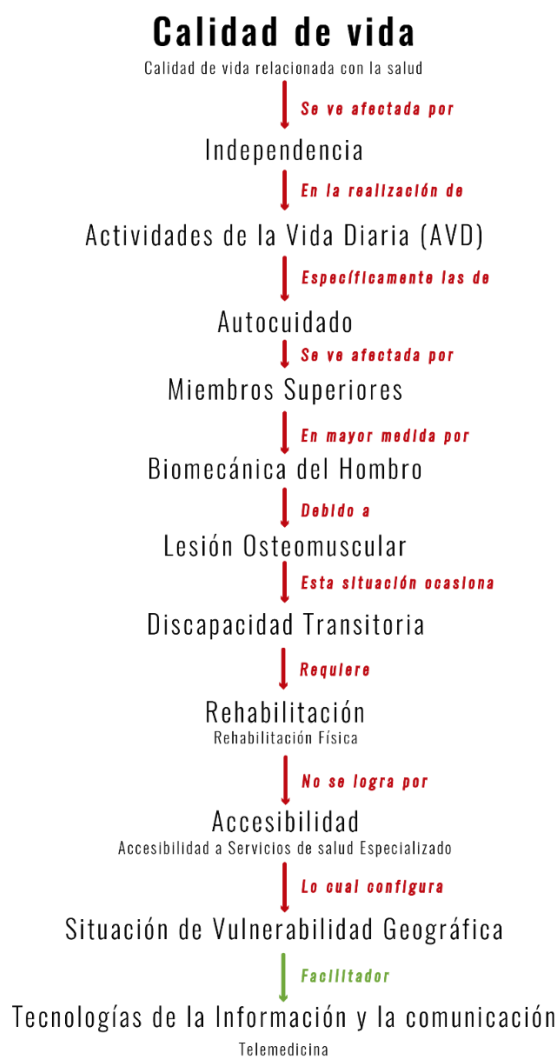


Tabla 1. Diagrama de conceptos.

Fuente: Autor

2. MARCO TEÓRICO

2.1. CALIDAD DE VIDA

“Se definió la calidad de vida en función de la manera en que el individuo percibe el lugar que ocupa en el entorno cultural y en el sistema de valores en que vive, así como en relación con sus objetivos, expectativas, criterios y preocupaciones. Todo ello matizado, por supuesto, por su salud física, su estado psicológico, su grado de independencia, sus relaciones sociales, los factores ambientales y sus creencias personales”. (OMS, 1996). Dentro de la calidad de vida encontramos entonces diferentes factores que la afectan de manera positiva o negativa, estos factores han sido categorizados por la OMS en esferas y facetas de la vida.

Esferas y facetas adoptadas en el instrumento para evaluar la calidad de vida

Esferas	Facetas
Físico	Dolor, malestar Energía, cansancio Sueño, descanso
Psicológico	Sentimientos positivos Labor de reflexión, aprendizaje, memoria, concentración Autoestima Imagen y apariencia corporales Sentimientos negativos
Grado de independencia	Movilidad Actividades de la vida diaria Dependencia respecto de medicaciones o tratamientos Capacidad de trabajo
Relaciones sociales	Relaciones personales Apoyo social Actividad sexual
Entorno	Seguridad física Entorno doméstico Recursos financieros Atención sanitaria y social: disponibilidad y calidad Oportunidades para adquirir información y aptitudes nuevas Actividades recreativas: participación y oportunidades Entorno físico (contaminación, ruido, tráfico, clima) Transporte
Espiritual	Espiritualidad/religión/creencias personales

Tabla 2. Esferas y Facetas adoptadas en el instrumento para evaluar la calidad de vida.

Fuente: OMS; **Foro Mundial de la Salud** Volumen 17

A partir del esquema de esferas y facetas que determinan la calidad de vida según la OMS, La calidad de vida se puede medir desde aspectos físicos, psicológicos, grado de

independencia, relaciones sociales, entorno y espirituales. Desde el aspecto de grado de independencia la calidad de vida se ve afectada desde facetas como movilidad, dependencia a medicamentos, capacidad de trabajo y actividades de la vida diaria. Teniendo en cuenta la situación problema planteada en este proyecto, la calidad de vida se ve afectada por la independencia al tener dificultades o no poder realizar las actividades del día a día. De acuerdo con esto se tomará como indicador de calidad de vida la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria.

“La CIF consta de tres componentes esenciales. El primer componente, funciones corporales y estructuras corporales, tiene que ver con las funciones fisiológicas/psicológicas y los elementos anatómicos y es la ausencia o alteración de los mismos lo que concebimos como «deficiencias» en funciones y estructuras. El segundo componente, actividad, se refiere a la ejecución individual de tareas y las «limitaciones» de la actividad son las dificultades que tiene el individuo para realizar tales actividades. El tercer componente, participación, se refiere al desenvolvimiento de las situaciones sociales y las «restricciones» de la participación son los problemas que el individuo experimenta en tal desenvolvimiento.” (Fernández López, Fernández Fidalgo, & Cieza, 2010).

Para el proyecto, la calidad de vida se entiende como el conjunto de aspectos que influyen en la percepción positiva de vida y bienestar desde el ámbito de la salud física. Estos aspectos están relacionados con esferas que hacen parte de la vida y afectan su calidad. Específicamente la calidad de vida se centrará en la independencia en la realización de las

actividades de la vida diaria. Estas actividades se ven afectadas por las estructuras corporales, ya que su óptimo funcionamiento será fundamental para su realización.

2.2 INDEPENDENCIA

“Se entiende que la independencia personal es la capacidad del individuo para satisfacer sus necesidades básicas, o realizar las actividades básicas de la vida diaria. De este modo, la situación de dependencia puede ser definida como el estado de carácter permanente en que se encuentran las personas que, por razones derivadas de la edad, la enfermedad o la discapacidad, y ligadas a la falta o a la pérdida de autonomía física, mental, intelectual o sensorial, precisan de la atención de otra u otras personas o ayuda importantes para realizar las actividades básicas de la vida diaria.” (Ayuso, 2007)

Para el proyecto la independencia de un individuo está relacionada con la realización de las actividades de la vida diaria de autocuidado de manera individual. Es necesario la realización de actividades de autocuidado de manera independiente por la necesidad de privacidad en su realización, ya que son tareas como lavarse, cuidar partes del cuerpo, higiene personal relacionada con los procesos de excreción, vestirse, comer, beber, entre otros que necesitan intimidad, además el hecho de tener asistencia podría generar sentimiento de carga o inutilidad (Elveny Laguado Jaimes , Katherine del Consuelo Camargo Hernández , Etilvia Campo Torregroza, 2017), por tanto, para mejora la calidad de vida del individuo se requiere de independencia en estas actividades como lo indican las esferas de calidad de vida de la OMS.

A partir del instrumento de evaluación funcional desarrollado por Carlo Paolinelli G, Pilar González H & Doniez y Tatiana Donoso en 2001 se tomó como referencia para medir la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria la tabla de niveles de independencia. Esta tabla nos permite establecer el estado de independencia de un individuo en función de la asistencia que recibe para realizar sus actividades.

Grado de dependencia	Nivel de funcionalidad
Sin ayuda	7. Independencia completa
Dependencia modificada	6. Independencia modificada
	5. Supervisión
	4. Asistencia mínima (mayor 75% independencia)
	3. Asistencia moderada (mayor 50% independencia)
Dependencia completa	2. Asistencia máxima (mayor 25% independencia)
	1. Asistencia total (menor 25% independencia)

Tabla 3. Grado de independencia vs nivel de funcionalidad

Fuente: Instrumento de evaluación funcional de la discapacidad en rehabilitación. 2001

2.3 ACTIVIDADES DE LA VIDA DIARIA

“Dentro de las diferentes posibilidades de actuación hay un tipo de actividades que son comunes a las distintas culturas y tiempos y tienen que ver con la supervivencia y mantenimiento personal. Otras conductas son rutinarias, esperables y, a veces, responden a las responsabilidades personales en función de los distintos roles. A estas actividades se las conoce habitualmente como actividades de la vida diaria (también conocidas como AVD)”.(Ayuso, 2007)

El término de Actividades de la Vida Diaria (AVD) de acuerdo con Ayuso (2007) se descompone y se clasifica en: Actividades Básicas de la Vida Diaria (ABVD) estas corresponden a las actividades de cuidado personal, autocuidado, auto mantenimiento; las

Actividades Instrumentales de la Vida Diaria (AIVD), aquellas actividades un poco más complejas como utilizar transportes, llamar por teléfono, cuidar de la casa, lavar la ropa etc. A partir de esto podemos dar más relevancia a ciertas actividades del día a día sobre otras teniendo en cuenta lo indispensable que llegan a ser, por tanto, las actividades básicas de la vida diaria son esas que el individuo requiere como mínimas para sobrevivir y mantenerse saludable.

Para el proyecto las actividades de la vida diaria estarán relacionadas con la capacidad motriz del individuo y la necesidad de independencia en su realización, por tanto, serán relevantes las actividades de autocuidado (Lavarse, cuidado de partes del cuerpo, higiene personal relacionada con los procesos de excreción, vestirse, comer, beber, cuidado de la propia salud), ya que estas actividades son propias de la individualidad del ser humano para sentirse útil y funcional además de la necesidad de privacidad en su realización.

La realización de las actividades de la vida diaria de autocuidado influye en la calidad de vida del individuo al realizarse de manera independiente o dependiente, ya que estas actividades requieren privacidad y realizarlas por sí mismo configura una buena salud y calidad de vida. De acuerdo a lo anterior el autocuidado puede verse afectado por la pérdida de independencia en su realización debido a la disminución en la funcionalidad del hombro, esta articulación controla grandes movimientos de todo el brazo gracias a sus amplios rangos de movimientos y sus 3 grados de libertad.

2.4 MIEMBROS SUPERIORES

Los miembros superiores son las extremidades que se fijan a la parte superior del tronco, están compuestos por cintura escapular, brazo, antebrazo y mano. Estos miembros superiores se caracterizan por su gran movilidad y capacidad para coger, empujar, levantar, manipular, sostener y sujetar, teniendo en cuenta esto, los miembros superiores son las extremidades del cuerpo que más intervienen en la realización de las actividades de la vida diaria de autocuidado por lo que se estudiará sus movimientos para caracterizarlos y clasificarlos en función de las limitaciones y restricciones en la participación en las AVD de autocuidado.

Para entender la disposición y orientación de los miembros superiores en el cuerpo humano, se disponen diferentes planos anatómicos según (Kapandji, 2006):

Plano anteroposterior o sagital: pasa por la línea media, cortando al cuerpo de arriba hacia abajo y de atrás hacia delante. Divide al cuerpo en mitades derecha e izquierda.

Plano frontal o coronal: este plano divide el cuerpo en dos partes: la zona anterior, que se refiere a la parte frontal; y la zona posterior, que corresponde a la parte trasera.

Plano horizontal o transversal: se encuentran en ángulo recto con los planos sagital, frontal y lateral; divide al cuerpo en partes superior e inferior.

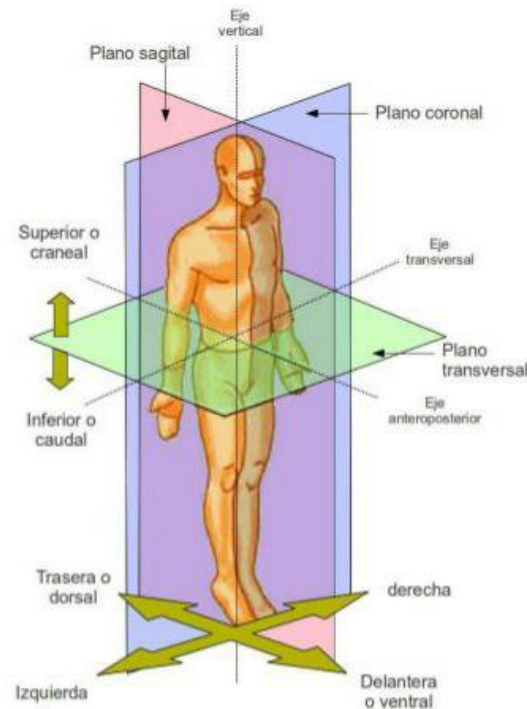


Figura 1. Planos del cuerpo humano
Fuente: sites.google.com/site/aprenderlosplanosdelcuerpo/

La articulación del hombro es la que permite el movimiento de todo el miembro superior al ser la que lo une con el tronco, esta articulación tiene gran movilidad y 3 grados de libertad por lo que es más inestable que otras y propensa a sufrir lesiones osteomusculares. Por esta razón, la pérdida de movilidad del hombro compromete la movilidad y realización de tareas de las demás articulaciones del miembro superior por lo que este proyecto se enfocará en esta articulación.

2.5 BIOMECANICA DE HOMBRO

A partir de (Kapandji, 2006), el hombro es la articulación con más movilidad del cuerpo humano, está compuesto por tres estructuras óseas: la escápula u omóplato, el húmero y la clavícula. La unión de estos tres huesos forma tres articulaciones: la Glenohumeral, la Acromioclavicular y la Esternoclavicular. Estas tres articulaciones son las que posibilitan el

movimiento del hombro en sus tres grados de libertad con relación a los tres planos anatómicos y ejes anteroposterior, transversal y vertical.

Eje transversal, incluido en el plano frontal: permite los movimientos de flexoextensión realizados en el plano sagital.

Eje anteroposterior, incluido en el plano sagital: permite los movimientos de abducción (el miembro superior se aleja del plano de simetría del cuerpo) y aducción (el miembro superior se aproxima al plano de simetría) realizados en el plano frontal.

Eje vertical: dirige los movimientos de flexión y de extensión realizados en el plano horizontal, el brazo en abducción de 90 grados. Estos movimientos también se denominan flexoextension horizontal.

El eje longitudinal del húmero: permite la rotación externa/interna del brazo y del miembro superior de dos formas distintas, rotación voluntaria y rotación automática.

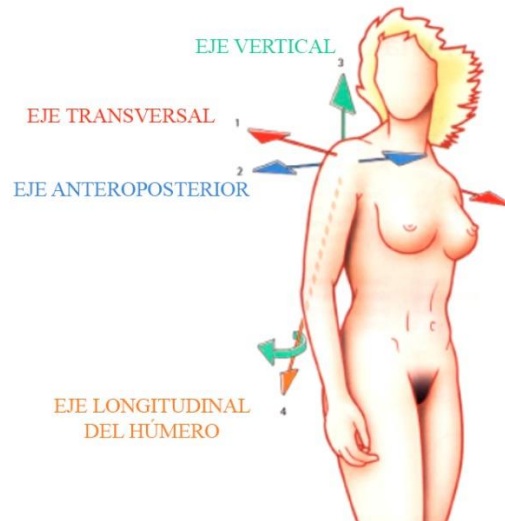


Figura 2. Ejes de movimiento miembro superior

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 5

Teniendo en cuenta estos ejes, se definen los movimientos del hombro: flexoextensión, aducción, abducción, rotación del brazo sobre su eje longitudinal, flexoextension horizontal y movimiento de circunducción. Estos movimientos del hombro son claves para el desarrollo de las diferentes actividades de la vida diaria.

Los movimientos de flexoextension se realizan en el plano sagital en torno al eje transversal.

Los movimientos de **Extensión** tienen poca amplitud de entre 45 a 50 grados.

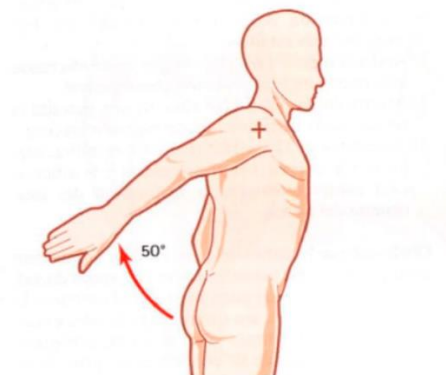


Figura 3. Movimiento de Extensión

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 7

Los movimientos de **Flexión** tienen amplitud de 180 grados, en la amplitud máxima de flexión de 180 grados también se encuentra la abducción a 180 grados.

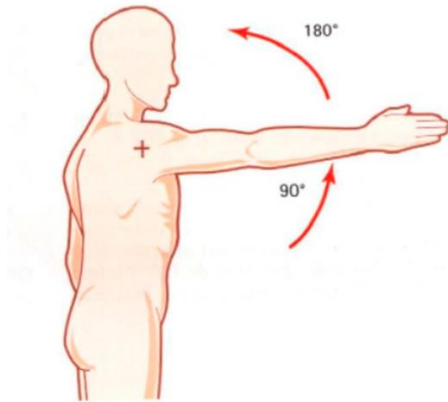


Figura 4. Movimiento de flexión

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 7

El movimiento de **aducción** se realiza en el plano frontal pero debido a la presencia del tronco es mecánicamente imposible, por lo que debe combinarse con los movimientos de flexión y extensión para poder realizarse. La combinación de aducción con extensión logra un movimiento muy leve, pero la aducción con flexión permite un poco más de movilidad al alcanzar entre 30 y 45 grados de amplitud.

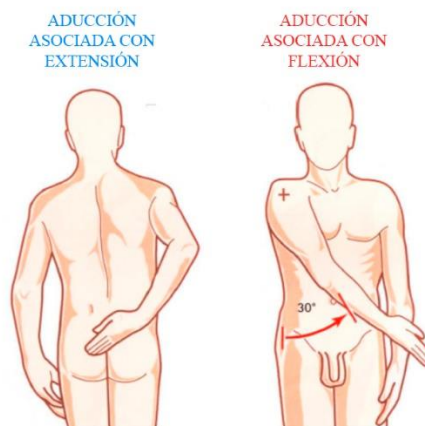


Figura 5. Movimiento de Aducción

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 7

Los movimientos de **abducción** son los que alejan el miembro superior del tronco, se realizan en el plano frontal en torno al eje anteroposterior del cuerpo. La amplitud alcanza los 180 grados en posición vertical, esta sería la misma posición de la flexión a 180 grados.

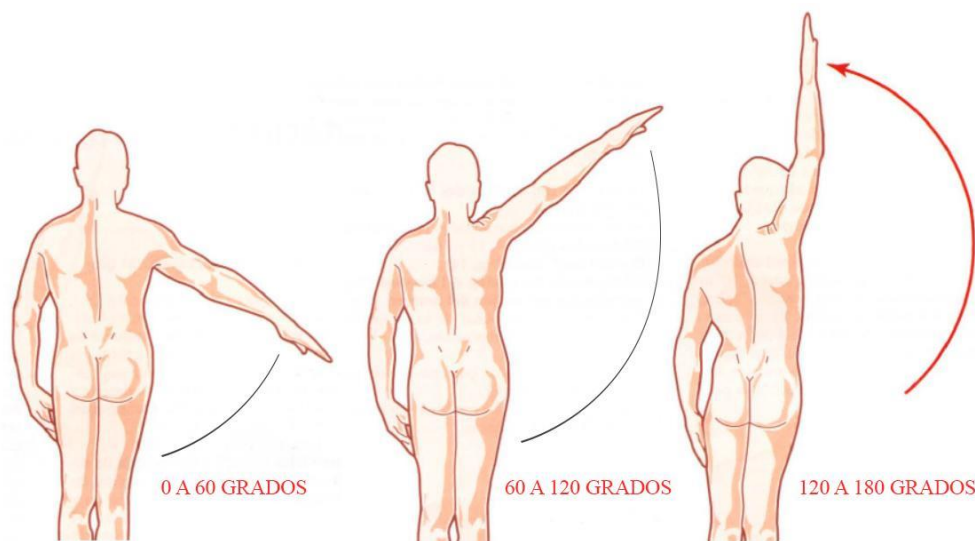


Figura 6. Movimiento de Abducción

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 9

Rotación del brazo sobre su eje longitudinal puede realizarse desde cualquier posición del hombro, desde la posición anatómica del brazo la rotación interna tiene una amplitud de 30 grados y la externa de 80 grados; sin embargo, la rotación interna puede alcanzar una amplitud de 100 a 110 grados si el antebrazo pasa por detrás del tronco. Este movimiento es el más utilizado ya que es necesario para realizar todos los movimientos del hombro.

La rotación interna del hombro es indispensable para la higiene perineal posterior.

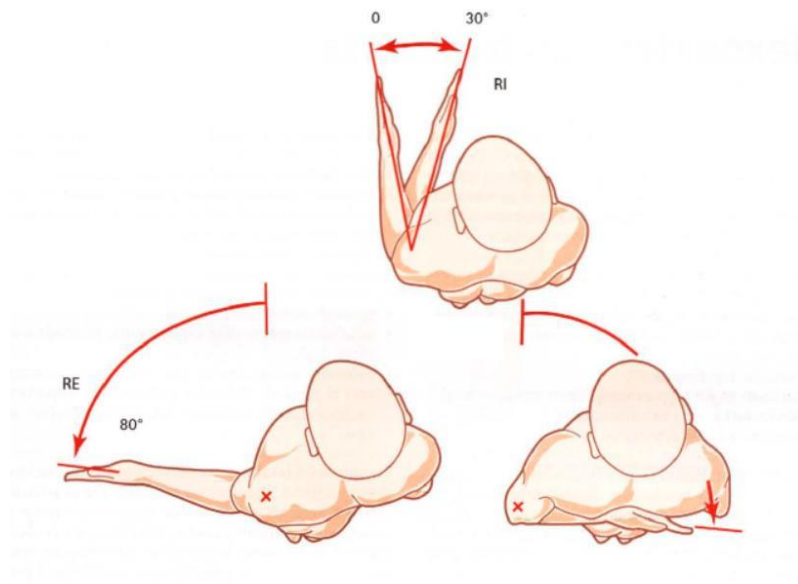


Figura 7. Movimiento de Rotación interna y externa

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 11

Flexoextension horizontal es el movimiento del miembro superior en el plano horizontal en torno al eje vertical. Se requiere una posición anatómica de abducción a 90 grados en el plano frontal, a partir de esto, la flexión horizontal es el movimiento que asocia la flexión y la aducción de 140 grados de amplitud y la extensión es el movimiento que asocia la extensión y la aducción de menor amplitud de 30 - 40 grados.

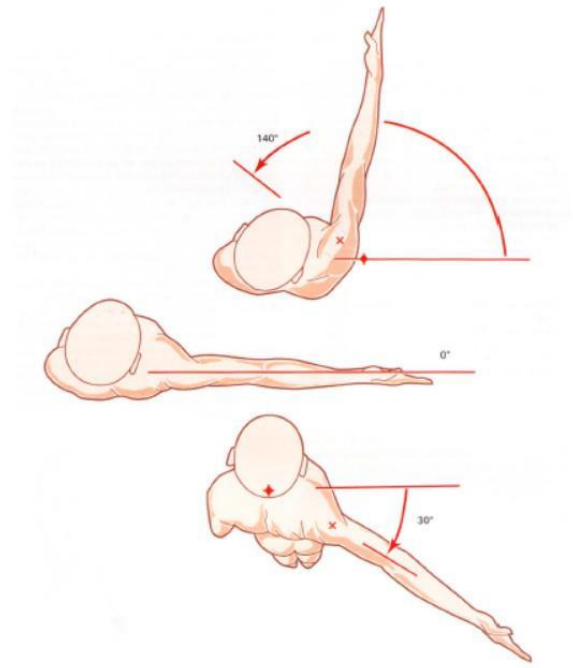


Figura 8. Movimiento de Flexoextensión Horizontal

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 13

El **movimiento de circunducción** combina los movimientos elementales en torno a tres ejes. Cuando ésta circunducción alcanza su máxima amplitud, el brazo describe en el espacio un cono irregular: el cono de circunducción. El plano sagital A corresponde al movimiento de flexoextensión; el plano frontal B al de aducción abducción y el plano transversal C al de flexoextensión horizontal.

“Partiendo de la posición anatómica, miembro superior pendiente a lo largo del cuerpo, la trayectoria recorre sucesivamente los sectores 111 - JT - VI - V - IV. Al interior del cono, el miembro superior puede explorar el sector 1. Los sectores VII y VIII (sin representar en el esquema) son no obstante accesibles gracias a la flexión del codo. De este modo, la mano puede alcanzar cualquier punto del cuerpo” (Kapandji, 2006). Por tanto, estos movimientos del hombro son indispensables para la higiene personal.

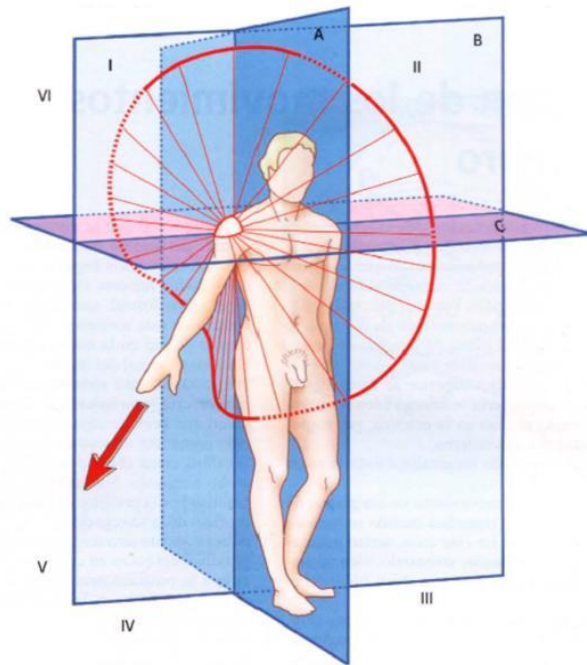


Figura 9. Movimiento de circunducción

Fuente: A.I. Kapandji. "Fisiología Articular". Editorial Médica Panamericana. España. 2006 Pág. 15

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1 DISCAPACIDAD

"La discapacidad es un concepto que evoluciona y que resulta de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y al entorno que evitan su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás". (ONU, 2006)

Entre los distintos tipos de discapacidad (física, sensorial e intelectual), la **discapacidad física** se da cuando una persona tiene un **estado físico que le impide moverse con la plena funcionalidad de su sistema motriz**. Afecta al aparato locomotor e incide especialmente en

las extremidades, aunque también puede aparecer como una deficiencia en la movilidad de la musculatura esquelética.(Observatorio Discapacidad Física, 2016).

La clasificación internacional del funcionamiento de la discapacidad y de la salud (CIF) define la discapacidad como un término con diferentes dimensiones como las deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación.

3.2 DISCAPACIDAD TRANSITORIA

La discapacidad se percibe como una condición permanente, pero al evaluar situaciones desde la limitación en las actividades y restricción en la participación, se encuentra que cualquier afección que disminuya o restrinja las actividades en ámbitos como independencia, desarrollo o intimidad es considerado como discapacidad, ya sea de carácter permanente o temporal.

Una lesión osteomuscular es un cambio anormal en la morfología o estructura de los huesos, articulaciones y músculos, esto causa dolor y disminuye o impide el funcionamiento. Teniendo en cuenta los diferentes tipos de discapacidad, desde el punto de vista del proyecto se entiende que una lesión osteomuscular es una discapacidad física transitoria, ya que afecta la realización de las AVD temporalmente. Una lesión osteomuscular en hombro, para el proyecto, es una discapacidad transitoria al afectar la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria de autocuidado. Para restituir la capacidad física funcional perdida por este tipo lesión se procede con rehabilitación física.

3.3 REHABILITACIÓN

Se entiende por rehabilitación como el “conjunto de medidas encaminadas a mejorar la capacidad de una persona para realizar por sí misma, actividades necesarias para su desempeño físico, mental, social, ocupacional y económico, por medio de órtesis, prótesis, ayudas funcionales, cirugía reconstructiva o cualquier otro procedimiento que le permita integrarse a la sociedad" (CENECTEC, 2005).

Según el Manual SERMEF de Rehabilitación y Medicina Física, rehabilitación física es una rama de la medicina que nace como respuesta a la discapacidad física y busca la restitución o compensación de la capacidad funcional del aparato locomotor (sistemas articular, musculo esquelético y nervioso) del ser humano a partir de procedimientos terapéuticos.

Para el proyecto, el objetivo de la rehabilitación es restituir la funcionalidad ocasionada por lesiones osteomusculares, las cuales generan una discapacidad en el paciente al afectar la realización de la AVD. Esta rehabilitación física es un servicio especializado al cual se puede acceder en hospitales que tengan nivel de atención nivel 3 en Colombia, pero estos se encuentran en ciudades principales y en ciertos casos esto genera problemas de acceso al servicio.

3.4 ACCESIBILIDAD

"Se considera la 'accesibilidad' como algo adicional a la mera presencia o 'disponibilidad' del recurso en un cierto lugar y en un momento dado. Comprende las características del recurso que facilitan o dificultan el uso por parte de los clientes potenciales." (Frenk, 1985). El hecho de que los recursos estén dispuestos para las personas no da por hecho entonces que las personas puedan llegar a ellos, en el mismo orden de ideas, la cobertura del sistema de salud colombiano no garantiza el acceso a este servicio por parte de la población.

“Salkever habla de dos aspectos de la accesibilidad: a) Accesibilidad financiera, definida como la capacidad individual para costear la atención médica y b) accesibilidad física, que Salkever define, en términos de Davis, como los costos de transporte, tiempo y búsqueda" que supone el proceso de procurarse la atención. Según esta definición, accesibilidad financiera parece referirse a una característica del paciente y no de los recursos de salud. (Frenk, 1985). Por tanto, los servicios de salud especializados pueden estar dispuestos en las ciudades principales para las personas, pero la accesibilidad física del paciente se puede ver disminuida por barreras geográficas debido a la dificultad para llegar hasta el servicio desde alguna ubicación periférica.

“Entendida como componente de la oferta y del proceso de evaluación de servicios de salud, se considera accesibilidad como el grado de ajuste entre las necesidades de los usuarios y los recursos de la atención de salud. La accesibilidad representa la relación funcional entre los obstáculos en la busca y obtención de cuidados (resistencia) y las

capacidades correspondientes de la población para superar tales obstáculos (poder de utilización).” (Figueroa Pedraza & Cavalcanti Costa, 2014).

Accesibilidad, para el proyecto, se aborda desde la perspectiva de los servicios de salud. Accesibilidad a los servicios de salud se entenderá desde las facilidades o dificultades económicas, sociales y geográficas para acceder a servicios de salud. De acuerdo con la problemática, se necesita que las personas tengan fácil acceso a los servicios de salud especializados como rehabilitación física para garantizar la accesibilidad a los recursos.

3.5 VULNERABILIDAD

Vulnerabilidad es una condición desfavorable que expone a una persona, sistema u objeto a situaciones peligrosas, ya sean a nivel físico (ambientales) o social (político, económico, cultural) dejando a este en situación de desprotección.(Feito, 2007). Entonces las barreras políticas, económicas, culturales y ambientales en el acceso a los recursos son elementos que exponen a situaciones peligrosas a los individuos.

“Así, el análisis de las condiciones de las víctimas de los desastres naturales, las situaciones de marginalidad y delincuencia, la discriminación racial o de género, la exclusión social, los problemas de salud mental, etc. llevan a la afirmación de que existen “espacios de vulnerabilidad”. Estos espacios serían algo así como un “clima” o unas “condiciones desfavorables” que exponen a las personas a mayores riesgos, a situaciones de falta de poder o control, a la imposibilidad de cambiar sus circunstancias. y, por tanto, a la desprotección.”

(Feito, 2007). La vulnerabilidad entonces es algo ajeno a ser controlado por las personas que se encuentran en esta situación, es un “clima” que no pueden modificar.

3.6 SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD GEOGRÁFICA

La situación de vulnerabilidad geográfica está relacionada con el entorno que dificulta la accesibilidad, esto generado por las barreras de acceso debido a la centralización a los recursos. En el caso de Colombia la estructura centralizada de los servicios de salud genera barreras de acceso a los niveles de atención especializados, lo cual configura una situación de vulnerabilidad para la zona periféricas a las ciudades principales. Por lo tanto, al procurar acceder a los servicios de rehabilitación física debido a una lesión osteomuscular que disminuye la independencia en la realización de las actividades de autocuidado y encontrarse con barreras de acceso a este servicio, se configura una situación de vulnerabilidad geográfica.

3.7 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

“Se denominan Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) al conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos, contenidas en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Las TICs incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual.” (Luis Manuel Fernández Cacho, 2016). En el sector de la salud las TICs son herramientas que facilitan y mejoran el desempeño, ya que este sector se basa en el conocimiento y la información, suponiendo un cambio significativo en investigación,

educación, planificación, gestión, prevención, diagnóstico y tratamiento. Es importante resaltar que las TIC tienen como reto “...ayudar a disminuir los desequilibrios y las desigualdades del acceso a los servicios de salud de los ciudadanos, optimizar la relación coste/beneficio...”, de acuerdo con esto, estas tecnologías pueden convertirse en un facilitador para disminuir las barreras de acceso en los servicios de salud.

Según Fernández Cacho, 2016. Dentro de las diferentes aplicaciones de las TIC en salud como sistemas de infraestructura corporativa, aplicaciones digitales de servicios de información para profesionales y pacientes, se encuentra las orientadas a dar soporte de comunicación en tareas medicas clínicas y quirúrgicas como la telemedicina.

3.8 TELEMEDICINA

“La telemedicina es el suministro de servicios de atención sanitaria, en los casos en que la distancia es un factor crítico, llevado a cabo por profesionales sanitarios que utilizan tecnologías de la información y la comunicación para el intercambio de información válida para hacer diagnósticos, prevención y tratamiento de enfermedades, formación continuada de profesionales en atención a la salud, así como para actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de sus comunidades”. (Luis Manuel Fernández Cacho, 2016). La telemedicina ofrece diferentes servicios como teleasistencia, teleconsulta, telecontinuidad de cuidados, teleinformación, teleoperación, entre otras posibilidades que acercan los servicios de salud especializados a las comunidades y facilitan el acceso a estos servicios en zonas que no los tienen, lo cual genera un impacto positivo en las comunidades.

4. ESTADO DEL ARTE

Se realizó una revisión de documentación dónde se relaciona la calidad de vida con independencia y como esta se relaciona con las actividades de autocuidado por la necesidad de privacidad. Teniendo en cuenta esto, se analizaron y clasificaron según los siguientes conceptos: Discapacidad e independencia, Rehabilitación y autocuidado, Acceso a servicios de salud y rehabilitación, Normativas de telemedicina y Discapacidad y rehabilitación.

Tabla Artículo #1

Conceptos: Discapacidad e Independencia
Título: Las personas con discapacidad Su calidad de vida y la de su entorno
Autor: Ángela Hernández Posada
Descripción: El artículo se dirige no solo a los profesionales del área de la salud, sino a todas las personas interesadas en el mejoramiento de la calidad de vida de las personas con discapacidad, mediante la explicación de la diferencia entre los conceptos de discapacidad y minusvalía.
Conclusiones: Es necesario que las personas con discapacidad tengan una vida autónoma para alcanzar calidad de vida. Esta vida autónoma se refiere a tener las posibilidades de elegir, trabajar, relacionarse con los demás y tener una vida privada. Hay una diferencia significativa entre una persona que nació con una discapacidad, ya que la que nace con discapacidad se adapta fácilmente y la que adquiere la discapacidad posterior al nacimiento tiene problemas de adaptación al no conocer sus capacidades y potencialidades. En el caso de una discapacidad transitoria la persona que pierde sus funciones temporalmente, tendrá problemas en la realización de tareas cotidianas que anteriormente hacía con naturalidad.

Fuente: Aquichan vol.4 no.1 Bogotá Jan./Dec. 2004

Tabla Artículo #2

Conceptos: Discapacidad e Independencia
Título: Discapacidad vs Dependencia. Terminología diferencial y procedimiento para su reconocimiento
Autor: Rubén González Rodríguez
Descripción: La discapacidad y la dependencia son situaciones que se suelen confundir, por tanto se hace una diferenciación entre ambos conceptos.
Conclusiones: Aunque discapacidad y dependencia sean conceptos diferentes no están desligados uno del otro, ya que la dependencia tiene factores y consecuencias relacionadas con la discapacidad. La situación de discapacidad física en este caso puntual, genera dependencia en el individuo directamente relacionada con las actividades de la vida diaria al reducir o impedir su realización, lo cual requiere asistencia o supervisión configurando un estado de necesidad y disminuyendo su independencia.

Fuente: Index Enferm vol.26 no.3 Granada jul./sep. 2017

Tabla Artículo #3

Conceptos: Rehabilitación y Autocuidado
Título: Instrumento de evaluación funcional de la discapacidad en rehabilitación. Estudio de confiabilidad y experiencia clínica con el uso del <i>Functional Independence Measure</i>
Autores: Carlo Paolinelli G, Pilar González H, María Eugenia Doniez S, Tatiana Donoso D, Viviana Salinas R
Descripción: Se encuentra el “Functional Independence Measure” (FIM) que es un instrumento para evaluar los resultados y el progreso de un programa de rehabilitación médica desde aspectos motores y cognitivos. Al final, como resultado, se obtiene la eficiencia del programa de rehabilitación.
Conclusión: El FIM tiene diferentes ítems que miden la independencia del individuo en la realización de actividades de autocuidado, lo cual permite ver el avance que logra una rehabilitación física desde que ingresa al tratamiento y termina, ya que establece los grados de independencia y niveles de funcionalidad para medir cada ítem. Teniendo en cuenta esto, se entiende que la independencia completa o modificada sucede al no tener ayuda en la realización de las actividades de la vida diaria. Se pierde la independencia y se cae en estado de dependencia al tener supervisión o asistencia en la realización de las AVD, al tener asistencia máxima o total se ha perdido por completo la independencia.

Fuente: Rev. méd. Chile v.129 n.1 Santiago ene. 2001

Tabla Artículo #4

Conceptos: Rehabilitación y Autocuidado
Título: La teoría Déficit de autocuidado: Dorothea Elizabeth Orem
Autores: Dr.C. Ydalsys Naranjo Hernández, Dr.C. José Alejandro Concepción Pacheco, Lic. Miriam Rodríguez Larreynaga
Descripción: Se hace una revisión de la teoría de déficit de autocuidado de Dorothea E. Orem, compuesta por 3 teorías: Teoría de autocuidado, teoría del déficit autocuidado y la teoría de los sistemas de Enfermería. Esta revisión se realiza con el fin de generar una aplicación de la teoría planteada y el entorno de gestión del cuidado para ofrecer herramientas útiles para los profesionales en enfermería y cuidado y las personas que buscan mejorar su salud.
Conclusión: El autocuidado es una función humana que debe aplicarse por sí mismo con el fin de mantener su calidad de vida. Al no tener la calidad y cantidad de cuidados para mantener la vida por sí misma debido a alguna afección en su salud, la persona recae en una situación donde dependerá de otra, por tanto, las cualidades individuales en la realización del autocuidado se verán disminuidas influyendo negativamente en su calidad de vida.

Fuente: Gac Méd Espirit vol.19 no.3 Sancti Spíritus set.-dic. 2017

Tabla Artículo #5

Conceptos: Acceso a servicios de salud y rehabilitación
Título: Acceso a servicios de salud de personas en situación de discapacidad física en Zarzal (Valle del Cauca, Colombia)
Autores: Carlos Andrés Gómez-Perea, Lina Marcela Pasos-Revelo, Tatiana González-Rojas, Marcela Arrivillaga

Descripción: : El estudio tuvo como objetivo describir y analizar el acceso a los servicios de salud de las personas en situación de discapacidad física en el municipio de Zarzal Valle del Cauca, Colombia.
Conclusión: Se evidencia problemas en el acceso al servicio de rehabilitación por falta de profesionales especializados, largas distancias del centro de salud (necesidad de utilizar varios medios de transporte), largos tiempos de atención, falta de educación respecto al manejo de la discapacidad física. Este estudio fue realizado en personas de estrato 1, 2 y 3, La mayoría de las personas entrevistadas en Zarzal no cuentan con recursos económicos suficientes para estos gastos que implica pagar por equipos especiales, servicios de soporte general, tratamientos farmacológicos y no farmacológicos, servicios médicos y de rehabilitación, adaptaciones domésticas y gastos de transporte, entre otros.

Fuente: Revista Científica Salud Uninorte, Vol 34, No 2 (2018)

Tabla Artículo #6

Conceptos: Acceso a servicios de salud y rehabilitación
Título: Tecnologías de la Información y la Comunicación en salud y educación médica
Autores: Hans García Garcés, Lelys Navarro Aguirre, Mayda López Pérez, María de Fátima Rodríguez Orizondo
Descripción: : Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) es uno de los principales retos a desarrollar para el sector de la salud y la educación médica.
Conclusión: Las TIC son aplicables para mejorar la accesibilidad a los servicios de salud. Por medio de la telemedicina se pueden realizar tratamientos a pacientes, educación médica, consejos de diagnóstico médico, entre otros independientemente de la localización disminuyendo barreras geográficas, económicas y políticas en el acceso a los servicios de salud. Es importante tener en cuenta que la telemedicina requiere una infraestructura desarrollada en telecomunicaciones como internet al transmitir ciertos datos como consejos psicológicos, imágenes médicas o transmisión en vivo; países en desarrollo podrían no tener un desarrollo suficiente para este tipo de transmisiones.

Fuente: Rev EDUMECENTRO vol.6 no.1 Santa Clara ene.-abr. 2014

Tabla Artículo #7

Conceptos: Acceso a servicios de salud y rehabilitación
Título: Avances y barreras de la telemedicina en Colombia
Autores: Ana María Correa Díaz
Descripción: Es una investigación exploratoria basada en encuestas y entrevistas a expertos telemédicos realizada en varias ciudades del país para identificar barreras y avances en la consolidación de la telemedicina en Colombia. teniendo en cuenta aspectos penales y civiles.
Conclusión: Las TIC en el área de la salud medica han mejorado la cobertura en servicios especializados como rehabilitación en regiones rurales, en el caso de Colombia algunas regiones rurales se encuentran en situación de vulnerabilidad geografía debido a problemas en el acceso al servicio de salud y la telemedicina facilita la accesibilidad al mejorar la cobertura del servicio. La telemedicina en Colombia tiene ciertas leyes y normas que establecen parámetros específicos para su aplicación y ejecución con el fin de brindar un servicio completo y responsable. Estas leyes son: ley de telemedicina, guía de actuación para los médicos y ley de tecnologías de la información y la comunicación.

Fuente: REVISTA DE LA FACULTAD DE DERECHO Y CIENCIAS POLÍTICAS – UPB - Vol. 47 / No. 127 (2017)

Tabla Artículo #8

Conceptos: Normativas de Telemedicina
Título: RESOLUCIÓN NÚMERO 1448 de 8 de Mayo DE 2006
Autores: Ministerio de la protección social
Descripción: Se definen las Condiciones de Habilitación para las instituciones que prestan servicios de salud bajo la modalidad de Telemedicina.
Conclusión: El artículo No 4 establece la calidad de las historias clínicas para la prestación de servicios de telesalud. Se expone como obligación cumplir con los parámetros de calidad establecidos en la resolución 1995 de 1999 y la circular No 2 de 1997 del archivo general de la nación. El artículo No 12 establece que es obligación que se debe tener el consentimiento de los pacientes que reciban servicios de telesalud. Además, se debe explicar en qué consiste la modalidad de telesalud, los riesgos y los beneficios. Todo esto debe estar registrado en la historia clínica del paciente.

Fuente: minsalud.gov.co

Tabla Artículo #9

Conceptos: Discapacidad y rehabilitación
Título: Definición de rango funcional de movimiento del hombro para las actividades de la vida diaria
Autores: Ángel León Valenzuela
Descripción: Se definen cuáles son las actividades de la vida diaria donde el hombro interviene de manera significativa en diferentes tipos de movimientos en sus grados de libertad. Las actividades que se definieron fueron las siguientes: Colocar una lata de sopa en un estante de arriba, sin doblar el codo. Llegar a la parte baja de la espalda para meter la mano en la manga de la camisa con la mano. Lavar la mitad de la espalda / desenganche de un sostén propio. Lavar la parte posterior del hombro opuesto. Colocar la mano detrás de la cabeza con el codo a nivel de una línea recta hacia el lado. Peinar el cabello. Colocar una lata de sopa en un estante a nivel del hombro, sin doblar el codo. Colocar un recipiente de 1 galón (= 10.8 lbs, creo que equivale a 5,4 kgs) en un estante a nivel del hombro, sin doblar el codo. Llegar a un estante encima de la cabeza, sin doblar el codo. Colocar un recipiente de 1 galón en un estante de arriba, sin doblar el codo. Conclusión: Para completar con éxito todas las tareas de la vida diaria, una persona necesita aproximadamente 120 de flexión, de 45 grados de extensión, 130 de abducción, 115 de adducción, de 60 grados de rotación externa y 100 de rotación interna. No es necesario rehabilitar todo el arco de movimiento para poder tener independencia en la realización de las AVD.

Fuente: updates-rehabilitacion.com

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La estructura centralizada de la red hospitalaria colombiana establece 3 niveles de atención para los centros de salud a lo largo del país, siendo los de primer nivel, con atención

básica (actividades de promoción de salud, prevención de la enfermedad y por procedimientos de recuperación) ubicados en zonas rurales o pequeños municipios, los de segundo nivel que prestan servicios ambulatorios no especializados como medicina interna, pediatría, gineco-obstetricia, cirugía general y psiquiatría; y los de tercer nivel, que brindan servicios altamente especializados como rehabilitación física, ubicados en las cabeceras municipales. Esta estructura centralizada provoca el continuo desplazamiento hacia las ciudades principales para poder acceder a ciertos recursos que no se encuentran en zonas periféricas. Una persona que tenga una lesión en una estructura corporal necesita atención especializada de rehabilitación física, la cual consta de un diagnóstico y un tratamiento de varias sesiones y diferentes procedimientos según el tipo de lesión, este servicio solo se encuentra en ciudades principales, ya que requiere atención nivel 3, por tanto esta persona deberá desplazarse hacia una ciudad principal para recibir el servicio y sufragar costos de transporte, desplazarse largas distancias, en ciertos casos se requiere de acompañamiento de otra persona y esto genera un gasto de tiempo significativo al tener que volver recurrentemente para continuar con tratamientos. Estos factores generan barreras de acceso al servicio disminuyendo su accesibilidad.

Una lesión osteomuscular en hombro disminuye la funcionalidad de las estructuras corporales implicadas comprometiendo la capacidad de una persona para realizar las actividades de la vida diaria de manera independiente, ya que estas lesiones son dolorosas y los rangos de movimiento se ven reducidos (o se pierden completamente); esto significa una disminución en la calidad de vida al ser la independencia uno de los factores que la determina. Actividades como cambiar y mantener la posición del cuerpo, usar objetos, lavarse, cuidar el propio cuerpo y vestirse no podrán realizarse porque los rangos de movimiento que se

requieren no pueden lograrse y puede generar dolor al moverse; esto genera la necesidad de asistencia y la pérdida de independencia en las AVD (actividades de la vida diaria). Este panorama genera una situación de discapacidad transitoria. Al perder la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria la calidad de vida se ve disminuida. Para restituir las funciones perdidas esta persona deberá recibir rehabilitación física, pero las barreras de acceso le dificultarán la accesibilidad al servicio envolviéndolo en una situación de vulnerabilidad geográfica.

Las barreras de acceso dificultan la accesibilidad al servicio de salud especializado para las personas que se encuentran fuera de las ciudades principales y requieren rehabilitación física, lo cual disminuye su calidad de vida al no tener independencia en la realización de las actividades de la vida diaria. Este panorama envuelve a estas personas en una situación de vulnerabilidad geográfica

Este contexto conlleva a la pregunta de investigación *¿cómo facilitar el acceso al servicio de salud especializado de rehabilitación física para personas en situación de vulnerabilidad geográfica con discapacidad transitoria ocasionada por lesiones osteomusculares en hombro, para restituir la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria?*

6. JUSTIFICACIÓN

Según la segunda entrega preliminar de censo nacional de población y vivienda del 2018 en Colombia realizada por el DANE, Colombia cuenta con 42 millones de habitantes aproximadamente, de esta totalidad se distribuyen en 78% en cabeceras urbanas y 22% en zonas rurales. Dentro de la población ubicada en las cabeceras urbanas aproximadamente el 50% se encuentran en las ciudades principales del país (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla y Cartagena), a partir de esto se puede concluir que Colombia es un país urbano y centralizado en términos demográficos además de tener la mayor densidad poblacional en la zona andina.

El sistema de salud colombiano tiene una clasificación de establecimientos de salud dividida en 3 niveles de atención, al nivel I pertenecen los hospitales locales donde se brinda una atención básica. Solo cuentan con médicos generales para la atención de consultas y no hacen procedimientos quirúrgicos. Segundo nivel Son llamados hospitales regionales y están mejor dotados, tienen mínimo cuatro especialistas: anestesiólogo, cirujano, ginecólogo e internista, también cuentan con laboratorio médico. Tercer nivel Son llamados hospitales de referencia o altamente especializados, a ellos llegan los pacientes remitidos de los hospitales regionales. Estos hospitales tienen gran número de especialistas: cardiólogos, dermatólogos, psiquiatras, neurólogos y nefrólogos, entre otros.(Prada-Ríos, Pérez-Castaño, & Rivera-Triviño, 2017).

De acuerdo con la clasificación de establecimientos de salud, una persona que necesite rehabilitación física y resida en zona rural tendrá que desplazarse hasta una cabecera urbana para recibir atención especializada en un hospital nivel III, ya que en zonas rurales se encuentra nivel de atención básica. Esta necesidad de desplazarse genera barreras de acceso para la persona que necesita los servicios de salud, al tener que sufragar costos de transporte,

desplazarse largas distancias, en ciertos casos requiere de acompañamiento de otra persona y le genera un gasto de tiempo significativo al tener que volver recurrentemente.

En Colombia el 2% de la población se encuentra en situación de discapacidad y el 5% presenta alteraciones en estructuras o funciones corporales. A su vez en el departamento del Valle del Cauca el 2% se encuentra en situación de discapacidad y el 4% presenta alteraciones en estructuras o funciones corporales. (DANE, 2010).

Según la implementación de la política municipal de atención a la discapacidad de Cali, El 7% de la población en situación de discapacidad se encuentra en zonas rurales, además el 93% hace parte de estratos socioeconómicos 1,2 y 3. De acuerdo con esto, las barreras de acceso a los servicios de salud, que genera la centralización de los servicios, son un impacto significativo en la economía de estos grupos poblacionales por la necesidad de desplazarse continuamente hasta un establecimiento de salud nivel III en busca de rehabilitación física, esto significa un costo de transporte, alimentación, ausencia laboral y demanda tiempo. Esta situación compromete la continuidad de la rehabilitación al presentar un panorama difícil para las personas que requieren de este servicio. El 71% de la población con discapacidad no recibe el servicio de rehabilitación, lo cual agrava la situación de discapacidad y el desarrollo de sus actividades cotidianas.

De las alteraciones en estructuras y funciones corporales más recurrentes son el movimiento del cuerpo, manos, brazos, piernas con 20%, el sistema nervioso con 18% y los ojos con 17%. (DANE, 2010). Por tanto, las alteraciones en el movimiento del cuerpo, manos, brazos, piernas son las más recurrentes.

A partir de un estudio realizado por la universidad Nacional de Colombia, se identificó que el 61% de la población trabajadora presenta lesiones osteomusculares de miembro superior. De acuerdo con lo anterior, este tipo de lesión es muy recurrente en la población y requiere de rehabilitación física para restituir la funcionalidad de estas estructuras corporales, de no ser así es posible que la lesión se convierta en un problema crónico y se pierdan las funciones de movimiento de hombro, brazo, antebrazo o mano dependiendo la ubicación de la lesión. El perder estas funciones conlleva a un deterioro en la realización de actividades de la vida diaria como caminar, correr, saltar, llevar, mover, utilizar objetos con las manos, cambiar y mantener las posiciones del cuerpo, alimentarse, asearse y vestirse por sí mismo; lo cual disminuye la independencia e intimidad de la persona afectando su percepción de calidad de vida. El 7% de la población colombiana presenta dificultades para realizar sus actividades diarias.(DANE, 2018).

En conclusión, es necesario que las personas en situación de vulnerabilidad geográfica generada por barreras de acceso al servicio de salud, ocasionadas por la centralización de los servicios, y que se encuentran en situación de discapacidad transitoria causada por una lesión osteomuscular de miembro superior tengan accesibilidad a servicios de salud especializados como la rehabilitación física para restituir las estructuras corporales, con el fin de tener independencia en la realización de las actividades de la vida diaria para mejorar su percepción de calidad de vida.

7. OBJETIVO GENERAL

Facilitar el acceso al servicio de salud especializado de rehabilitación física para personas en situación de vulnerabilidad geográfica con discapacidad transitoria ocasionada por lesiones osteomusculares en miembro superior, para restituir la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria.

7.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la biomecánica de hombro con relación a las deficiencias en la realización de las AVD de autocuidado.
2. Establecer relaciones entre la teoría biomecánica de miembros superiores, las dificultades en la realización de las AVD de población con deficiencias en la articulación del hombro y los objetos de rehabilitación existentes con el fin de integrar sus aspectos funcionales
3. Desarrollar un sistema que facilite el acceso al servicio especializado de rehabilitación física.

8. METODOLOGÍA

El desarrollo de investigación en este proyecto, se construye a partir de cuatro pasos metodológicos (conceptualización, caracterización, análisis y desarrollo), los cuales se configuran desde el planteamiento del problema que genera variables, una etapa investigativa, un análisis de los datos de investigación que genera requerimientos y un desarrollo de estos por medio de una propuesta de diseño.

Fases	Objetivos	Actividades
Conceptualización		
Contextualización	Conocer la situación problemática y determinar variables	Análisis bibliográfico Determinación de variables Análisis de variables
Definición de alcances	Delimitar problema y objetivos del proyecto	Planteamiento del problema a partir de la accesibilidad al servicio de rehabilitación física para personas en situación de vulnerabilidad geográfica
Definición marco teórico y conceptual	Conceptualizar variables del proyecto	Análisis bibliográfico Desarrollo conceptual a partir del dialogo entre autores
Caracterización		
Caracterización de las articulaciones de miembro superior	Conocer el funcionamiento de las articulaciones de miembro superior	Revisión bibliográfica Definir las estructuras de miembro superior Definir rangos de movimientos de articulaciones miembro superior Definir grados de libertad de articulaciones miembro superior
Caracterización funcional de articulaciones miembros superiores en función de las AVD	Relacionar función de las articulaciones de miembro superior con las actividades de la vida diaria	Definición las AVD en las que interviene los miembros superiores Análisis de los rangos de movimiento funcionales de las articulaciones de miembro superior en las AVD
Caracterización de lesión en miembro superior	Definir tipos de lesiones que más afecta el desarrollo de las AVD de manera independiente	Precisar los grados de movilidad para alcanzar el desarrollo de las actividades de la vida diaria
Desarrollo entrevista semi-estructurada a paciente	Identificar respuesta de aplicación, proceso y ejecución de protocolos, tipo de lesión de tobillo más frecuente, cumplimiento de deberes, canales de comunicación	Revisión bibliográfica de entrevistas Estructuración de la entrevista Recolección de información en centros de rehabilitación
Desarrollo entrevista semi-estructurada a especialista	Identificar respuestas de satisfacción durante el proceso de rehabilitación, además del tipo de lesión, alcances de actividades diarias, percepción de protocolos y equipos, cumplimiento de deberes.	Revisión bibliográfica de entrevistas Estructuración de la entrevista Recolección de información en centros de rehabilitación
Análisis		
Matriz de decisión de aspectos técnicos	Visualizar variables y determinantes del proyecto	Revisión del estado del arte y la técnica / análisis de resultados
Tabla de las AVD y articulaciones	Obtener de aspectos funcionales con respecto a las AVD	Desarrollo tabla/ análisis de resultados/ obtención de requerimientos
Tabla de conclusiones de entrevista	Obtener requerimientos de diseño desde la terapia y la experiencia del usuario	Realización de la entrevista / análisis de datos en tablas cualitativas y cuantitativas
Requerimientos de diseño	Obtener todos los requerimientos del proyecto	Redacción y conglomeración de todos los requerimientos de diseño del proyecto
Ponderación requerimientos	Delimitar la importancia de los requerimientos de diseño de manera jerárquica	Desarrollo de matriz de ponderación de requerimientos de diseño Ponderación de requerimientos de diseño según resultados de la matriz
Desarrollo		
Diseño de Propuestas	Desarrollar alternativas de diseño	Realizar lluvia de ideas Configurar un mood board Establecer un concepto de diseño Realizar bocetos de varias alternativas de diseño según Req. y Det.
Evaluación de propuestas	Definir alternativa viable	Realizar una matriz de análisis de propuestas y evaluarlas
Propuesta final	Redefinir propuesta final	Ajustar defectos de la propuesta final
Evaluación propuesta final Propuesta final	Comprobar propuesta	Evaluar viabilidad y funcionalidad Conclusiones de la comprobación
Propuesta definitiva	Ajustar propuesta final	Ajustar detalles de la propuesta final Realizar planos técnicos, identidad gráfica de la propuesta, costos y producción Conclusiones finales

Tabla 4. Esquema metodológico

Fuente: Propia

CAPITULO II

9. TRABAJO DE CAMPO

Con el fin de evidenciar los problemas encontrados en la literatura, tener un acercamiento a las personas con lesiones de hombro y poder identificar sus necesidades y nutrir el proyecto con la experiencia de especialistas, se realizó un trabajo de campo a partir de entrevistas semiestructuradas.

Se realizaron entrevistas a expertos en rehabilitación física como fisioterapeuta, terapeuta ocupacional con el fin de encontrar cuales son las características específicas de los pacientes en función de las limitaciones en las actividades, como son los protocolos a seguir en su rehabilitación y cuáles son las falencias en el servicio. También se realizaron entrevistas a expertos en el campo de la telemedicina enfocado a la rehabilitación como un ortopedista perito en medicina y un ingeniero en sistemas con el fin de conocer como es el funcionamiento de este servicio, que facilidades puede proveer a la población en el acceso a los servicios de salud especializado.

Se entrevistaron personas con lesión en hombro con el fin de identificar sus limitaciones en la realización de las actividades de la vida diaria, como fue el proceso de rehabilitación física y como fue el proceso para el acceso a los servicios de rehabilitación.

Para la realización de las entrevistas se llevó a cabo tres instrumentos de entrevista semiestructurada para los expertos en rehabilitación, los pacientes con lesión osteomuscular y expertos en telemedicina.

9.1. Instrumento para la realización de trabajo de campo

Instrumento Pacientes

Tema	Objetivo
Actividades de la vida diaria	Establecer cuales son la actividad de la vida diaria restringidas y qué movimientos no puede realizar. Identificar el impacto psicológico y social que conlleva la lesión.
Proceso de rehabilitación	Identificar protocolos y tipos de rehabilitación que recibió el paciente. Identificar como se comunica el paciente con el especialista y que información le brinda este al paciente. Identificar las falencias del proceso en el paciente
Acceso al servicio de rehabilitación.	Identificar como fue el acceso al servicio, si tuvo dificultades y cuales fueron.

Fuente: Autor

Instrumento Expertos rehabilitación

Tema	Objetivo
Actividades de la vida	Cuales con las actividades que más está comprometidas con una lesión de hombro debido a cuáles movimientos. Qué posibilidades tiene el paciente para realizar las AVD.
Protocolos de rehabilitación	Identificar cuáles son los protocolos de rehabilitación necesarios para restituir las funciones.
Pacientes	Caracterización de los pacientes. Como es la recepción de los pacientes al proceso de rehabilitación, lo cumplen o no.

Fuente: Autor

Instrumento Expertos en Telemedicina

Tema	Objetivo
Implementación telesalud	Aspectos legales Qué componentes se necesitan Qué se podría mejorar
Proceso de telesalud	Cómo funciona Actores implicados Cómo es el comportamiento de los pacientes

--	--

Fuente: Autor

9.2. Entrevistas Expertos en rehabilitación

Fisioterapeuta HUV

Tema	Objetivo
Actividades de la vida	Dependiendo de la edad del paciente se busca rehabilitar más o menos rangos de funcionalidad. En pacientes menores de 40 años se busca rehabilitar los rangos de movimiento completos. En pacientes mayores a 40 años se busca la rehabilitación para la realización de las actividades de la vida diaria básicas. Flexión entre 120-130 grados, extensión entre 10-20 grados, aducción horizontal aproximadamente 100 grados, abducción entre 130-140 grados, rotación externa no superior a los 60 grado.
Protocolos de rehabilitación	Asignación de rehabilitación debe ser remitida por el especialista (medico fisiatra, ortopedista). Valoración del paciente determina proceso. Rehabilitación está en función de la independencia en las AVD básicas. Higiene, vestido y alimentación y no en restituir rangos completos. Cantidad de sesiones específica para cada paciente. (EPS distribuyen citas) Falencias en el seguimiento del progreso del paciente. Historia clínica manual para proceso de rehabilitación. Atención de pacientes al mismo tiempo. Al inicio de la rehabilitación se educa al paciente sobre su rehabilitación en cuanto a la importancia, los riesgos, beneficios y precauciones. Proceso de rehabilitación física activa y pasiva se realiza en la terapia. Se recomienda ejercicio.
Pacientes	Régimen subsidiado. Pacientes de zona rural y otros municipios.

	Abandono terapias por situación socioeconómica.
--	---

Fuente: Autor

Terapeuta ocupacional SERH

Tema	Objetivo
Actividades de la vida	Actividades de higiene como bañarse, peinarse y vestirse, requieren movimientos como aducción relacionada con extensión (higiene perineal), abducción relacionada con rotación interna y externa (peinarse), aducción relacionada con rotación interna y extensión (vestirse, abrocharse el sostén, lavar la mitad de la espalda) que exigen mucho esfuerzo de la articulación del hombro
Pacientes	Impacto psicológico negativo, sensación de inutilidad y estorbo al no poder realizar sus actividades individualmente.

Fuente: Autor

Fisioterapeuta Restrepo Valle

Tema	Objetivo
Actividades de la vida	El abandono de la rehabilitación genera falta de movilidad en la articulación, lo cual, construye una situación de discapacidad al no poder realizar sus actividades.
Protocolos de rehabilitación	Pacientes vienen remitidos del especialista. Remitidos por el SOAT, EPS. Realizan terapia activa y pasiva. Para el proceso se realiza valoración del paciente en la primera sesión, posteriormente se aplican los procesos necesarios y se realiza un registro de procesos realizados en la sesión y el avance que tuvo en cada sesión. Dolor, inflamación e inestabilidad primeras 4 sesiones (terapia pasiva) ejercicios de movimientos en camilla asistidos. En adelante terapia activa (ejercicios), ejercicios activos libres de movimientos individuales y posteriormente ejercicios activos resistidos con

	máquinas y pesas. Todo se realiza en presencia del fisioterapeuta. Se entrega un plan casero para continuar la rehabilitación siguiendo las indicaciones del fisioterapeuta. Dependiendo de la edad se realiza la rehabilitación. Al ser menor a 40 años se busca restituir la movilidad completa de la articulación, dependiendo de las características y la lesión del paciente, ya que, hay situaciones que impiden la restitución completa (osteosíntesis, pérdida ósea, etc.). Por tanto, se tiene como objetivo primordial la restitución de la función de la articulación en función de las actividades.
Pacientes	Lesiones osteomusculares son los más recurrentes. Paciente recurre al médico por dolor. El proceso de rehabilitación con pacientes de ladera es mucho más largo que los pacientes de zona urbana debido al transporte, la dificultad para ir a terapia reduce la frecuencia de sesiones en la semana por lo que alarga el proceso y en ocasiones suelen desistir. Pacientes prefieren no asistir a terapia y piden un plan casero, no lo realizan y regresan sin movilidad al no cumplir la terapia. Esta situación agrava la rehabilitación. La rehabilitación depende mucho del compromiso del paciente, y el acceso a los servicios debido a barreras geográficas.

Fuente: Autor

9.3. Entrevistas Expertos en Telemedicina

Ortopedista perito medico

Tema	Objetivo
Terapias Regulares	Falencias debido a mal proceso. Fisioterapeuta realiza mal el proceso

	Paciente por miedo o descuido no realiza bien el proceso. Pacientes no realizan rehabilitación por falta de acceso por razones burocráticas, geográficas y económicas. Historia clínica tiene valoraciones cuantitativas y cualitativas.
Proceso de telesalud	Realización de charlas web entre diferentes expertos donde se plantea el caso del paciente, se toman decisiones sobre lo que se debe hacer. Atención de pacientes en zonas rurales, otras ciudades u otros hospitales de la misma ciudad.

Fuente: Autor

Ingeniero de sistemas experto en plataforma telesalud

Tema	Objetivo
Implementación telesalud	Nació en respuesta a la dispersión poblacional. Telesalud tiene componente técnico y componente biomédico. No existe norma para prestación de servicios. Plataforma requiere internet robusto ya que transmite datos, voz, imagen y videoconferencia. Se requiere la estructuración de un modelo de historia clínica específico para cada especialidad. Para la rehabilitación física es indispensable seguir el proceso de los pacientes en la historia clínica. Se requiere el consentimiento del paciente para realizar el proceso de telesalud y debe quedar en la historia clínica. Es necesaria la educación en telesalud al médico especialista y del médico general o asistente que opere la plataforma. Se debe educar al paciente sobre la rehabilitación, para que, entienda los beneficios del proceso y no abandone las terapias. Tele salud tiene impacto positivo en la comunidad, ya que disminuye barreras sociales, económicas y geográficas al acceso a los servicios de salud.

	En su plataforma se tuvo rehabilitación física, pero fracasó debido a que solo se podían atender un paciente simultáneamente.
Proceso de telesalud	Atención a régimen subsidiado y particular Ese de ladera. Médico general ubicado en la zona distante presenta el paciente al especialista ubicado en el hospital. Posteriormente hay una interacción entre el paciente, el médico general y el especialista. Hay un proceso sincrónico entre el especialista y el médico general para la realización de telesalud. En rehabilitación por telesalud hay falencia en la evolución de los pacientes, ya que no hay un formato que especifique el progreso del paciente terapia a terapia y depende mucho de los procesos individuales de cada fisioterapeuta. Asistente de telesalud realiza la evolución de los pacientes.

Fuente: Autor

9.4. Entrevistas Pacientes

Paciente con lesión hombro en vereda cercana a Restrepo valle

Actividades de la vida diaria	No se puede lavar el pelo con el brazo derecho que es el lesionado. Solo puede dormir boca arriba. Si se apoya sobre el hombro lesionado genera dolor por largo tiempo. No puede trabajar, es conductor de camión.
Proceso de rehabilitación	Realizaron 20 terapias asistida de movilidad y fuerza luego de cirugía. Otra cirugía con 20 terapias programadas, en este momento se encuentra en la 8va. Ha sentido progreso en la rehabilitación por eso no falta.

Acceso al servicio de rehabilitación.	Le significa mucho gasto económico ir todos los días a las terapias debido al transporte, ya que, vive en una vereda alejada. El transporte es muy irregular, esto le dispone mucho tiempo para ir a las sesiones.
---------------------------------------	--

Fuente: Autor

Paciente con lesión hombro en vereda cercana Buga Valle

Actividades de la vida diaria	Tiene dificultad para realizar actividades de higiene como peinarse, vestirse (colocarse el sostén, camisetas), limpiarse la espalda y la zona perineal. El movimiento de rotación está casi perdido. Requiere ayuda de sus familiares para estas actividades. No puede realizar tareas del hogar como trapear, barrer, fregar la loza, lavar ropa entre otros.
Proceso de rehabilitación	Se realizó terapia de 10 sesiones. Pasiva de movilidad asistida y activa con movimientos individuales y bandas elásticas.
Acceso al servicio de rehabilitación.	Ha tenido dificultades para acceder al servicio debido a que debe desplazarse hasta Buga para las terapias. Debe caminar hasta la avenida principal y abordar un bus hasta Buga para llegar a las terapias.

Fuente: Autor

Paciente con lesión hombro en Universidad del Valle

Actividades de la vida diaria	Tiene dificultad y dolor al realizar actividades que requieran movimientos sostenidos con el hombro como abducción a 90° en el plano frontal. Tiene dificultad para realizar movimientos hacia la parte posterior del cuerpo, los cuales requieren movimientos de aducción relacionada con extensión, rotación interna y abducción en grandes amplitudes
	Asistió a diferentes Fisioterapeutas, pero no se lograba la restitución de las funciones.

Proceso de rehabilitación	Practicaba voleibol de manera profesional durante la rehabilitación y esto agravo la situación y no permitió la rehabilitación. Por ultimo acudió a la fisioterapia de la universidad del valle y sintió progreso, abandono la práctica deportiva y la rehabilitación mejoro significativamente. Para el proceso de rehabilitación se utilizó una terapia activa con bandas elásticas haciendo movimientos de rotación interna, flexión horizontal, abducción y aducción.
---------------------------	---

Fuente: Autor

Paciente con lesión rodilla en Restrepo Valle

Actividades de la vida diaria	Tiene dificultad para actividades de higiene, higiene relacionada con la excreción, ya que tiene dificultad debido a la necesidad de usar muletas para mantenerse de pie.
Proceso de rehabilitación	Lleva dos meses con la lesión. Aplicaron terapia eléctrica y térmica en la primera etapa. En terapia activa realizan ejercicios con máquinas como caminadora, bicicleta estática. Ha notado significativo progreso en la rehabilitación. Asiste todos los días a rehabilitación.
Acceso al servicio de rehabilitación	Se accidentó en Restrepo y el seguro le envió las terapias allí, aunque el paciente viva en Cali, por lo que debe quedarse en la casa de los padres. Para llegar a las terapias llegan en moto, aunque tenga la lesión en la rodilla porque en un principio llegaba en bus, pero de esta manera gastaba mucho dinero. Tuvo que dejar de trabajar por la lesión, por tanto no tiene dinero.

Fuente: Autor

Paciente con lesión rodilla en Cali

Actividades de la vida diaria	Dificultad para desplazarse, subir escaleras y mantenerse en pie durante mucho tiempo.
-------------------------------	--

Proceso de rehabilitación	Asistió a fisioterapeuta con 10 sesiones con ejercicios pasivos de movilidad asistida y posteriormente activa, por falta de educación en la importancia de completar todo el proceso de rehabilitación, practicó fútbol después de la 7ma sesión y volvió a agravar la lesión. Tuvo que asistir a otro fisioterapeuta y donde utilizaron electricidad, temperatura para disminuir el dolor. Posteriormente realizaron terapia activa con movilidad dentro del agua. Enviaron terapia para el hogar con máquina que realizaba movimientos de flexión y extensión de la rodilla. Para finalizar el proceso de rehabilitación enviaron al gimnasio sin supervisión del fisioterapeuta.
---------------------------	---

Fuente: Autor

9.5. Conclusiones del trabajo de campo

Conclusiones relacionadas con los pacientes

Los pacientes con lesión en hombro presentan dificultad primordialmente en actividades como vestirse, la higiene perianal y peinarse, ya que, requieren arcos de movimiento muy amplios como abducción de 180°, Rotación interna de 110°, extensión horizontal de 40°. La dificultad en estas actividades disminuye su independencia en la realización de las AVD de cuidado personal.

Se presenta una evidente reducción a la asistencia de las terapias en los pacientes que se encuentran lejos de los centros donde prestan el servicio debido a los costos del transporte y el tiempo que deben invertir en ello. En algunos casos el hecho de no tener funcionalidad en la articulación significa no tener trabajo, lo cual genera un impacto negativo en lo económico y psicológico en las personas.

Las terapias suelen ser muy seguidas, todos los días, día por medios o 3 veces a la semana, y los pacientes que residen lejos de los centros donde reciben el servicio no pueden asistir con tanta frecuencia, esto conlleva a más tiempo en rehabilitación por lo que pueden dejar de notar progreso y abandonar la terapia.

El proceso de rehabilitación es muy subjetivo, ya que, este se relaciona con el diagnóstico del fisioterapeuta y en ocasiones no hay tiempo para realizar una evaluación profunda al paciente. Durante las sesiones de terapia activa el fisioterapeuta indica los ejercicios que deben realizar los pacientes, pero es posible que realicen los ejercicios de manera equivocada al no tener supervisión constante del fisioterapeuta. Para algunas terapias activas enviadas a casa no hay control sobre los ejercicios por parte del fisioterapeuta y el paciente puede lesionarse o no hacerlos, con lo cual no culmina nunca la rehabilitación y esto puede llevar a lesiones recidivantes.

Conclusiones relacionadas con especialistas en rehabilitación

El progreso o seguimiento de los pacientes en la rehabilitación no está estandarizado por lo cual queda a la apreciación de cada especialista, en ocasiones no se registra un proceso de manera continua. Esta situación genera tiempos de rehabilitación más largos y percepción de no progreso por parte del paciente lo cual puede llevarlo a abandonar las terapias.

El proceso de rehabilitación suelen dividirlo en 3 etapas. La primera etapa reduce el dolor, inflamación e inestabilidad con temperatura y electricidad para restituir la confianza al mover la articulación. La segunda etapa son movimientos asistidos de la articulación. La

tercera etapa son movimientos de la articulación de manera individual y posteriormente ejercicios con resistencia. En ocasiones envían un plan casero de ejercicios y gimnasio.

La falta de educación al paciente acerca de la rehabilitación puede generar abandono de las terapias o en ocasiones el uso normal de la articulación lo cual puede generar problemas más graves a la inicial.

Conclusiones relacionadas con especialistas en telemedicina

La rehabilitación por telemedicina se aplicó como un proceso donde el fisioterapeuta solo podía atender a un paciente al mismo tiempo, por lo que fracasó ya que los fisioterapeutas en terapias regulares atienden múltiples pacientes.

Se debe establecer un formato de historia clínica especializado para la rehabilitación siguiendo las especificaciones de la ley 1448.

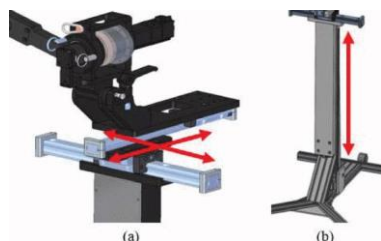
El servicio de internet debe ser robusto para la plataforma de telesalud que se aplicó en los hospitales de la red de ladder, por lo cual requiere de una infraestructura de internet robusta y algunas zonas rurales o alejadas de las ciudades no cuentan con esto.

10. ESTADO DE LA TÉCNICA

Se realizó una revisión del estado de la técnica en el campo de la rehabilitación física, enfocada a rehabilitación de hombro, con el fin de conocer y analizar conceptos estéticos y funcionales para establecer requerimientos de diseño. Para realizar la búsqueda se tuvieron en cuenta criterios relacionados con la rehabilitación como rangos de movimiento, grados de

libertad en función de movimientos anatómicos, tipos de terapia realizada (activa, pasiva o combinada) y mecanismos utilizados para su funcionamiento.

A partir de lo anterior se establecernos matrices de análisis para entender y comparar los productos encontrados desde los mismos aspectos.

Proyecto	Compact design of a robotic device for shoulder rehabilitation <i>July 2017</i> 
Tipo de terapia	Pasiva
Funcionamiento	Por medio de un mecanismo de alineación para convertir la dirección de rotación se pueden implementar movimientos de rehabilitación en el hombro en varias direcciones. Al cambiar la dirección relativa del actuador con respecto al usuario como se observa en la figura #2, se podrían implementar movimientos típicos de rehabilitación del hombro que son flexión / extensión, abducción / aducción, elevación oblicua, abd / aducción horizontal y rotación interna / externa. Además, el dispositivo puede seguir la traslación del movimiento del centro glenohumeral.
Aspectos estéticos	El dispositivo está compuesto por elementos laminares, filares y volumétricos expuestos, con colores grises y negros. todos estos elementos dispuestos sin una composición estética previa aparente.
Concepto	Estructuramiento
Ventajas/desventajas	Ventaja. Utiliza un solo actuador para realizar los movimientos. Desventaja. Solo realiza rehabilitación pasiva. Desventaja. En aspectos estéticos y formales el dispositivo se percibe como algo muy mecánico y expuesto sus componentes lo que podría generar inseguridad.

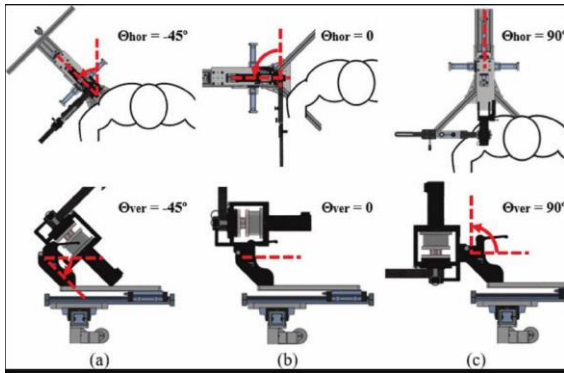


Figura #1

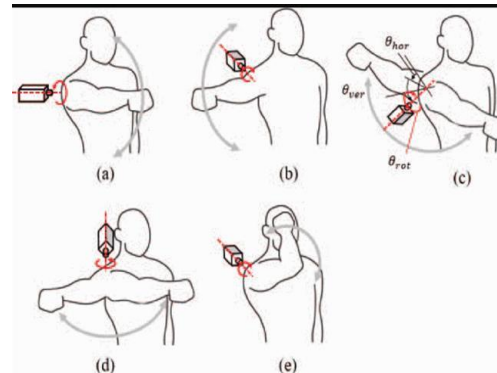
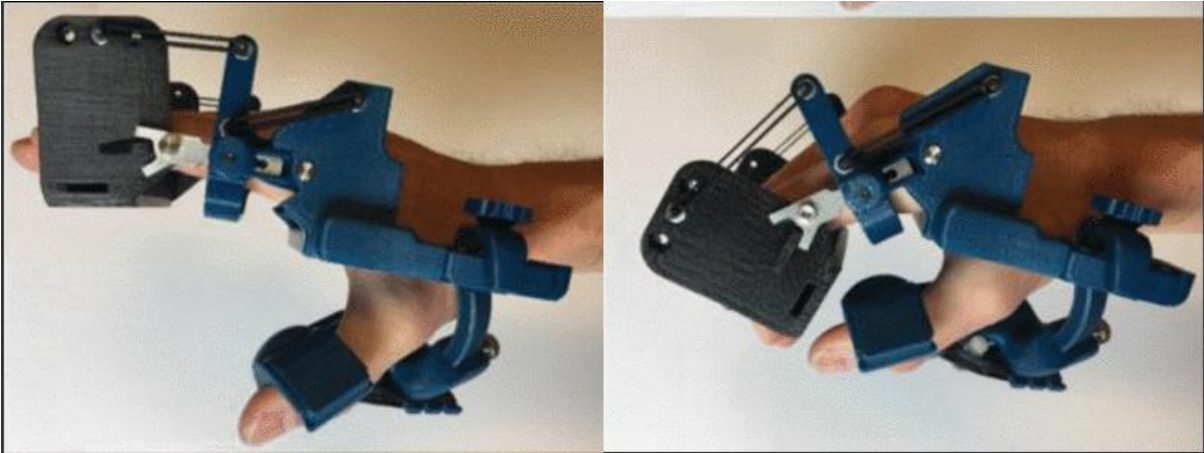


Figura #2

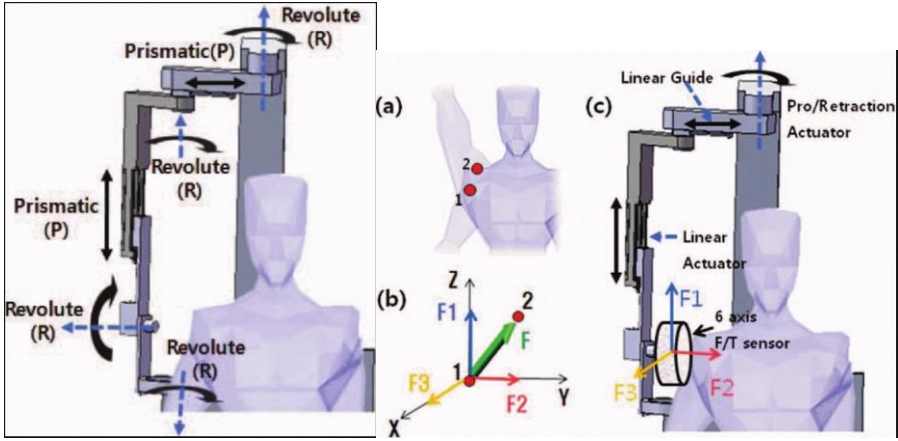
Fuente: 2017 14th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)

Proyecto	ArmAssist-2.0 <i>July 2017</i> 
Tipo de terapia	Pasivo, activo
Funcionamiento	Realiza la rehabilitación de todo el miembro superior por medio de videojuegos controlados con el dispositivo que se acopla al antebrazo y mano con una prótesis. Para la rehabilitación de mano se utilizan resortes que generan resistencia para ejercicios de agarre y una cremallera que realiza ejercicios de rotación de la muñeca. Para el hombro y codo se realizan movimientos en una superficie plana por medio de 3 ruedas que tiene el dispositivo.
Aspectos estéticos	Los colores neutros, las formas en el mecanismo de sujeción del brazo y la base de la máquina, tienen integración estética y transmiten valores seguridad y limpieza.
Concepto	Integración
Ventajas/desventajas	Ventaja. Se utilizaron resortes en vez de motores o actuadores para generar resistencia en terapia activa, y así disminuir los costos y complejidad de la máquina. Desventaja. Para la rehabilitación del hombro hace falta lograr más movimientos anatómicos y amplitudes en estos movimientos, ya que se realizan ejercicios con

	movimientos de flexo extensión horizontal, aducción abducción, pero al estar el dispositivo en una superficie plana no se logran las amplitudes complejas y ejercicios como la rotación interna externa en todos los ejes no se logran.
--	---



Fuente: 2017 International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR)

Proyecto	Shoulder mechanism design of an exoskeleton robot for stroke patient rehabilitation <i>July 2011</i> 
Tipo de terapia	Pasiva y activa
Funcionamiento	Exoesqueleto para rehabilitación de hombro con 6 grados de libertad y amplio espacio de trabajo para realizar grandes amplitudes de movimiento. Posee mecanismo de 6 grados de libertad donde se tiene en cuenta los movimientos del

	húmero y el centro glenohumeral, esto permite la alineación completa con los movimientos del hombro para realizar una rehabilitación completa.
Aspectos estéticos	Tiene falencias estéticas al tener poca integración entre sus componentes y su aspecto de máquina cruda disminuye sensaciones positivas y seguras.
Concepto	Mimesis funcional
Ventajas/ desventajas	Desventaja. Es una máquina muy grande y pesada por lo que su portabilidad es mínima. Ventaja. Realiza todos los movimientos del hombro de manera precisa y completa teniendo en cuenta los desplazamientos del centro glenohumeral, de esta manera se adapta a toda la biomecánica del hombro. Ventaja. A partir de los datos recolectados por los sensores se realiza el registro de la evolución del paciente, esto permite evidenciar un progreso en la rehabilitación.

Fuente: 2011 IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics

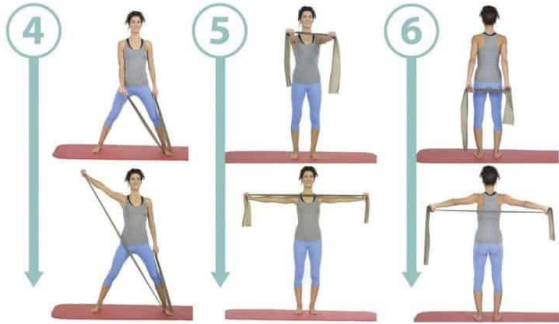
Proyecto	BATRAC <i>Septiembre 2011</i> 
Tipo de terapia	Pasiva
Funcionamiento	Con ayuda del brazo en normalidad de funcionamiento se realizan desplazamientos sobre un eje con los dos brazos, de esta manera le asiste el movimiento del brazo a rehabilitar. Se puede graduar la altura del movimiento y posee un tope en el pecho obliga a tener una postura adecuada al realizar el ejercicio.
Aspectos estéticos	Tiene pocos elementos y una integración formal adecuada por medio de colores sobrios y formas cilíndricas que permiten percibir un objeto limpio y seguro. La disposición y forma de las asas permiten identificar que son elementos de agarre.
Concepto	simplicidad / Corrección postura
Ventajas/ desventajas	Ventaja. Tiene un funcionamiento muy simple lo cual facilita el acceso y portabilidad del producto.

	desventaja. Solo se pueden realizar ejercicios con movimientos de flexoextensión, por tanto no son suficientes para lograr una rehabilitación completa del hombro.
--	--

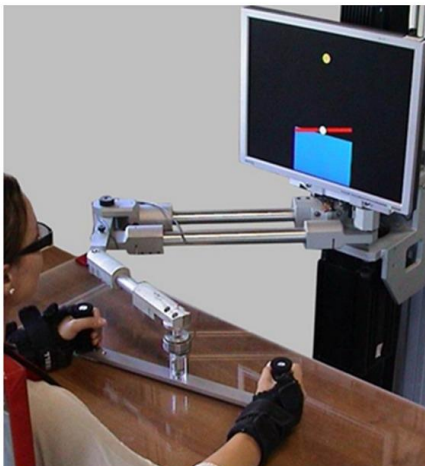
Fuente: 2011 IEEE Congress of Evolutionary Computation (CEC)

Proyecto	Reha-Slide 
Tipo de terapia	Pasivo y Activo
Funcionamiento	El dispositivo ofrece movimientos para aducción, abducción, anteversión y retroversión del hombro, extensión y flexión del codo, así como dorsalextensión y palmarflexión de la muñeca a partir del desplazamiento sobre unos rieles conectados con graduación de inclinación que permiten que el brazo sano asista el movimiento en el brazo sin función normal. Se puede graduar la resistencia para el fortalecimiento y tono muscular.
Aspectos estéticos	los aspectos estéticos permiten la identificación del funcionamiento de la máquina y la disposición de las manos en él para realizar el ejercicio. Hay un uso de tonos azules lo cual transmite tranquilidad y sobriedad. Existe una falta de integración de todas las formas entre si para que el objeto se identifique como un todo, debido al uso de formas ortogonales y orgánica sin aparente relación formal.
Concepto	Intuitivo
Ventajas/desventajas	Ventaja. Es un dispositivo de bajo costo, por tanto asequible económicamente. Desventaja. no puede realizar todos los movimientos anatómicos de hombro para su rehabilitación. Desventaja. La postura del usuario al hacer los ejercicios puede ser variable al no estar restringida la postura del torso.

Fuente: reha-stim.com

Proyecto	Banda elástica 
Tipo de terapia	Activo
Funcionamiento	Hay un catálogo de ejercicios que se pueden realizar con la banda elástica, pero el principio de todos los ejercicios es realizar un esfuerzo de tracción en ella, por lo que requieren de un esfuerzo muscular.
Aspectos estéticos	Se percibe como algo sencillo, esto en ciertos casos podría ser negativo, ya que algunos pacientes no confían en este tipo de medios al no ser “máquinas”.
Concepto	Simplicidad
Ventajas/desventajas	Ventaja. Es un producto de fácil acceso. Desventaja. Solo se puede realizar terapia activa. Desventaja. No hay un control total de la postura y los movimientos del hombro, por tanto, debe haber un acompañamiento continuo del especialista para evitar lesiones.

Fuente: efisioterapia.net

Proyecto	Braccio di Ferro 
Tipo de terapia	Activo
Funcionamiento	A partir de dinámicas en videojuegos en una pantalla se realizan movimientos de manera bilateral con agarre en un joystick para las dos manos. Los movimientos tienen 2 grados de libertad y permiten movimientos de flexo extensión, aducción, abducción y flexo extensión horizontal. El movimiento de rotación del joystick permite ejercicios de coordinación.
Aspectos estéticos	No hay una integración formal de los elementos. Se percibe como un dispositivo muy mecánico. los elementos expuestos transmiten inseguridad y suciedad.
Concepto	Coordinación
Ventajas/desventajas	Ventaja. al ser ejercicios bilaterales el brazo con normalidad asiste el movimiento del brazo afectado. Desventaja. Las amplitudes de los movimientos anatómicos son muy cortos.

Fuente: researchgate.net

Proyecto	Huber Motion Lab 
Tipo de terapia	Activa
Funcionamiento	Dispositivo que realiza ejercicios para rehabilitar hombro, cadera, rodilla y tobillo. Refuerza la estructura de la columna vertebral para aumentar la estabilidad general, el equilibrio, la coordinación y la postura. Una plataforma oscilante motorizada causa inestabilidad, lo que hace que la columna se esfuerce por mantener el equilibrio. La pantalla interactiva e informatizada proporciona evaluaciones inmediatas de áreas de fortaleza y debilidad, permitiendo la trazabilidad de la rehabilitación del paciente.
Aspectos estéticos	Con formas y colores se indican las zonas donde deben posicionarse los pies y las manos. hay una integración formal de los elementos que hace percibir el dispositivo como seguro y tecnológico.
Concepto	Integrativo
Ventajas/desventajas	Desventaja. Es un dispositivo muy costoso y aparatoso, lo cual sería una desventaja para el contexto del proyecto. Desventaja. Para la rehabilitación de hombro el dispositivo no realiza todos los movimientos y rangos necesarios. Ventaja. Los ejercicios de integración de todo el cuerpo brinda un concepto diferente y enriquecedor.

Fuente: rocol.com

Proyecto	TEKS Shoulder 
Tipo de terapia	Pasiva y activa
Funcionamiento	Tiene un motor giratorio que realiza todos los movimientos dependiendo de la disposición del paciente en el dispositivo teniendo en cuenta la curva de aceleración y desaceleración natural. Tiene graduación para diferentes longitudes y diferentes ejercicios para realizar movimientos de flexoextensión, abducción, aducción y rotación externa/interna en sus amplitudes completas.
Aspectos estéticos	Se percibe como una máquina de ejercicios de gimnasio convencional. Configurado a partir elementos angulares expuestos. A partir de la disposición de los colores se indican los elementos para regular las longitudes, donde deben apoyarse y sentarse.
Concepto	Indicativo
Ventajas/desventajas	Ventaja. Logra las amplitudes de movimiento completas. Ventaja. Realiza terapia activa y pasiva con el mismo dispositivo. Desventaja. No tiene en cuenta el desplazamiento de la articulación del hombro. Desventaja. La postura corporal no está controlada al realizar los ejercicios.

Fuente: <https://teksfitnesssupplies.com>

Proyecto	VECTIS 
Tipo de terapia	Activa
Funcionamiento	Utiliza resistencia elástica en la rehabilitación integral de la articulación del hombro realizando movimientos de rotación interna / externa, abducción / aducción y flexoextensión. El dispositivo tiene una sola fuente de movimiento que según la disposición del usuario realiza los ejercicios de flexo extension, abduccion y aduccion. Cuenta con un software que realiza el seguimiento y progreso del paciente (medición de amplitud de movimientos y fuerza generada) e indica los ejercicios que este debe realizar.
Aspectos estéticos	La configuración formal se compone de colores sobrios que transmiten sensaciones de tranquilidad y seguridad al usuario, además los elementos del dispositivo se encuentran recubiertos y permite limpieza estética.
Concepto	limpieza, compacto
Ventajas/desventajas	Ventaja. Utilizar resistencia elástica disminuye la complejidad del dispositivo y esto disminuye costos y facilita el mantenimiento. Desventaja. No tiene en cuenta el desplazamiento de la articulación del hombro. Ventaja. Tiene graduación para las diferentes longitudes del brazo.

Fuente: fysiomed.cz

10.1. Conclusiones del Estado de la Técnica

A partir del análisis del estado de la técnica se extrajeron aspectos relevantes para el desarrollo del proyecto, estos se dividieron según sus características en funcionales y estéticas.

Conclusiones Funcionales

Es necesario tener en cuenta el desplazamiento del centro glenohumeral para realizar la rehabilitación del hombro, de no ser así puede causar molestias o lesiones posteriores.

Es de tener en cuenta la regulación de las longitudes de los brazos, se utilizaron sistemas de telescopio (con topes o abrazadera de tubo) para regular las diferentes longitudes de los miembros superiores en mecanismos que utilizaban agarres como el producto “VECTIS”.

La asistencia bilateral genera facilidades en la rehabilitación y mejora la coordinación, reduciendo los elementos en los dispositivos y facilitando su mantenimiento.

Para la rehabilitación se debe de tener en cuenta la postura corporal, de acuerdo con esto es necesario restringir la postura al hacer los ejercicios de manera que no haya posibilidad de realizar movimientos erróneos.

Utilizar resistencia elástica por medio de resortes metálicos o elastómeros puede sustituir la resistencia generada por motores, así reducir costos y mantenimiento.

Por medio de aplicaciones y videojuegos se pueden configurar dinámicas más atractivas para los pacientes y generar una trazabilidad en tiempo real para motivar la continuidad de la rehabilitación.

Conclusiones Formales

Un dispositivo muy aparatoso no es la mejor opción ya que esto significa costos elevados de mantenimiento y transporte. Es más económico un dispositivo que tenga la menor cantidad de elementos y dimensiones moderadas.

Es de tener en cuenta la disposición formal de los elementos, ya que, por medio de colores y formas se comunican las funcionalidades y se asegura el éxito de la rehabilitación.

Con elementos formales orgánicos, redondos y utilizando colores sobrios como negros, blancos, azules se genera una percepción segura y limpia en los dispositivos.

El uso de materiales plásticos y metálicos son los predominantes en recubrimientos y estructura de los dispositivos analizados.

Para la configuración de agarres, asientos y respaldos se utilizaron materiales elastómeros y espumas.

Para indicar elementos relevantes en los dispositivos como agarres, palancas, botones entre otros se utilizaron tonos saturados como rojos, verdes y amarillos con el fin de crear un contraste visual e indicar la relevancia del elemento.

En los dispositivos más desarrollados que ya se encuentran en el mercado prevalece el uso de acabados y remates con formas orgánicas para aumentar la integración de los elementos en los dispositivos.

10.2. Análisis de conclusiones

A partir de las conclusiones del trabajo de campo, estado el arte y de la técnica realizados anteriormente, se realizó una combinación de la información con el fin de establecer conclusiones y así determinar categorías con información específica para los requerimientos de diseño del proyecto.

Se establecieron tres categorías:

- Sociales, estas se caracterizan por los impactos culturales, relacionales y psicológicos de los pacientes con discapacidad transitoria.
- Funcionales, establecen características perceptuales y funcionales a tener en cuenta.
- Técnicas, establecen especificaciones para la configuración y desarrollo.

	Conclusiones Trabajo de campo/Estado de la Técnica/Estado del Arte	Conclusiones para construir requerimientos de diseño
Técnicos	Se debe tener en cuenta el desplazamiento de la articulación glenohumeral para mantener alineada la fuente de movimiento.	Alinear fuente de movimiento con la articulación del hombro.
	la rehabilitación por telesalud se aplicó de manera que un fisioterapeuta solo puede atender un paciente al mismo tiempo, lo cual resultó ineficiente.	Atender varios pacientes al mismo tiempo.
	Para la construcción de la historia clínica se deben tener en cuenta los parámetros establecidos en la ley 1448.	Ajustar a diferentes longitudes de brazo teniendo en cuenta la antropometría de los percentiles 5-95 de la población laboral colombiana.

	Para la transmisión de datos, imagen y voz se debe tener un ancho de banda de al menos 4MB. Es de tener en cuenta la regulación de las longitudes de los brazos. Para la rehabilitación se debe de tener en cuenta la postura corporal, de acuerdo con esto es necesario restringir la postura al hacer los ejercicios de manera que no haya posibilidad de realizar movimientos erróneos. Utilizar resistencia elástica puede sustituir la resistencia generada por motores y así reducir costos y mantenimiento. El uso de materiales plásticos y metálicos son los predominantes en recubrimientos y estructura de los dispositivos analizados. Para indicar elementos relevantes en los dispositivos como agarres, palancas, botones entre otros se utilizaron tonos saturados como rojos, verdes y amarillos con el fin de crear un contraste visual e indicar la relevancia del elemento. Para la configuración de agarres, asientos y respaldos se utilizaron materiales elastómeros y espumas.	Los agarres deben ser a mano llena teniendo en cuenta las medidas antropométricas de los percentiles 5-95 de la población laboral colombiana. Los asientos y respaldos deben estar dimensionados de acuerdo a las medidas antropométricas de los percentiles 5-95 de la población laboral colombiana. La postura corporal debe estar restringida por medio de topes al realizar el ejercicio teniendo en cuenta las posturas naturales del cuerpo al realizar los diferentes movimientos del hombro. En botones y agarres se deben usar formas y colores que indiquen su uso y relevancia. En botones, agarres, respaldos, asientos, elementos de sujeción que tengan contacto directo con el paciente se deben usar materiales suaves y que brinden agarre como espumas y elastómeros.
funcionales	El proceso de rehabilitación se divide en 3 etapas. Reducción de dolor, inflamación e inestabilidad, movimientos asistidos y por ultimo movimientos sin asistencia o con resistencia. La evolución del paciente no está estandarizado lo cual genera subjetividades en el proceso o incluso la ausencia del este. Para completar con éxito todas las tareas de la vida diaria, una persona necesita aproximadamente 120 de flexión, de 45 grados de extensión, 130 de abducción, 115 de abducción, de 60 grados de rotación externa y 100 de rotación interna. Es necesario realizar ejercicios donde intervienen movimientos de flexión / extensión, abducción / aducción, elevación oblicua, abducción / aducción horizontal y rotación interna / externa para rehabilitar el hombro La asistencia bilateral genera facilidades en la rehabilitación y mejora la coordinación, reduciendo los elementos en los dispositivos y facilitando su mantenimiento. Por medio de aplicaciones y videojuegos se pueden configurar dinámicas más atractivas para los pacientes y generar una trazabilidad en tiempo real para motivar la continuidad de la rehabilitación. Un dispositivo muy aparatoso no es la mejor opción ya que esto significa costos elevados de mantenimiento y transporte. Es más económico un dispositivo que tenga la menor cantidad de elementos y dimensiones moderadas. Con elementos formales orgánicos, redondos y utilizando colores sobrios como negros, blancos, azules se genera una percepción segura y limpia en los dispositivos.	Debe haber una interfaz gráfica que indique al paciente y al especialista la evolución del paciente. La interfaz gráfica debe indicar como realizar el ejercicio de manera didáctica. Debe realizar terapia pasiva y activa. Debe realizar movimientos de 120 grados de flexión en el plano sagital. Debe realizar movimientos de 45 grados de extensión en el plano sagital. Debe realizar movimientos de 130 grados de abducción en el plano frontal. Debe realizar movimientos de 115 grados de abducción en el plano transversal. Debe realizar movimientos de 60 grados de rotación externa sobre el eje longitudinal del brazo. Debe realizar movimientos de 100 grados de rotación interna sobre el eje longitudinal del brazo. Debe permitir realizar la rehabilitación de manera progresiva, comenzando con movimientos con poca amplitud. Debe tener una configuración formal a partir de formas orgánicas. El uso del color blanco debe ser predominante en los elementos más visibles para que transmitir limpieza, tranquilidad y seguridad. Indicar por medio de contraste de color, elementos relevantes como botones, agarres, actuadores.
Sociales	la falta de educación del paciente a cerca de la rehabilitación puede generar abandono, malos usos de la articulación, lo cual puede generar lesiones más graves. la telemedicina facilita el acceso a la rehabilitación física en pacientes que se encuentran lejos de los centros con servicios especializados al reducir las barreras económicas, sociales y geográficas.	Se debe informar al paciente sobre la importancia y cuidados que se deben tener en el proceso de rehabilitación.

Fuente: Autor

11. REQUERIMIENTOS

A partir de las conclusiones realizadas del trabajo de campo, estado de la técnica y estado del arte, se establecieron los parámetros que debe seguir la propuesta de diseño del proyecto.

	Requerimiento
Formal	El uso del color blanco con acabados lisos debe ser predominante en elementos de recubrimiento y cuerpo.
	Debe tener una configuración formal a partir de formas orgánicas.
	Debe usar colores saturados para indicar elementos relevantes como botones, agarres, actuadores.
	Los elementos gráficos como formas y colores deben indicar funciones del objeto.
	Debe tener aristas y vértices redondeados.
Funcional	Debe realizar movimientos de 120 grados de flexión en el plano sagital por medio de mecanismos o actuadores.
	Debe realizar movimientos de 45 grados de extensión en el plano sagital por medio de mecanismos o actuadores.
	Debe realizar movimientos de 130 grados de abducción en el plano frontal por medio de mecanismos o actuadores.
	Debe realizar movimientos de 115 grados de aducción en el plano transversal por medio de mecanismos o actuadores.
	Debe realizar movimientos de 60 grados de rotación externa sobre el eje longitudinal del brazo por medio de mecanismos o actuadores.
	Debe realizar movimientos de 100 grados de rotación interna sobre el eje longitudinal del brazo por medio de mecanismos o actuadores.
	Debe tener una interfaz gráfica que indique al paciente y al especialista la evolución del paciente, donde se aprecien los movimientos que realiza y las amplitudes que alcanza en la terapia confrontados con las terapias anteriores.
	Debe permitir el movimiento simétrico de los dos brazos al realizar la terapia, por medio de agarres a dos manos.
	Debe permitir realizar la rehabilitación de manera progresiva, comenzando con movimientos con poca amplitud.
	Los agarres deben ser a mano llena teniendo en cuenta las medidas antropométricas de los percentiles 5-95 de la población laboral colombiana.
	Debe informar al paciente sobre la importancia y cuidados que se deben tener en el proceso de rehabilitación.
Técnico	Alinear fuente de movimiento con la articulación del hombro por medio del desplazamiento de la fuente de movimiento (actuadores o motores) en los ejes X, Y, Z.
	Se deben poder atender varios pacientes al mismo tiempo.
	Se debe poder ajustar a diferentes longitudes de brazo teniendo en cuenta la antropometría colombiana.
	La postura corporal debe estar restringida al realizar la terapia. restricción por medio de topes graduables que generen una distancia entre el objeto y paciente.
	En botones, agarres, respaldos, asientos, elementos de sujeción que tengan contacto directo con el paciente se deben usar materiales suaves y que brinden agarre como espumas y elastómeros.
	En botones, agarres, respaldos, asientos, elementos de sujeción que tengan contacto directo con el paciente se deben usar materiales que no generen peligro para el organismo.
	Realizar terapia por medio de telerehabilitación, permitiendo atender de 3 a 5 pacientes.
	Realizar terapia pasiva y activa. Pasiva con asistencia bilateral, actuadores o motores. Activa por medio de resistencia de resortes, motores o actuadores. Resistencia 0 a 10 Newton

Fuente: Autor

CAPITULO III

Capítulo 3

De acuerdo con los requerimientos de diseño que se establecieron a partir de los resultados del trabajo de campo, revisión del estado del arte y la técnica, se desarrolló una propuesta de diseño “ ASSERF “ (Accesibilidad al sistema de salud especializado de rehabilitación física), que facilita el acceso al servicio de rehabilitación física para hombro realizando terapia pasiva y activa, por medio de un sistema que realiza movimientos oscilatorios que emulan los movimientos biológicos de hombro necesarios para la realización de las actividades de la vida diaria.

Este sistema realiza movimientos de flexo extensión, rotación interna y externa y flexo extensión horizontal dentro de los rangos de movimientos establecidos como los necesarios para las AVD en los requerimientos de diseño.

El sistema está compuesto por dos módulos: Módulo de Apoyo y Módulo de Ejecución.

El módulo de apoyo está constituido por un sistema telescópico con un coger para soportar el pecho y un soporte para el codo. este módulo se ajusta las diferentes alturas de los usuarios para apoyar el pecho con el fin de tener una postura fija del torso durante la rehabilitación en los ejercicios con movimientos de flexoextensión. Para la realización del ejercicio de rotación interna y externa, el módulo se ajusta a la altura del codo a noventa grados y se apoya la parte posterior del codo en la pieza de soporte del codo.

El módulo de ejecución realiza diferentes movimientos oscilatorios descritos anteriormente por medio de un motor que registra los rangos de movimientos y los compara sesión a sesión

para evidenciar la evolución del paciente. A partir de un sistema telescópico y un riel posicionador este módulo se ajusta a las diferentes longitudes de brazo y altura acromial, y con un sistema de rotación con un eje a 45 grados ajusta la dirección de rotación del motor para realizar los diferentes movimientos necesarios para la rehabilitación.

12. Descripción de la propuesta



En la siguiente figura se representa la propuesta ASSERF donde se identifican los diferentes módulos y sus componentes:

Módulo de apoyo que consta del posicionador vertical de soporte del pecho, posicionador horizontal de soporte del pecho, soporte del pecho, Soporte del codo.

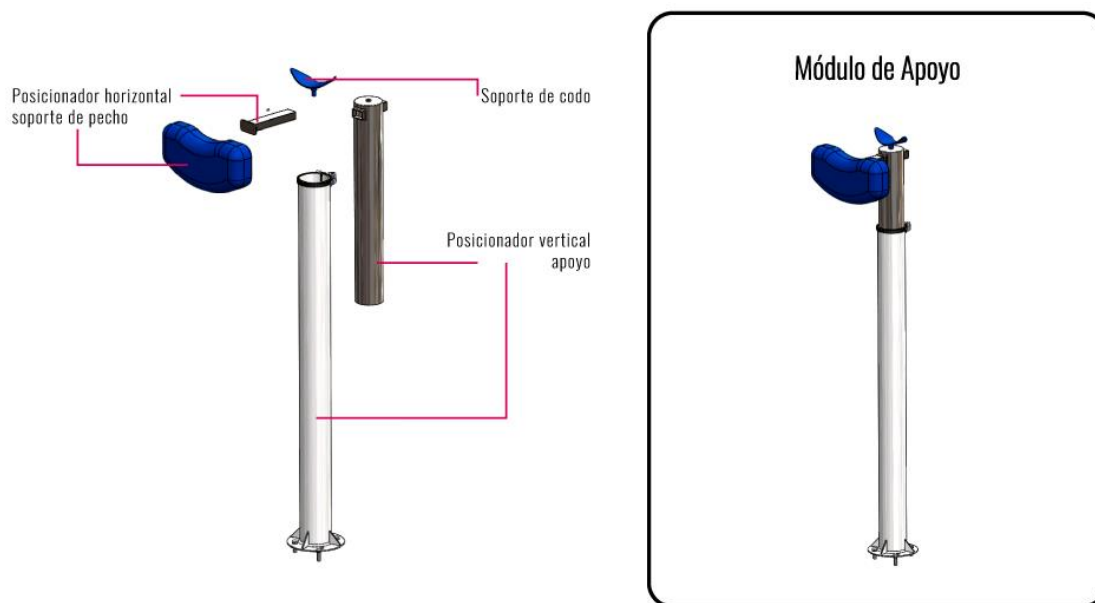


Figura 10. Módulo de apoyo
Fuente: Autor

Módulo de ejecución que consta Ajuste longitud del brazo, sujeción de brazo, sujeción de antebrazo, agarre mano, sistema de acople transmisión, sistema posicionamiento de transmisión, ajuste altura de hombro, sujeción ajuste de altura de hombro. Estos componentes configuran ASSERF, el cual facilita el acceso al servicio de rehabilitación física de hombro por medio de la realización de terapias activas y pasivas tele operadas que restituyen la autonomía en la realización de las AVD.

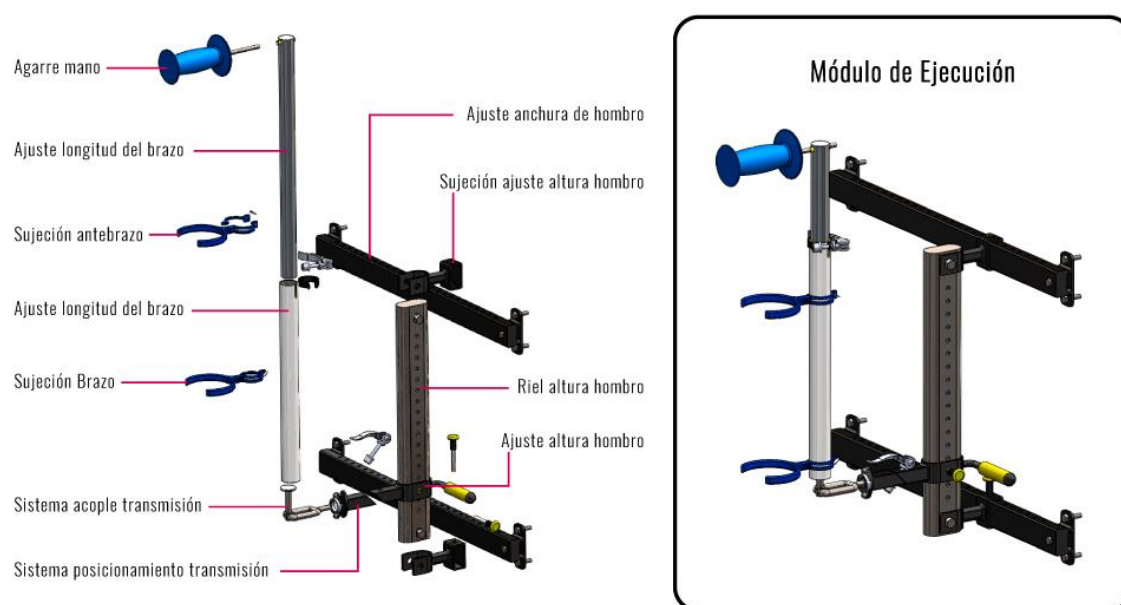


Figura 11. Módulo de ejecución
Fuente: Autor

El módulo de ejecución se empotra en una pared a 118 cm del suelo respecto a la pieza de ajuste de anchura del hombro.

El módulo de apoyo se empotra en el suelo y se posiciona en un plano medio respecto al módulo de ejecución a 80 cm de la pared donde se ha empotrado anteriormente éste módulo.

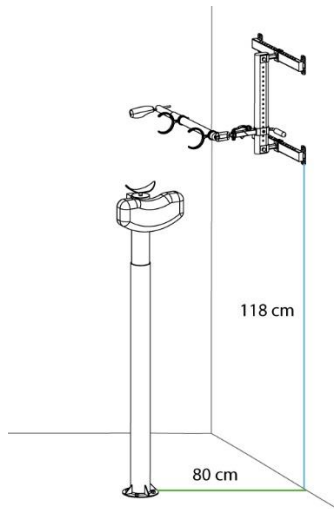


Figura 12. Instalación
Fuente: Autor

Para la realización de las diferentes terapias el dispositivo ASSEF está dispuesto para dos usuarios: paciente y operador. Teniendo en cuenta esta clasificación se establecen colores para la interacción de cada usuario.

El paciente interactúa con los elementos de color azul.

El operador interactúa con los elementos de color amarillo.

Para la rehabilitación del hombro el dispositivo ASSEF emula 3 movimientos anatómicos de manera independiente (flexoextension, flexoextension horizontal y rotación interna/Externa) de acuerdo con la disposición de sus componentes en terapias pasivas o activas según la evolución del paciente.

12.1. Terapia de Flexoextensión

Para realizar los movimientos de Flexión y Extensión seguir los siguientes pasos de acuerdo a la figura:

Alinear el sistema de posicionamiento de transición.

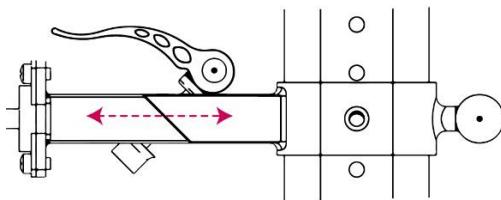


Figura 13. Primer paso Terapia flexoextensión
Fuente: Autor

Posicionar perpendicularmente al paciente respecto a la pared donde se encuentra empotrado el módulo de ejecución.

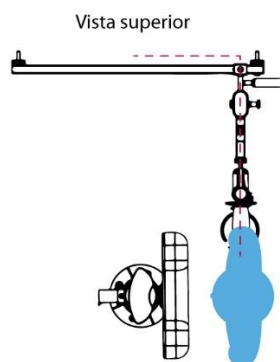


Figura 14. Segundo paso Terapia flexoextensión
Fuente: Autor

Alinear la fuente de movimiento con la articulación del hombro, ajustando horizontal y verticalmente.

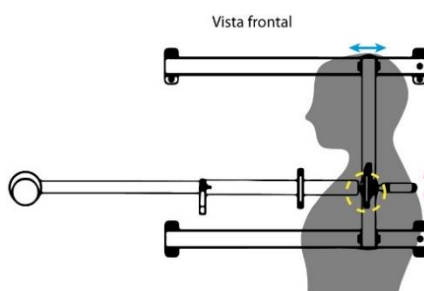


Figura 15. Tercero paso Terapia flexoextensión
Fuente: Autor

Ubicar el soporte de pecho a la altura del pectoral y a una profundidad donde la articulación del hombro se mantenga alineada el eje de la fuente de movimiento.

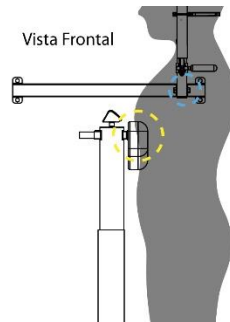


Figura 16. Cuarto paso Terapia flexoextensión
Fuente: Autor

Ajustar el brazo de la máquina con la longitud del brazo del paciente y colocar los ajustes de antebrazo y brazo para bloquear el movimiento del brazo.

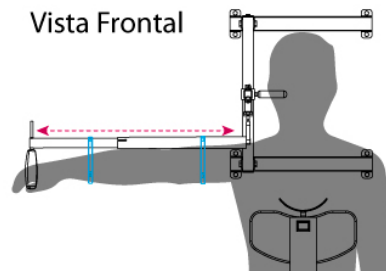


Figura 17. Quinto paso Terapia flexoextensión
Fuente: Autor

Comenzar la terapia.

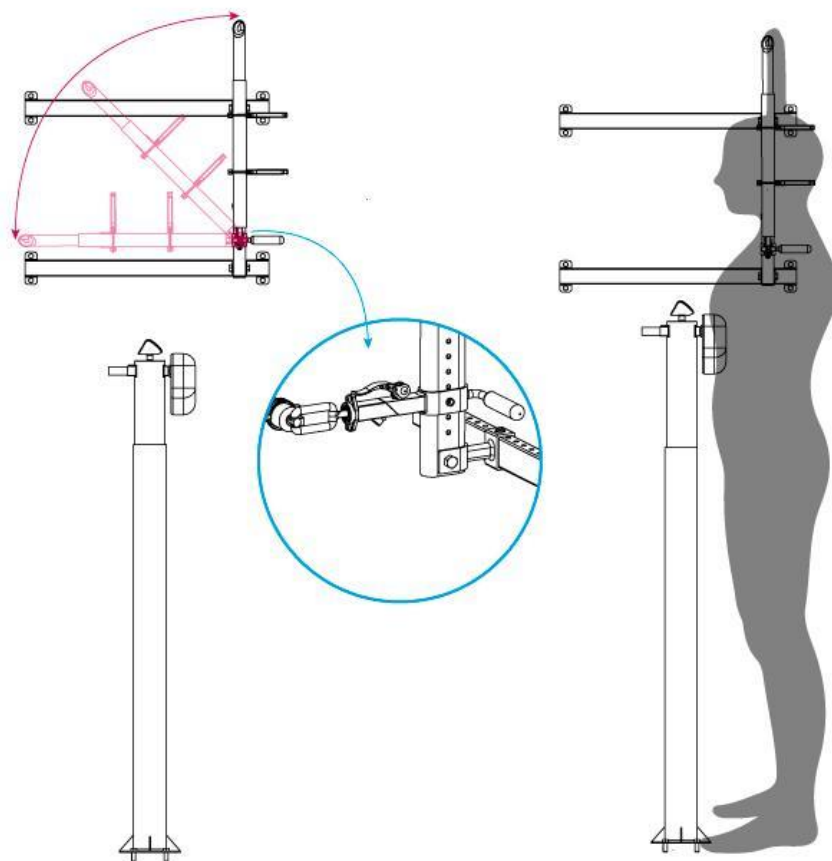


Figura 18. Esquema terapia flexoextensión
Fuente: Autor

12.2.Terapia de Flexoextensión Horizontal

Para realizar los movimientos de Flexo/Extensión Horizontal seguir los siguientes pasos de acuerdo a la figura:

Rotar 90 grados el sistema de posicionamiento de transición.

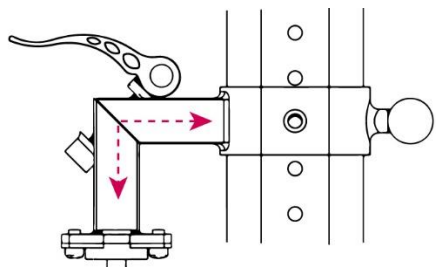


Figura 19. Primer paso Terapia flexoextensión horizontal
Fuente: Autor

Posicionar paralelo al paciente respecto a la pared donde se encuentra empotrado el módulo de ejecución, de espalda como muestra la figura.

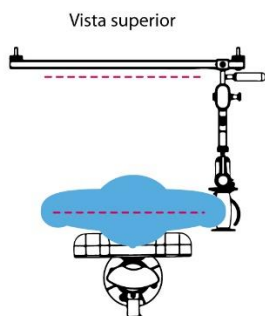


Figura 20. Segundo paso Terapia flexoextensión horizontal
Fuente: Autor

Alinear la fuente de movimiento con la articulación del hombro ajustando horizontal y verticalmente.

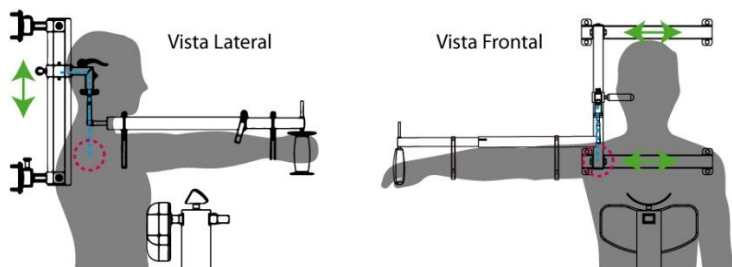


Figura 21. Tercer paso Terapia flexoextensión horizontal
Fuente: Autor

Ubicar el soporte de pecho a la altura del pectoral y a una profundidad donde la articulación del hombro se mantenga alineada el eje de la fuente de movimiento.

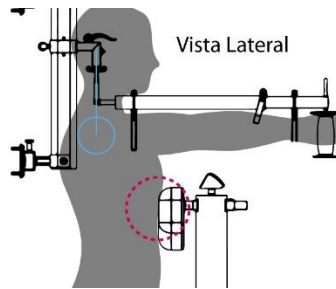


Figura 22. Cuarto paso Terapia flexoextensión horizontal
Fuente: Autor

Ajustar el brazo de la máquina con la longitud del brazo del paciente y colocar los ajustes de antebrazo y brazo para bloquear el movimiento del brazo.

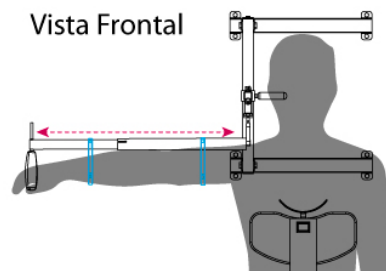


Figura 23. Quinto paso Terapia flexoextensión horizontal
Fuente: Autor

Comenzar la terapia.

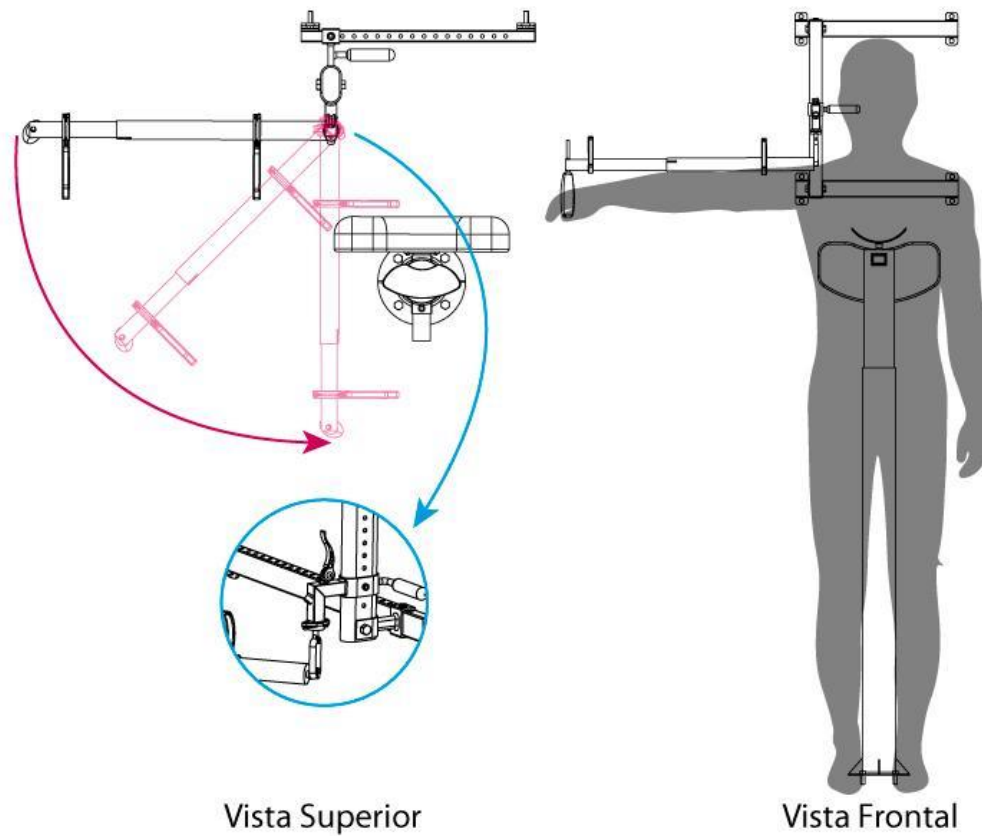


Figura 24. Esquema terapia flexoextensión horizontal
Fuente: Autor

12.3. Terapia de Rotación interna y externa

Para realizar los movimientos de Rotación interna y externa seguir los siguientes pasos de acuerdo a la figura:

Posicionar paralelo al paciente respecto a la pared donde se encuentra empotrado el módulo de ejecución, de frente como muestra la figura.

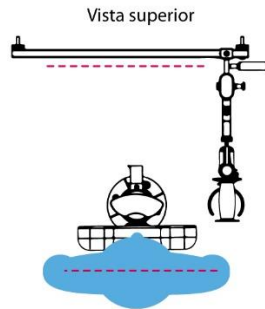


Figura 25. Primer paso Terapia rotación interna / externa
Fuente: Autor

Alinear el sistema de posicionamiento de transición.

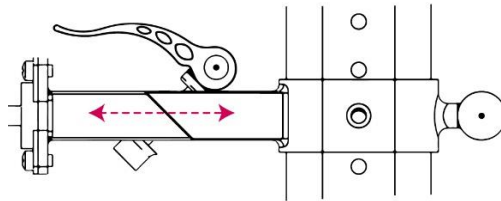


Figura 26. Segundo paso Terapia rotación interna / externa
Fuente: Autor

Ajustar la altura del soporte de codo hasta una altura donde el codo se apoye en un Angulo de 90 grados.

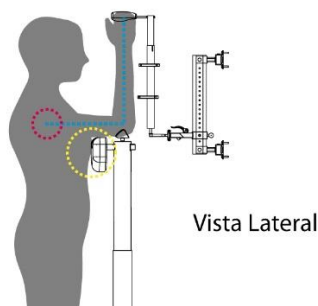


Figura 27. Tercer paso Terapia rotación interna / externa
Fuente: Autor

Alinear la fuente de movimiento con la articulación del hombro ajustando horizontal y verticalmente.

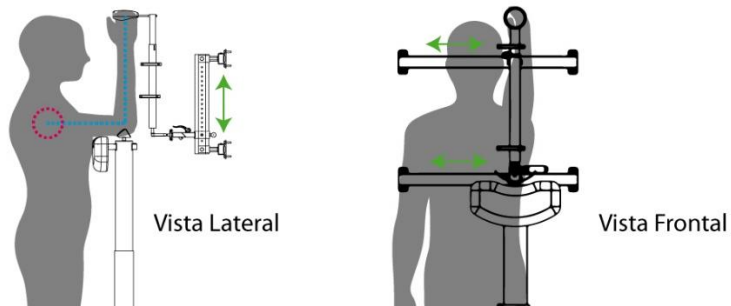


Figura 28. Cuarto paso Terapia rotación interna / externa
Fuente: Autor

Ajustar el brazo de la maquina con la longitud del brazo del paciente y colocar los ajustes de antebrazo para bloquear el movimiento del brazo.

Comenzar la terapia.

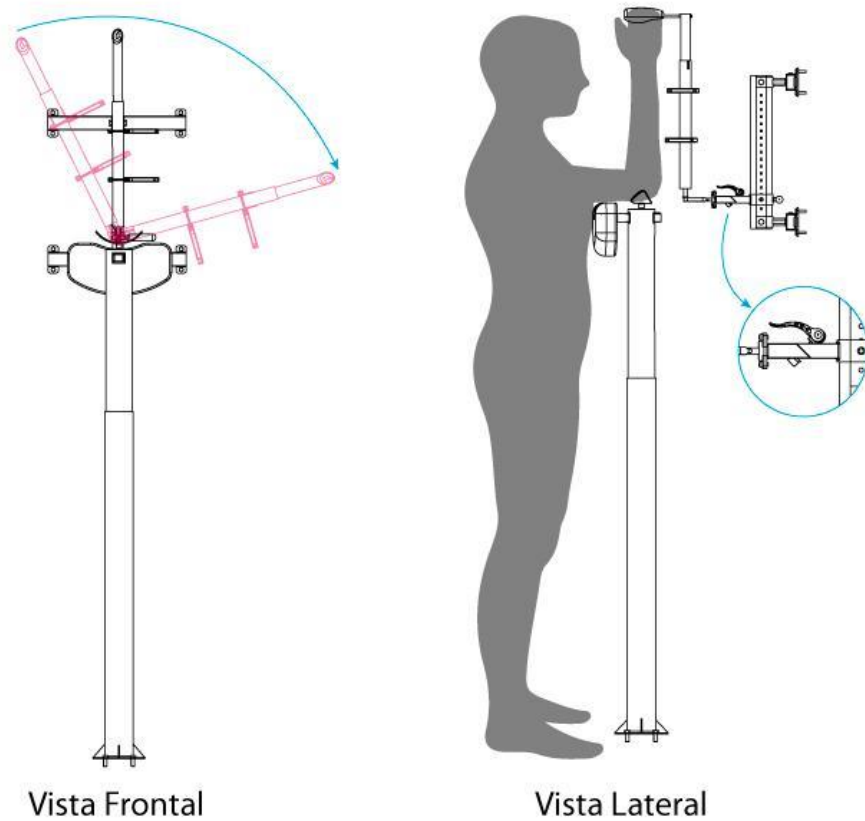


Figura 29. Esquema terapia rotación interna / externa
Fuente: Autor

13. MÓDULOS Y COMPONENTES

13.1. Módulo de apoyo: Soporte de codo

El soporte de codo es una superficie de apoyo con forma cóncava que establece una postura sostenida en el usuario con el fin de evitar movimientos relativos al realizar los ejercicios terapéuticos de rotación interna / externa. Este soporte se acopla al módulo de apoyo mediante un pasador que se encuentra en la cara superior del sistema de posicionamiento vertical.

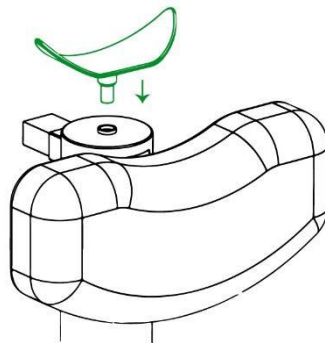


Figura 30. Acople soporte de codo
Fuente: Autor

Diseño en detalle del soporte de codo

El soporte de codo se configura a partir de la forma de la parte posterior del codo, el cual estará apoyado sobre la pieza. Se utilizó el percentil 95 de población laboral de sexo masculino entre 20 a 39 años para establecer el ancho de la concavidad de la pieza y abarcar todas las posibles medidas.

Esta pieza está fabricada mediante impresión 3D en polímero termoplástico PLA, este proceso productivo no necesita producir millones de piezas para ser rentable y permite la configuración de piezas orgánicas que en procesos productivos como inyección necesita una industria muy desarrollada y alto costo.

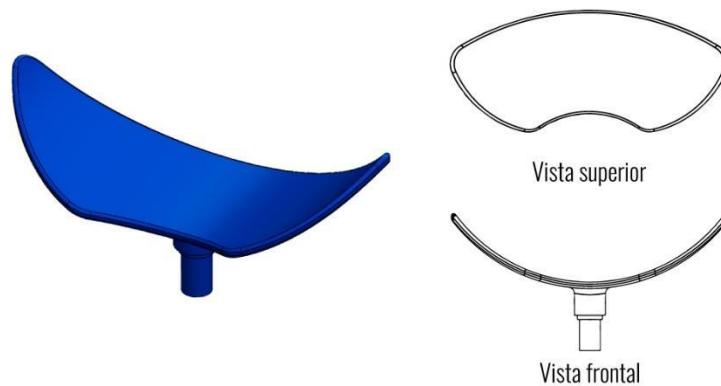


Figura 31. Soporte de codo
Fuente: Autor

13.2. Módulo de apoyo: Soporte de pecho

Soporte de pecho consta de la pieza de apoyo de pecho y el posicionador horizontal.

La pieza de apoyo de pecho es acolchada y permite mantener una postura erguida al recargar las fuerzas que se generan en los ejercicios de flexoextension. El posicionador horizontal permite ajustar la profundidad de la pieza de apoyo de pecho con el fin de abarcar los diferentes anchos de cuerpo para alinear la fuente de movimiento del sistema con la articulación de hombro.

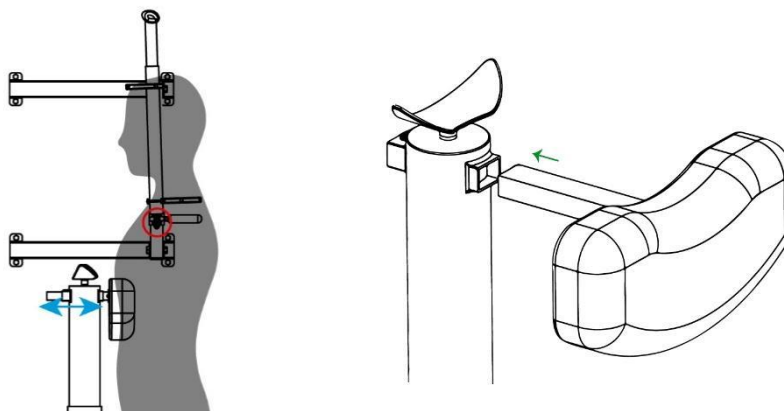


Figura 32. Disposición soporte de pecho
Fuente: Autor

Diseño en detalle del soporte de pecho

Apoyo del pecho se configura teniendo en cuenta la anchura del torso del percentil 95 de población laboral de sexo masculino entre 20 a 39 años, así se determina su ancho y largo.

La curvatura superior responde a la postura del brazo necesaria para la terapia de rotación interna y externa donde el codo se posiciona sobre la pieza de apoyo, esta curvatura permite que el tríceps del brazo no tenga contacto con el cojín.

El posicionador horizontal se configura de acuerdo a la profundidad del torso del percentil 95 de población laboral de sexo masculino entre 20 a 39 años.

El posicionador horizontal está fabricada por extrusión en acero 10 20 debido a sus propiedades mecánicas y fácil maquinabilidad. Posteriormente se realiza el corte del tubo y la soldadura de la platina que se atornilla al cojín. Esta pieza está sometida a esfuerzos de flexión y compresión durante las sesiones de terapia, por tanto, necesita este material.

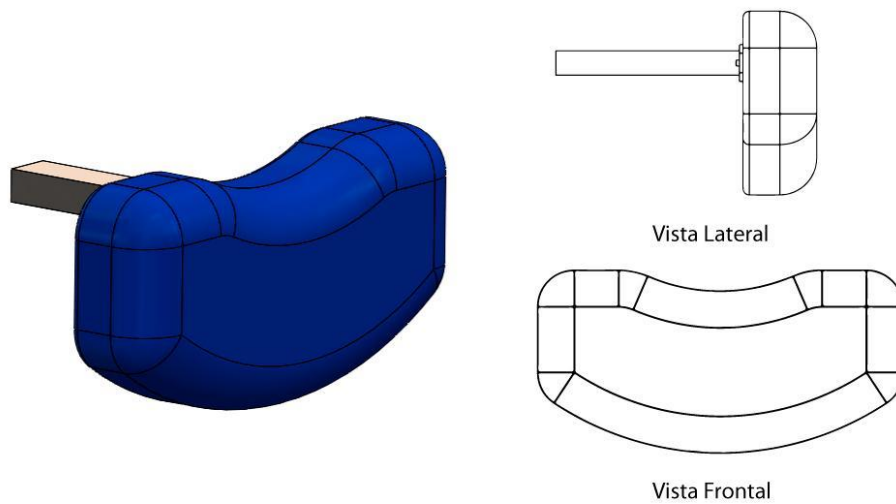


Figura 33. Soporte de pecho
Fuente: Autor

13.3. Módulo de apoyo: Posicionador vertical apoyo

El posicionador vertical del soporte de pecho es un sistema telescópico de dos tubos que se ajusta con una abrazadera manual. El tubo superior tiene un orificio para insertar el soporte de codo y una guía con bloqueo para el posicionador horizontal del soporte de pecho. El tubo inferior tiene una platina circular con cartela y orificios para empotrar en el suelo y fijar el sistema.

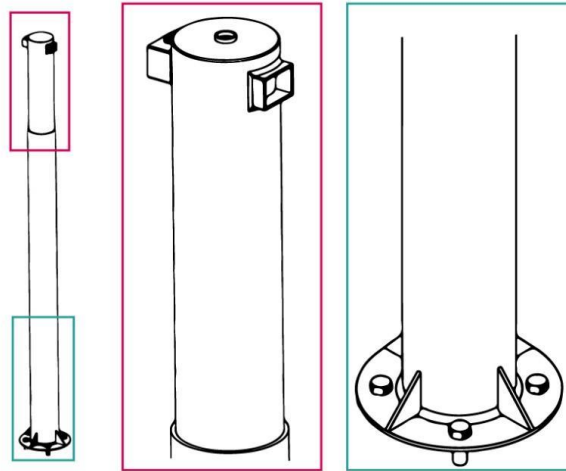


Figura 34. Posicionador vertical apoyo
Fuente: Autor

Diseño en detalle del posicionador vertical apoyo

El sistema se configura a partir de la altura del pecho del percentil 5 de mujeres de entre 39 y 59 años de la población laboral para la extensión mínima del sistema y el percentil 95 de hombres de entre 20 y 39 años de la población laboral para la extensión máxima.

Los componentes de este sistema están fabricados por extrusión de un perfil circular de acero 10 20, este material tiene buenas prestaciones en las propiedades mecánicas y su fácil soldabilidad y maquinabilidad permiten realizar cortes y soldaduras para configurar la pieza.

13.4. Módulo de ejecución: Brazo

El submodulo “Brazo” del módulo de ejecución es un sistema telescópico con componentes de ajuste y acople para transmitir el movimiento del motor al brazo del paciente. Está compuesto por: ajuste longitud de brazo, agarre de mano, sujeción de brazo y antebrazo y sistema de acople de transmisión.

El sistema telescópico en el señalamiento amarillo de la figura tiene una guía con bloqueo para introducir la pieza de agarre de mano y ajustar la profundidad según las diferentes terapias. En el señalamiento rojo está la abrazadera manual y ranura para que el tubo pueda cambiar de diámetro y ajustar la longitud del sistema telescópico. En el señalamiento azul se encuentra una platina soldada al tubo con un orificio para el pasador de la pieza de acople de transmisión. Este sistema de tubos está fabricado en extrusión de un perfil circular de acero inoxidable, ya que es un material liviano, con buena resistencia mecánica e inocuo.

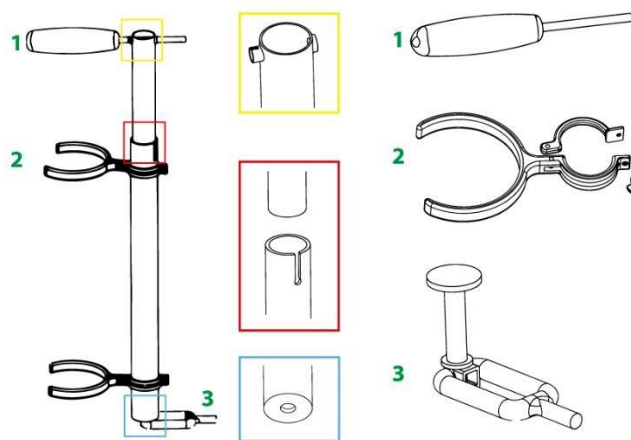


Figura 35. Brazo
Fuente: Autor

El brazo se ajusta según la longitud del brazo del paciente de manera que el hombro quede alineado con la fuente de movimiento según el ejercicio que se vaya a realizar, y la mano del paciente agarre la pieza “agarre de mano”. posteriormente se ajustan la piezas de sujeción de brazo y antebrazo.

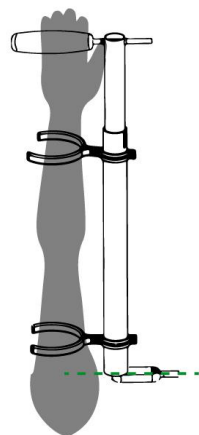


Figura 36. Esquema brazo
Fuente: Autor

13.5. Módulo de ejecución: Agarre de mano

Esta pieza como agarre para la mano contribuye junto con las piezas de sujeción del brazo y antebrazo a bloquear movimientos relativos en el brazo del paciente durante la realización de las diferentes terapias. Gracias a su forma orgánica, tamaño justo para agarre a mano llena y material elastómero permite un agarre completo y ajustado que da seguridad en la terapia.

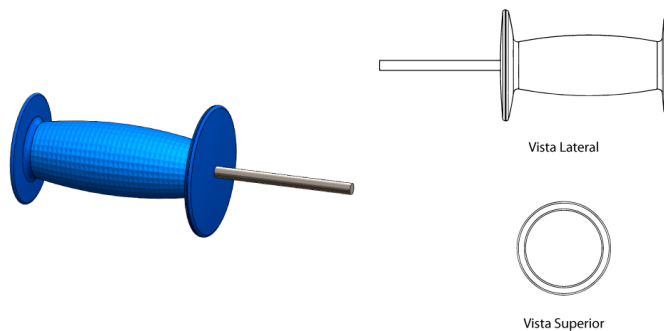


Figura 37. Agarre mano
Fuente: Autor

Diseño en detalle del Agarre de mano

Esta pieza se configura a partir de las dimensiones antropométricas de la mano y los estándares de un agarre a mano llena, utilizando percentiles 95 para los diámetros y anchura de la pieza. Con el fin de lograr un ajuste preciso en las diferentes geometrías de las manos, se utiliza un material elastómero en el agarre.

13.6. Módulo de ejecución: Sujeción Brazo/Antebrazo

La pieza se encarga de la sujeción del brazo y antebrazo para bloquearla y disminuir los movimientos relativos del miembro superior y realizar el movimiento esperado. El arco principal de la pieza es flexible y se ajusta a presión en el brazo/antebrazo del paciente.

Esta pieza está compuesta por dos componentes principales que tienen un sistema de bisagra para sujetar la pieza de ajuste de longitud del brazo y se puede ajustar a diferentes alturas según las diferentes geometrías de los miembros superiores de los pacientes.

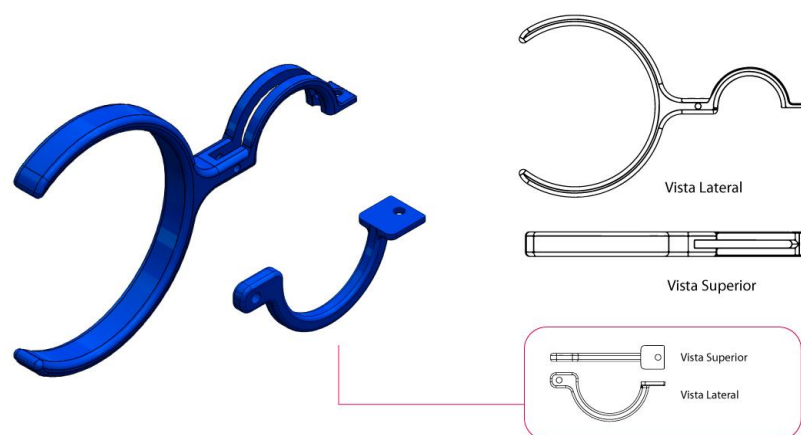


Figura 38. Sujeción Brazo / antebrazo
Fuente: Autor

Diseño en detalle de la sujeción de brazo/antebrazo

Esta pieza se configura a partir del promedio de los perímetros de brazo de la población colombiana, teniendo en cuenta esto se establece una geometría a partir de un arco y un material semirrígido que permite la flexión de la pieza al encontrarse con perímetros de brazo o antebrazo superiores al arco de la pieza.

Esta pieza se fabrica a partir de impresión 3d con un material semirrígido como el filaflex de baja flexibilidad.

13.7. Módulo de ejecución: Fuente de movimiento

El dispositivo ASSERF se acopla a una fuente de movimiento mediante una guaya de transmisión de potencia. La fuente de movimiento es un sistema con tecnología tele-operada para rehabilitación pasiva y activa, teniendo en cuenta rangos de movimiento, grados de libertad y protocolos estándar para rehabilitación.

La fuente de movimiento está registrada con una patente en la superintendencia de industria y comercio con el número: NC2017/0013363 “Sistema de rehabilitación de extremidades y articulaciones.

13.8. Módulo de ejecución: Acople transmisión

El acople de transmisión es una pieza que tiene tres funciones, permitir un juego colineal a la pieza de “ajuste longitud de brazo”, eje de rotación y acople para la transmisión de potencia del motor.

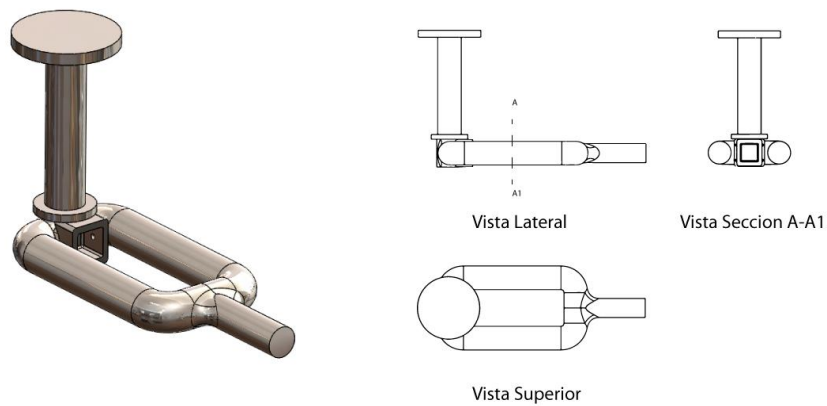


Figura 39. Acople transmisión
Fuente: Autor

El sistema de acople para la transmisión de potencia del motor se encuentra en la parte interna del arco de la pieza. El sistema de acople tiene un espacio con oricios para la entrada a presión de una guaya que transmite la potencia del motor oscilatorio.

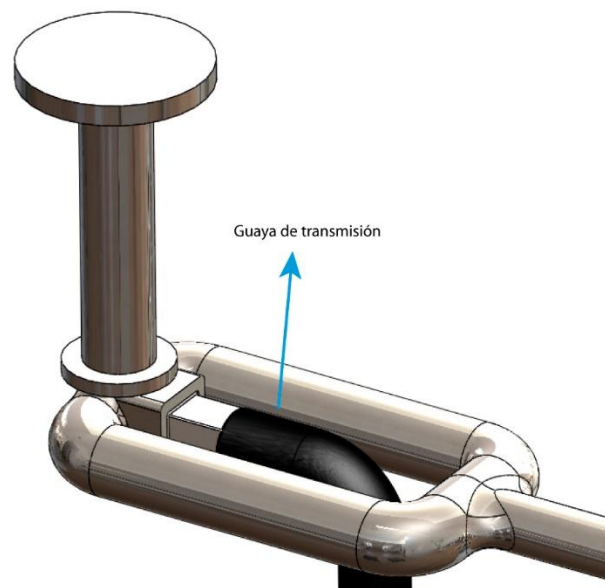


Figura 40. Acople transmisión guaya de transmisión
Fuente: Autor

Diseño al detalle de acople transmisión

Esta pieza se asegura al rodamiento de la pieza de posicionamiento de la transmisión por medio de dos tornillos que aseguran a presión el eje inferior de la pieza. En la parte superior se encuentra un pasador con guía que se inserta dentro del sistema telescópico del “brazo” y posteriormente se suelda una platina circular con un orificio.

Esta pieza está fabricada en varilla de acero 10 20, ya que sus propiedades mecánicas tienen la resistencia suficiente para los esfuerzos a los que está sometida esta pieza en voladizo.

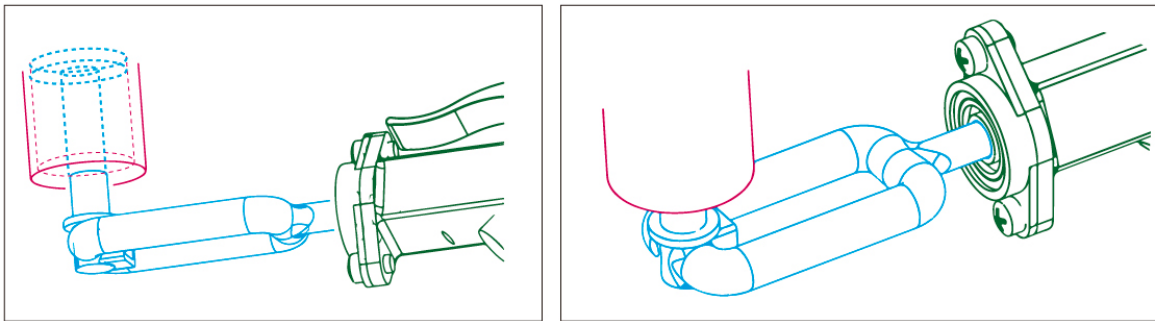


Figura 41. Ensamble acople transmisión
Fuente: Autor

El acople sistema de acople para la transmisión de potencia se ajusta a presión con la entrada de la guaya de transmisión como se muestra en la imagen.

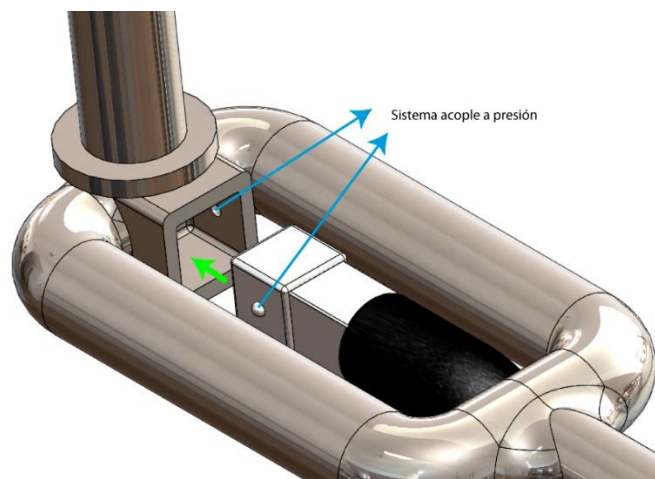


Figura 42. Sistema de acople para la transmisión de potencia del motor
Fuente: Autor

13.9. Módulo de acción: sistema de posicionamiento de transmisión

Esta pieza sujeta el eje proveniente de la pieza de acople de la transmisión y en conjunto con la pieza “ajuste de hombro” configuran un sistema de posicionamiento para la transmisión, con el fin de disponer el movimiento en diferentes planos para realizar las terapias.

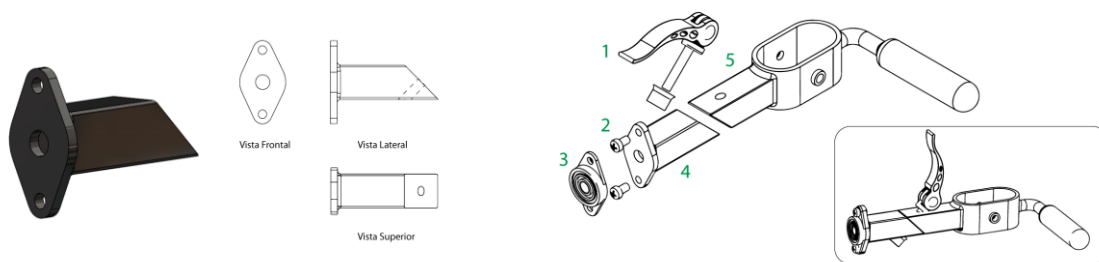


Figura 43. Sistema de posicionamiento de transmisión
Fuente: Autor

Diseño al detalle Sistema de posicionamiento de transmisión

Este sistema de posicionamiento consta de dos piezas que giran en función a un eje a 45 grados y de una de sus caras que está a 45 grados respecto a la pieza, de esta manera el sistema gira 90 grados.

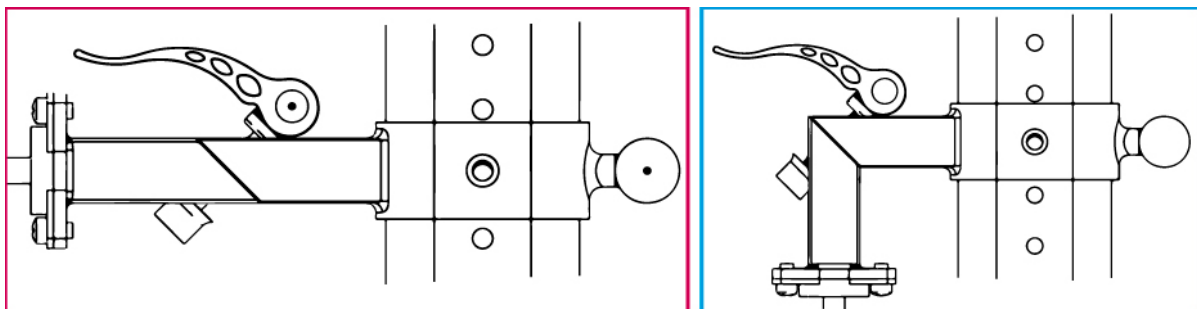


Figura 44. Posicionamiento transmisión
Fuente: Autor

Esta pieza está fabricada en acero 10 20 a partir de la fundición del material en un molde, posteriormente se solda una lámina maquinada que recibirá el rodamiento.

13.10. Módulo de acción: Ajuste altura de hombro

Esta pieza, además de ser parte del sistema de posicionamiento de transmisión, ajusta la altura del sistema deslizándose a lo largo de un riel oval vertical. Se debe agarrar el brazo saliente de la pieza, se posiciona alineando los orificios de la pieza con los orificios del riel y se bloquea el sistema introduciendo un pasador por un orificio frontal el cual atraviesa toda la pieza y riel.

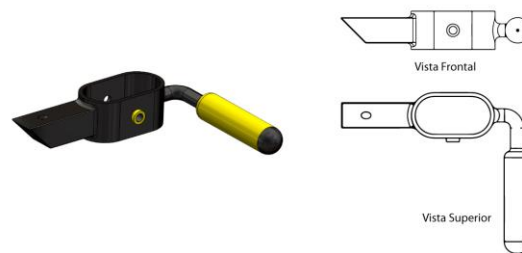


Figura 45. Ajuste altura de hombro
Fuente: Autor

Diseño al detalle de Ajuste altura de hombro

Esta pieza está compuesta por 3 elementos: bloqueo de rotación, deslizante y posicionador.

El bloqueo hace parte del sistema de posicionamiento de transmisión, tiene una cara con inclinación de 45 grados y en la cara superior un orificio para introducir un eje que permite la rotación de las dos piezas que hacen parte del sistema. Esta sección se produce a partir de la fundición de acero 10 20 en un molde.

La sección deslizante de la pieza es una extrusión oval de acero 10 20 con un orificio y tope para introducir un pasador.

El posicionador es una varilla de acero 10 20 con un proceso de doblado, posteriormente se realiza una contracción térmica de silicona para configurar una pieza con tracción para la mano.

13.11. Módulo de acción: Riel Oval

Esta pieza tiene diferentes alturas para posicionar por medio de un pasador la altura del dispositivo de transmisión.

Esta pieza es una extrusión de acero al carbono fundido con orificios para posicionamiento y orificios en los extremos para la sujeción de la pieza.

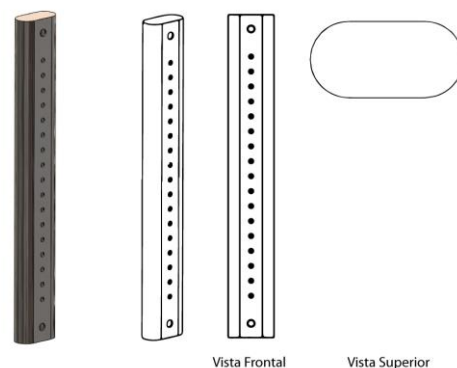


Figura 46. Riel Oval
Fuente: Autor

13.12. Módulo de acción: Sujeción riel oval

Esta pieza sujeta el riel oval y posiciona horizontalmente el sistema al deslizarse por un riel.

Esta pieza se compone de dos secciones: Sujeción y posicionamiento.

La sección de sujeción es una lámina semi oval con dos orificios, estos dos orificios estén alineados con los orificios de los extremos del riel.

La sección de posicionamiento es una sección de tubo rectangular con un orificio con tope para un pasador. esta sección se desliza a lo largo de un tubo rectangular.

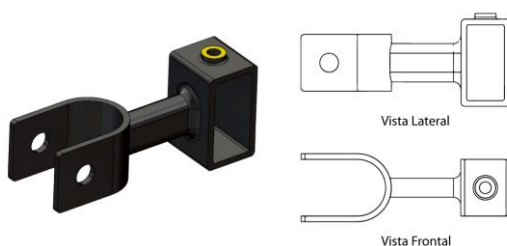


Figura 47. Sujeción riel oval
Fuente: Autor

13.13. Módulo de acción: Ajuste anchura de hombro

Esta pieza es un riel de posicionamiento horizontal del sistema para ajustar las diferentes anchuras de hombro al deslizar la pieza de sujeción del riel oval. Esta pieza tiene maquinado orificios en su cara superior para posicionar el sistema con un pasador.

En la parte posterior se encuentran 2 láminas para empotrar el sistema a la pared

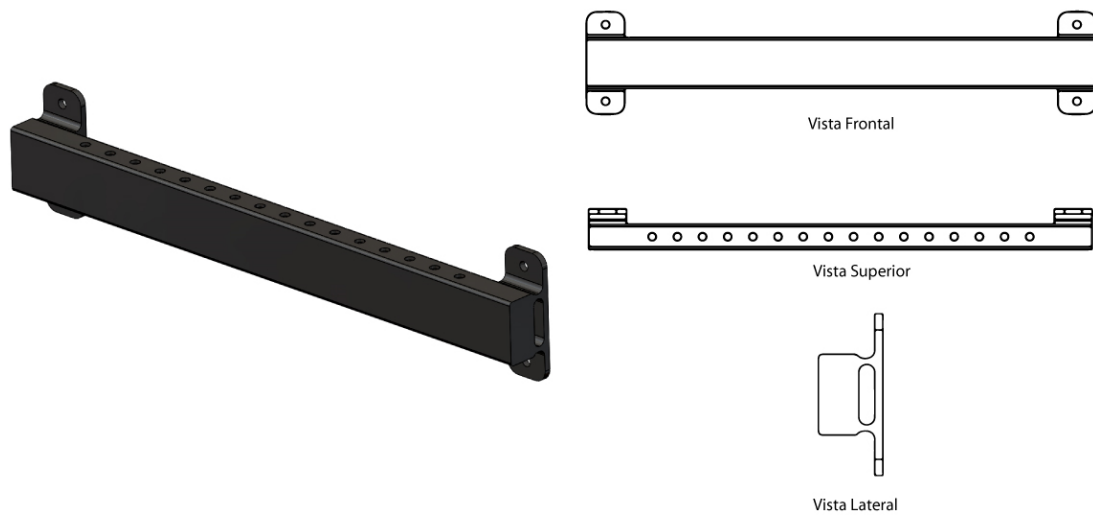


Figura 48. Ajuste anchura de hombro
Fuente: Autor

Esta pieza se fabrica a partir de una extrusión con perfil rectangular de acero 10 20 y la soldadura de láminas en la parte posterior.

14. SECUENCIA DE INSTALACIÓN

SECUENCIA DE INSTALACION

MODULO DE EJECUCION

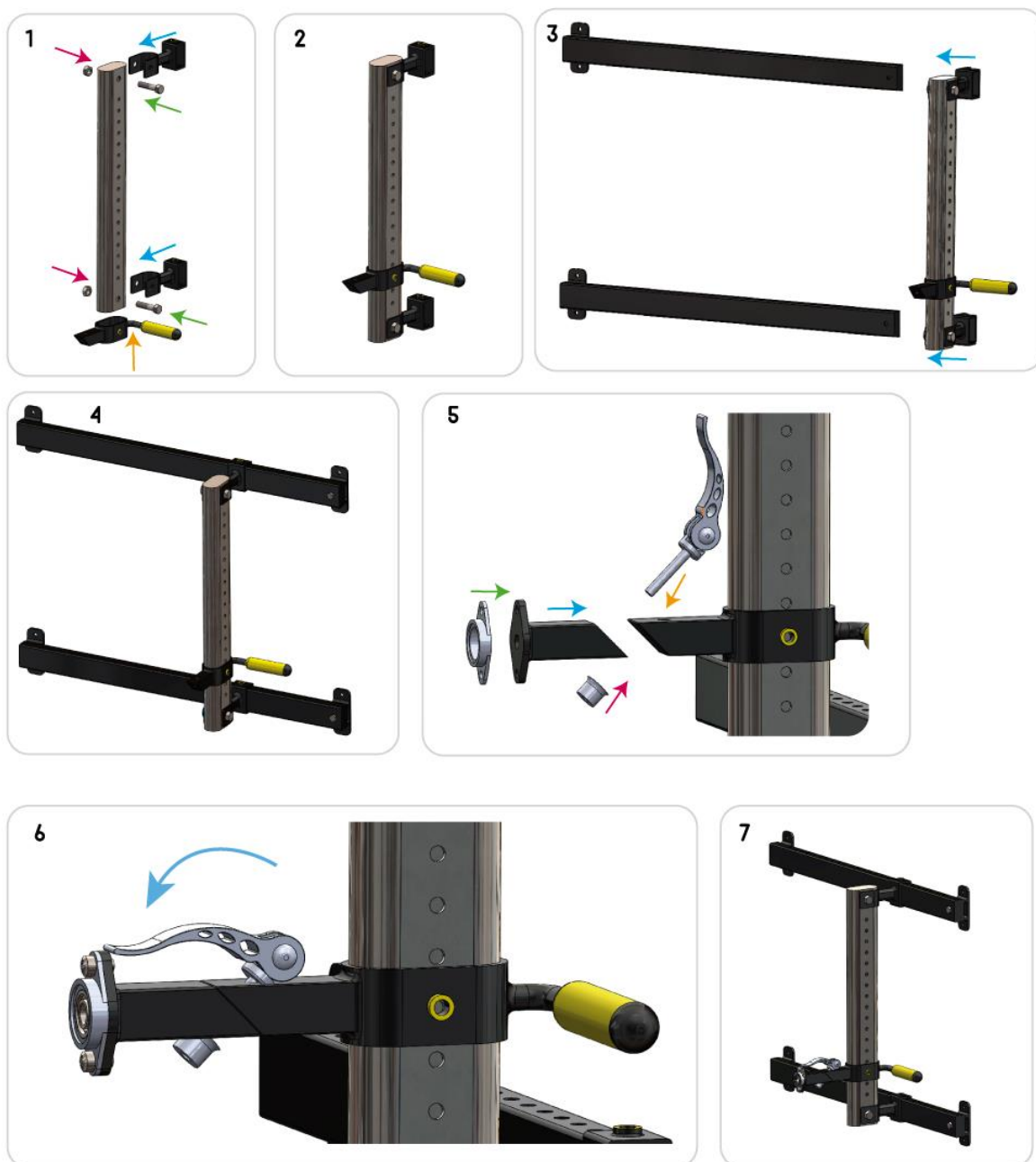


Figura 49. Secuencia de instalación: Módulo de ejecución parte 1
Fuente: Autor



Figura 50. Secuencia de instalación: Módulo de ejecución parte 2
Fuente: Autor

SECUENCIA DE INSTALACION

MODULO DE APOYO

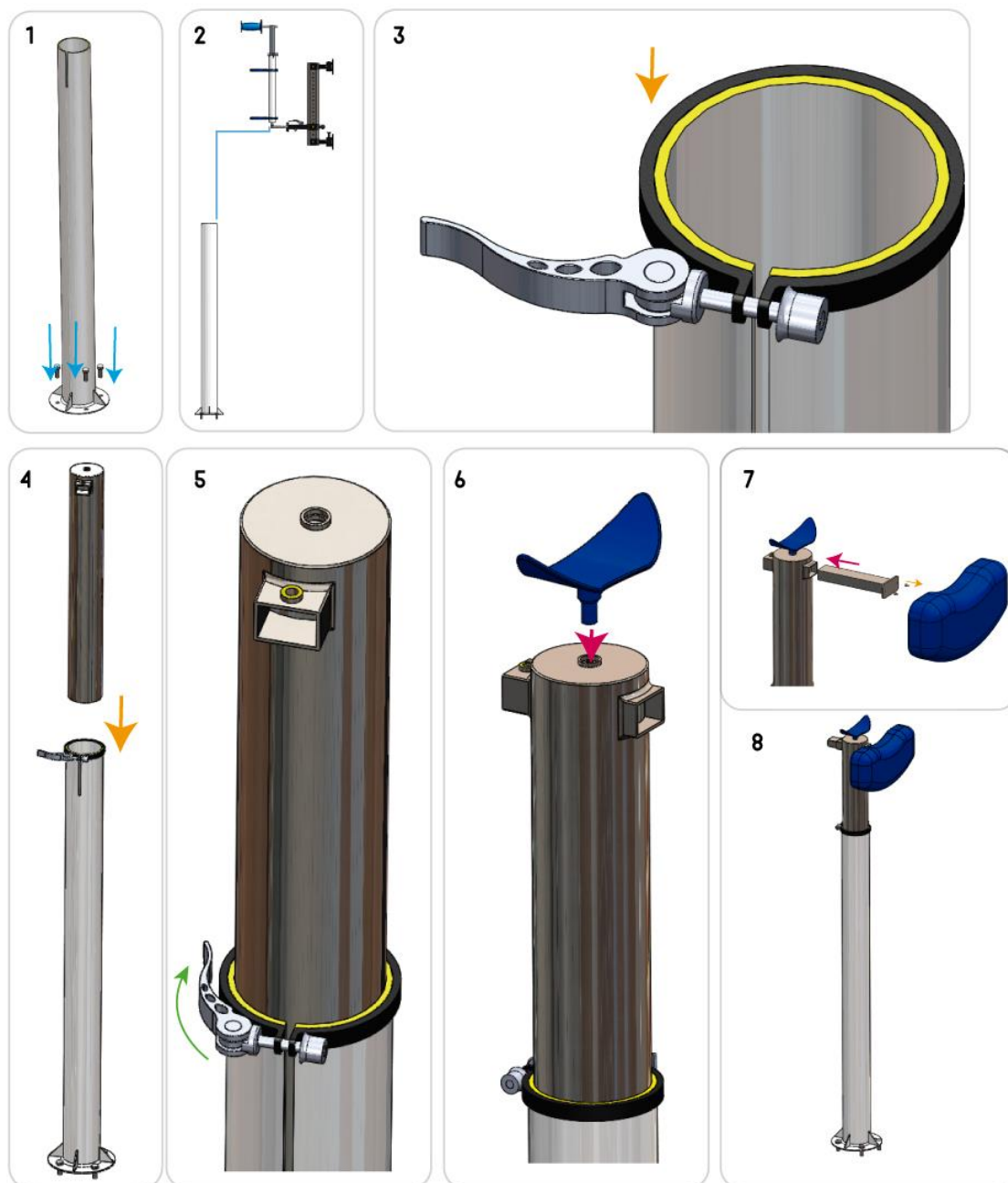


Figura 51. Secuencia de instalación: Módulo de apoyo
Fuente: Autor

14.1 ASSERF instalado



Figura 52. ASSERF instalado
Fuente: Autor

15. COMPROBACIONES ASSERF

Para la realización de las comprobaciones se realizaron los movimientos anatómicos que debe realizar el dispositivo, la interacción con los mecanismos y las dimensiones antropométricas.

Se realizaron movimientos para las terapias de flexo extensión, flexo extensión horizontal y rotación interna/externa.

15.1. Comprobación Flexoextensión

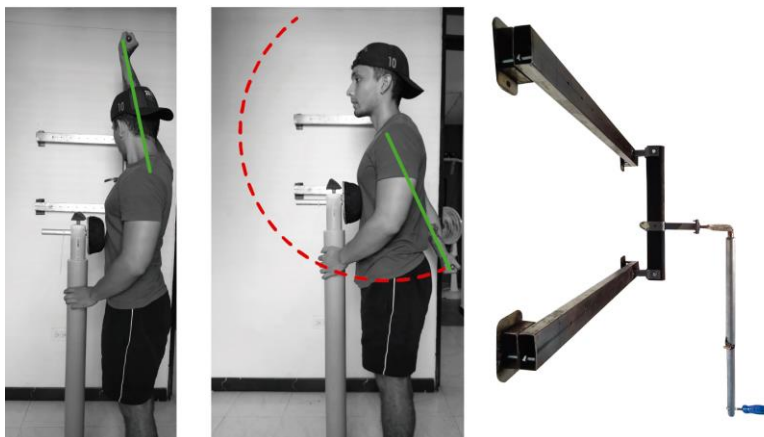


Figura 53. Comprobación flexoextensión
Fuente: Autor

Para la terapia de flexo extensión se ajusta el dispositivo a las dimensiones antropométricas del paciente y se logra un arco de movimiento completo. Teniendo en cuenta el estado del arte, para el movimiento de flexoextension se requiere un arco de movimiento de 120° para flexión y 45° para extensión en el plano sagital. El dispositivo permite un arco de movimiento de 360° en el plano sagital, este rango se ajusta a los rangos necesarios para flexión y extension progresivamente gracias al motor de movimientos oscilatorios que se acopla al dispositivo ASSERF.

15.2. Comprobación Flexo Extensión Horizontal



Figura 54. Comprobación flexoextensión horizontal
Fuente: Autor

Para la terapia de flexo extensión horizontal se ajusta el dispositivo a las dimensiones antropométricas del paciente y se logra un arco de movimiento completo. Teniendo en cuenta el estado del arte, para el movimiento de flexoextension horizontal se requiere un arco de movimiento de 115° en el plano transversal. El dispositivo permite un arco de movimiento

de 360° en el plano transversal, este rango se ajusta a 115° progresivamente gracias al motor de movimientos oscilatorios que se acopla al dispositivo ASSERF.

15.3. Comprobación Rotación Interna/Externa

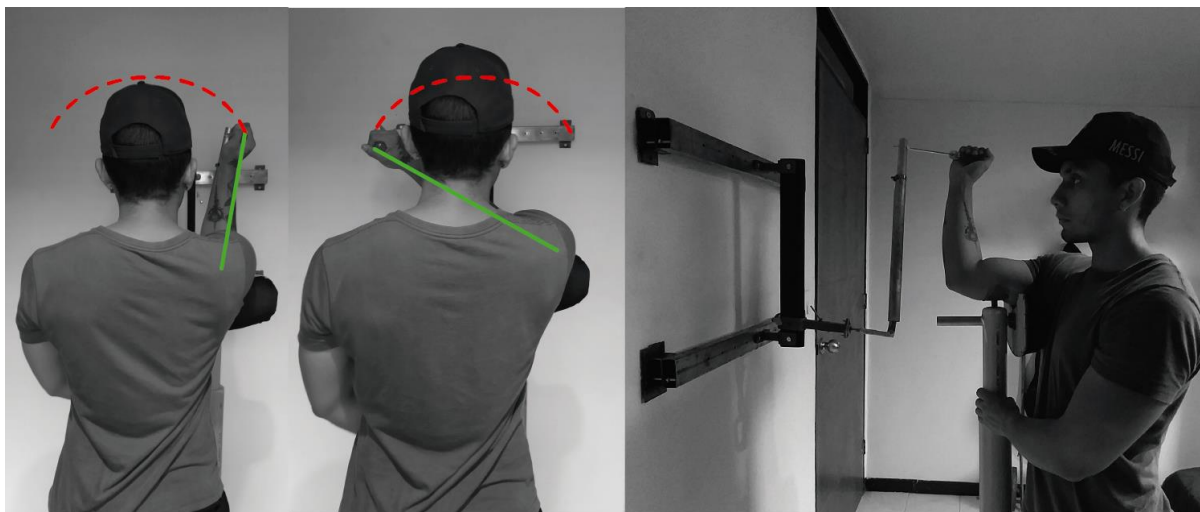


Figura 55. Comprobación rotación interna / externa
Fuente: Autor

Para la terapia de flexo extensión se ajusta el dispositivo a las dimensiones antropométricas del paciente y se logra un arco de movimiento completo. Teniendo en cuenta el estado del arte, para el movimiento de rotación interna y externa se requiere un arco de movimiento de 60° en el plano frontal. El dispositivo permite un arco de movimiento de 360° en el plano frontal, este rango se ajusta a 60° progresivamente gracias al motor de movimientos oscilatorios que se acopla al dispositivo ASSERF.

Como resultado a las comprobaciones, el dispositivo realiza los movimientos necesarios para la rehabilitación de hombro, ajustándose a las dimensiones antropométricas y diferentes rangos de movimiento teniendo en cuenta la evolución del paciente.

16. Evaluación ASSERF frente a requerimientos de diseño

Con base en los requerimientos de diseño establecidos en el proyecto, a continuación, se analizan los requerimientos que cumple la propuesta ASEERF.

	Requerimiento	
Formal	El uso del color blanco con acabados lisos debe ser predominante en elementos de recubrimiento y cuerpo.	✓
	Debe tener una configuración formal a partir de formas orgánicas.	✓
	Debe usar colores saturados para indicar elementos relevantes como botones, agarres, actuadores.	✓
	Los elementos gráficos como formas y colores deben indicar funciones del objeto.	✓
	Debe tener aristas y vértices redondeados.	✓
Funcional	Debe realizar movimientos de 120 grados de flexión en el plano sagital por medio de mecanismos o actuadores.	✓
	Debe realizar movimientos de 45 grados de extensión en el plano sagital por medio de mecanismos o actuadores.	✓
	Debe realizar movimientos de 130 grados de abducción en el plano frontal por medio de mecanismos o actuadores.	✓
	Debe realizar movimientos de 115 grados de aducción en el plano transversal por medio de mecanismos o actuadores.	✓
	Debe realizar movimientos de 60 grados de rotación externa sobre el eje longitudinal del brazo por medio de mecanismos o actuadores.	✓
	Debe realizar movimientos de 100 grados de rotación interna sobre el eje longitudinal del brazo por medio de mecanismos o actuadores.	✓
	Debe tener una interfaz gráfica que indique al paciente y al especialista la evolución del paciente, donde se aprecien los movimientos que realiza y las amplitudes que alcanza en la terapia confrontados con las terapias anteriores.	
	Debe permitir el movimiento simétrico de los dos brazos al realizar la terapia, por medio de agarres a dos manos.	
	Debe permitir realizar la rehabilitación de manera progresiva, comenzando con movimientos con poca amplitud.	✓
	Los agarres deben ser a mano llena teniendo en cuenta las medidas antropométricas de los percentiles 5-95 de la población laboral colombiana.	✓
Técnico	Debe informar al paciente sobre la importancia y cuidados que se deben tener en el proceso de rehabilitación.	
	Alinear fuente de movimiento con la articulación del hombro por medio del desplazamiento de la fuente de movimiento (actuadores o motores) en los ejes X, Y, Z.	✓
	Se deben poder atender varios pacientes al mismo tiempo.	
	Se debe poder ajustar a diferentes longitudes de brazo teniendo en cuenta la antropometría colombiana.	✓
	La postura corporal debe estar restringida al realizar la terapia. restricción por medio de topes graduables que generen una distancia entre el objeto y paciente.	✓
	En botones, agarres, respaldos, asientos, elementos de sujeción que tengan contacto directo con el paciente se deben usar materiales suaves y que brinden agarre como espumas y elastómeros.	✓
	En botones, agarres, respaldos, asientos, elementos de sujeción que tengan contacto directo con el paciente se deben usar materiales que no generen peligro para el organismo.	✓
	Realizar terapia por medio de telerehabilitación, permitiendo atender de 3 a 5 pacientes.	
	Realizar terapia pasiva y activa. Pasiva con asistencia bilateral, actuadores o motores. Activa por medio de resistencia de resortes, motores o actuadores. Resistencia 0 a 10 Newton	✓

Tabla 5. Evaluación ASSERF frente a requerimientos de diseño

Fuente: Autor

De acuerdo con esto la propuesta cumple con la mayoría de los requerimientos, cobijando los requerimientos necesarios para la rehabilitación del hombro.

17. Conclusiones del proyecto

Con base en el desarrollo del proyecto y propuesta ASSERF se establecen las siguientes conclusiones:

El dispositivo ASSERF logra realizar los movimientos de flexoextensión, rotación interna, rotación externa y flexoextension horizontal con los rangos especificados en los requerimientos de diseño, necesarios para realizar terapias activas y pasivas para la rehabilitación de la articulación de hombro en función de las actividades de la vida diaria. A partir de esta rehabilitación se logra restituir el movimiento de la articulación de hombro luego de una lesión, ya que emula la terapia realizada por un especialista en rehabilitación. Al tener nuevamente movilidad en la articulación de hombro y miembros superiores, se logra independencia en las actividades de la vida diaria y mejorar la calidad de vida.

El dispositivo ASSERF facilita el acceso al servicio de rehabilitación a zonas de vulnerabilidad geográfica, al permitir la realización de terapias tele operadas necesarias para la rehabilitación de hombro. La fuente movimiento que se acopla a la máquina mediante el sistema de acople con guaya de transmisión en la pieza “acople transmisión”, realiza movimientos oscilatorios teniendo en cuenta rangos de movimientos, evolución del paciente y permite monitorear la terapia de manera remota vía internet por un especialista en rehabilitación.

El dispositivo ASSERF puede ajustarse a las diferentes condiciones de los centros de salud de atención básica, por tanto, es un dispositivo versátil y replicable.

Teniendo en cuenta la problemática encontrada en el proceso de investigación de este proyecto, el dispositivo ASSERF logra facilitar el acceso al servicio de salud especializado de rehabilitación física para personas en situación de vulnerabilidad geográfica con discapacidad transitoria ocasionada por lesiones osteomusculares en hombro, con lo cual se restituye la independencia en la realización de las actividades de la vida diaria.

El dispositivo ASSERF logra realizar terapias pasivas y activas. Esto es de gran importancia, ya que, a diferencia de otros dispositivos revisados durante la investigación que realizaban una de las dos modalidades de terapia, realizar terapias activas y pasivas restituye el movimiento y fortalece la articulación. De esta manera el dispositivo ASSERF realiza una terapia completa y acerca la articulación a sus funciones perdidas.

18. Anexos

Pacientes actuales

1. ¿Cuál es su profesión?
2. ¿Cuál es su edad?
3. ¿Cuál es su peso?
4. ¿Cuál es su estatura?
5. ¿Cómo está compuesta su familia?
6. ¿Cuánto tiempo lleva con la lesión?
7. ¿Cuál es su lado dominante y en qué lado se presenta la lesión?
8. ¿Qué movimientos básicos del hombro puede hacer y cuales están restringidos?
9. ¿Ha visto limitado su normal desarrollo en AVD? (a nivel laboral)
10. ¿Recibe ayuda en alguna tarea debido a su lesión?
11. ¿Cuál fue la razón que lo motivo a la búsqueda de un especialista de la salud? (fractura, dolor o restricción de movimiento).
12. ¿Es su primera lesión o ha sufrido lesiones recidivantes, cuantas?
13. ¿Lleva a cabo con juicio los deberes asignados por el profesional de la salud?
14. ¿Tiene en cuenta las precauciones, cuidados y ejercicios para el hogar dejados por el fisioterapeuta durante la realización de sus AVD?
15. Si no los cumple, ¿cuál es la razón para no hacerlo?
16. ¿Cómo siente que es la comunicación con los profesionales de la salud?
17. ¿Cuál es su percepción de los dispositivos empleados en los centros de rehabilitación?
18. ¿Siente que el ejercicio realizado con estos equipos es útil, es decir siente cambios positivos (mejorías)?
19. ¿Siente que los equipos empleados para su rehabilitación son cómodos o justos a su medida?
20. ¿Cuál es su percepción de los protocolos o procedimientos empleados en los centros de rehabilitación?
21. ¿Ha notado falta de fuerza, inestabilidad o poca resistencia en su hombro?
22. ¿Ha tenido cambios de posturas al dormir?

23. ¿Ha tenido algún incremento en sus gastos debido a la lesión?

24. ¿Cómo se siente?

Pacientes recuperados

1. ¿Cuál es su profesión?

2. ¿Qué edad tenía cuando se lesionó?

3. ¿hace cuánto fue?

4. ¿Cuál es su peso?

5. ¿Cuál es su estatura?

6. ¿Cuál es su lado dominante y en qué lado se presentó la lesión?

7. ¿Cuál fue la razón que lo motivo a la búsqueda de un especialista de la salud? (fractura, dolor o restricción de movimiento)

8. ¿Cómo sintió que fue la comunicación con los profesionales que lo atendieron?

9. ¿Cuáles y cómo fueron los protocolos implementados, coméntelos?

10. ¿Qué tan efectiva fue la rehabilitación?

11. ¿Sintió que fueron suficiente los protocolos aplicados?

12. ¿Ha sufrido lesiones recidivantes?

13. ¿Cuántas veces las ha sufrido?

14. ¿El Fisioterapeuta le recomendó, posterior a la rehabilitación, realizar ejercicios para fortalecimiento muscular o algún otro complemento para mantener saludable la articulación lesionada y la articulación contraria? (estiramiento, gimnasio, natación, etc.)

15. ¿Ha visto o vio limitado su normal desarrollo en AVD?

16. ¿Cuál es el nivel máximo al que podía usar su tobillo sin dolor para sus actividades de la vida diaria?

17. ¿Ha notado o noto falta de fuerza, debilidad o poca resistencia en su tobillo?

18. ¿Cómo percibió el protocolo aplicado para la recuperación de hombro?

19. ¿Sintió que el ejercicio realizado con estos equipos fue útil, es decir sintió cambios positivos (mejorías)?

20. ¿Reconoció algún dispositivo diseñado para la rehabilitación o elementos calibrados?
21. ¿Fue efectiva la terapia?
22. ¿Realiza actualmente ejercicios para fortalecimiento muscular y prevenir próximas lesiones recidivantes? (estiramiento, gimnasio, natación, etc.)
23. ¿Sintió que los equipos empleados para su rehabilitación eran cómodos o justos a su medida?
24. ¿Sería bueno para usted, como paciente, conocer su progreso durante el tiempo de la recuperación?

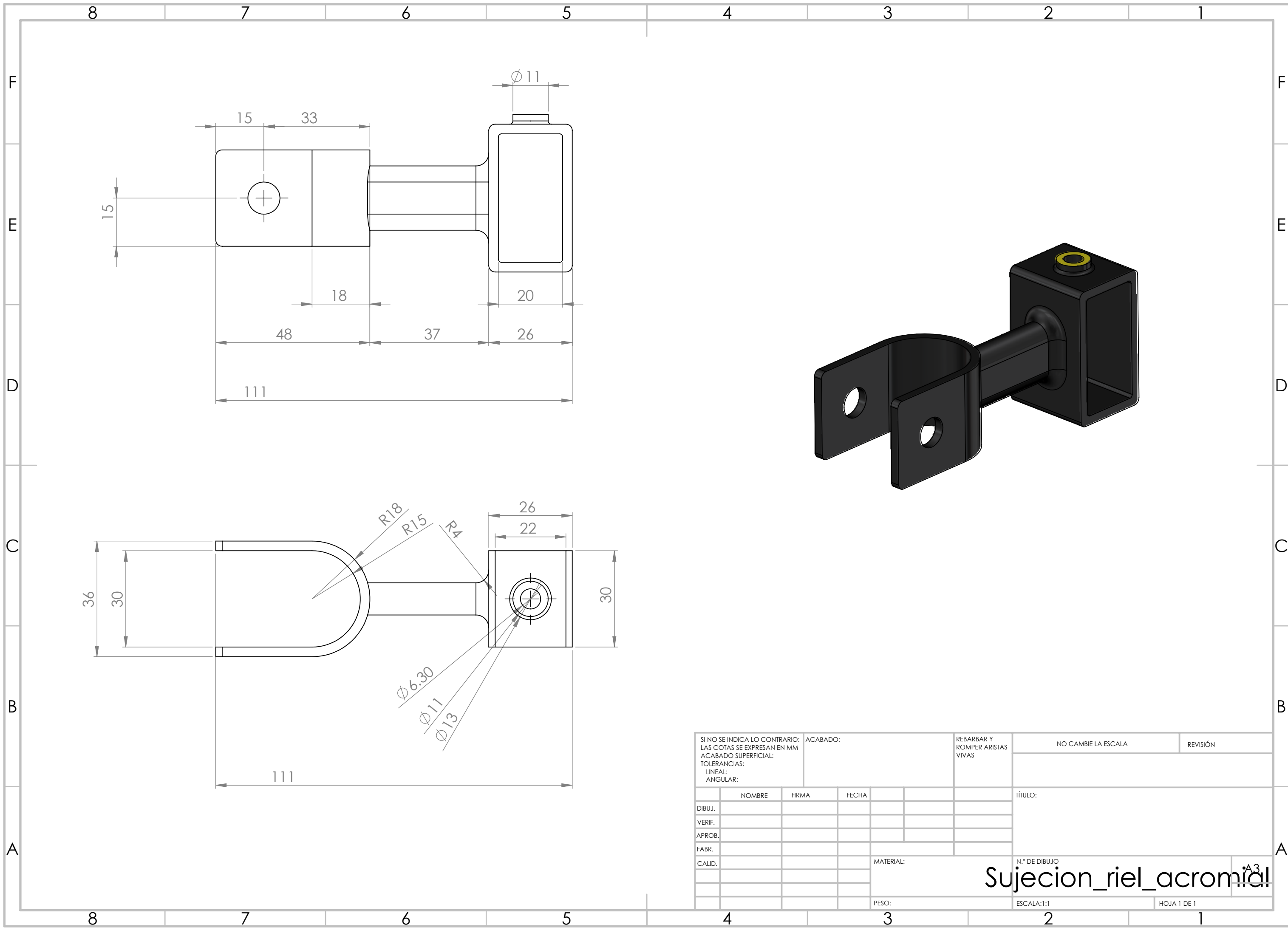
Expertos Rehabilitación

1. ¿Qué actividades se ven más restringidas por la lesión?
2. ¿Qué movimientos están limitados?
3. ¿Qué consecuencias trae para el hombro opuesto tener una lesión?
4. ¿Cuál es el porcentaje de pacientes remitidos provenientes de otra ciudad?
5. ¿Cuáles son las lesiones más comunes que deben ser atendidas y los respectivos protocolos?
6. ¿Realiza una evaluación general para determinar un programa de rehabilitación o basta con saber la zona afectada?
7. ¿Qué métodos utiliza para la rehabilitación?
8. ¿Aplica siempre un protocolo o diseña un programa de rehabilitación según lesión vs edad, composición corporal, acondicionamiento físico, estado de salud, alineación corporal y estado mental?
9. ¿Hay un esquema u orden del progreso en la rehabilitación o depende de factores físicos individuales?
10. ¿Cuál es el orden de recuperación de movimientos y cumplimiento de metas de la terapia?
11. ¿Cuál es la frecuencia indicada para la rehabilitación?
12. ¿Sería bueno para usted, como profesional, conocer el progreso del paciente durante el tiempo de la recuperación?
13. ¿Qué tan bien cumplen los deberes asignados los pacientes?
14. ¿Cuáles son los canales de comunicación que se utilizan para brindar información acerca del procedimiento a los pacientes?
15. ¿Qué tan efectivos son dichos canales?

16. ¿Cuál es la actitud con la que llegan los pacientes a los centros de recuperación, como es esta cuando terminan las terapias?
17. Al asignar un deber, ¿está usted preocupado por que el paciente posiblemente no lo cumpla?
18. ¿Existe alguna forma de evaluar los deberes asignados?
19. ¿Cuáles son las principales razones que exponen los pacientes para no cumplir sus deberes?
20. ¿Recomienda a los pacientes, al finalizar la terapia, incluir en sus AVD ejercicios de fortalecimiento muscular para prevenir lesiones recidivantes y nuevas lesiones?
21. ¿Cuáles son las marcas de dispositivos de ayuda más comunes?
22. ¿Cuáles son los equipos que más utiliza para la rehabilitación de hombro? ¿Porque?
23. ¿Qué recomendación haría a los dispositivos/protocolos existentes para la rehabilitación de hombro?
24. ¿Qué opina acerca de la posibilidad de llevar el dispositivo a su casa y ser supervisado por el profesional a través de internet?

Preguntas expertos telemedicina

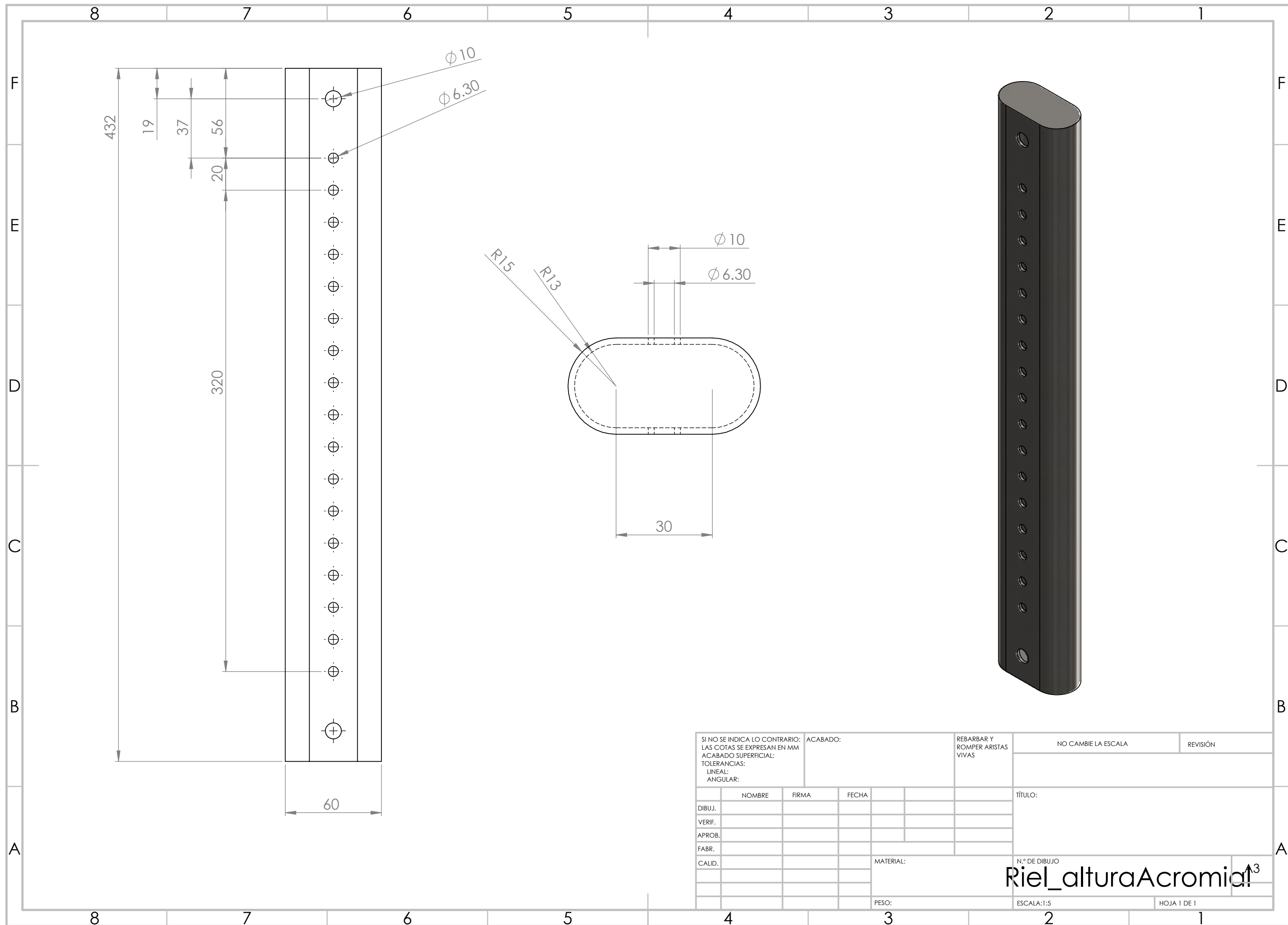
1. ¿Qué recomendación haría a los dispositivos/protocolos existentes para la rehabilitación de hombro?
2. ¿Qué opina acerca de la posibilidad de llevar el dispositivo a su casa y ser supervisado por el profesional a través de internet?

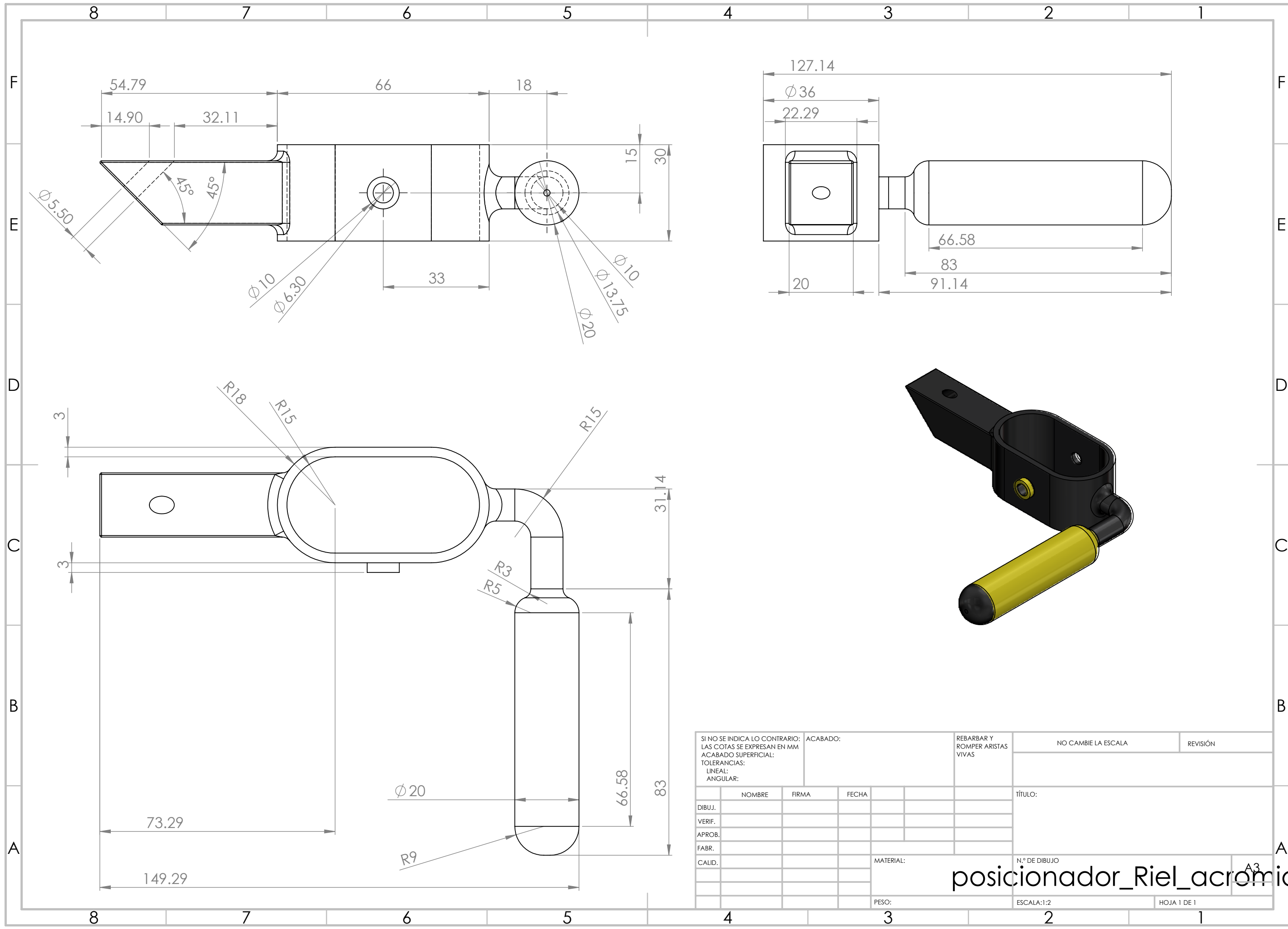


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:		
DIBUJ.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.							N.º DE DIBUJO		
							ESCALA:1:1		
							HOJA 1 DE 1		

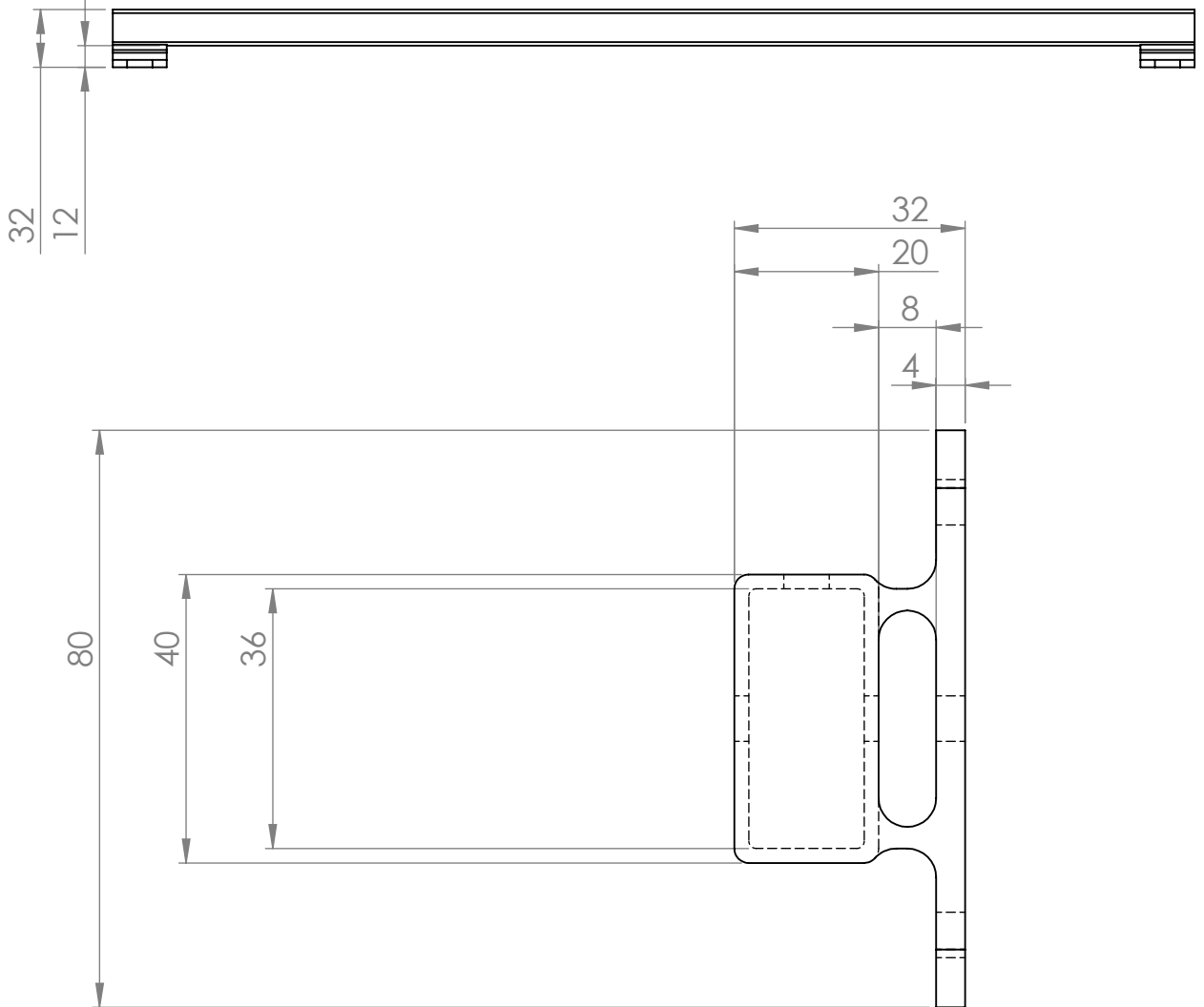
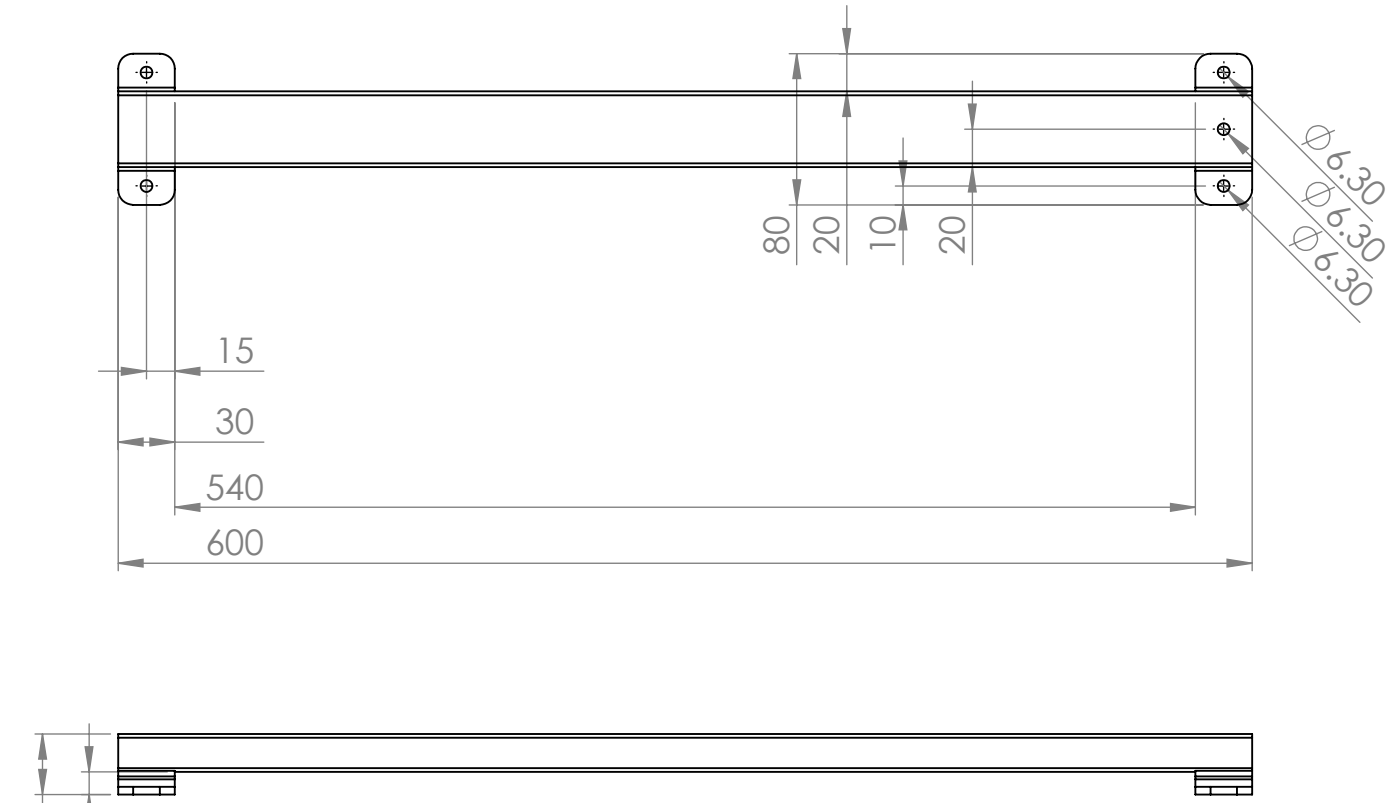
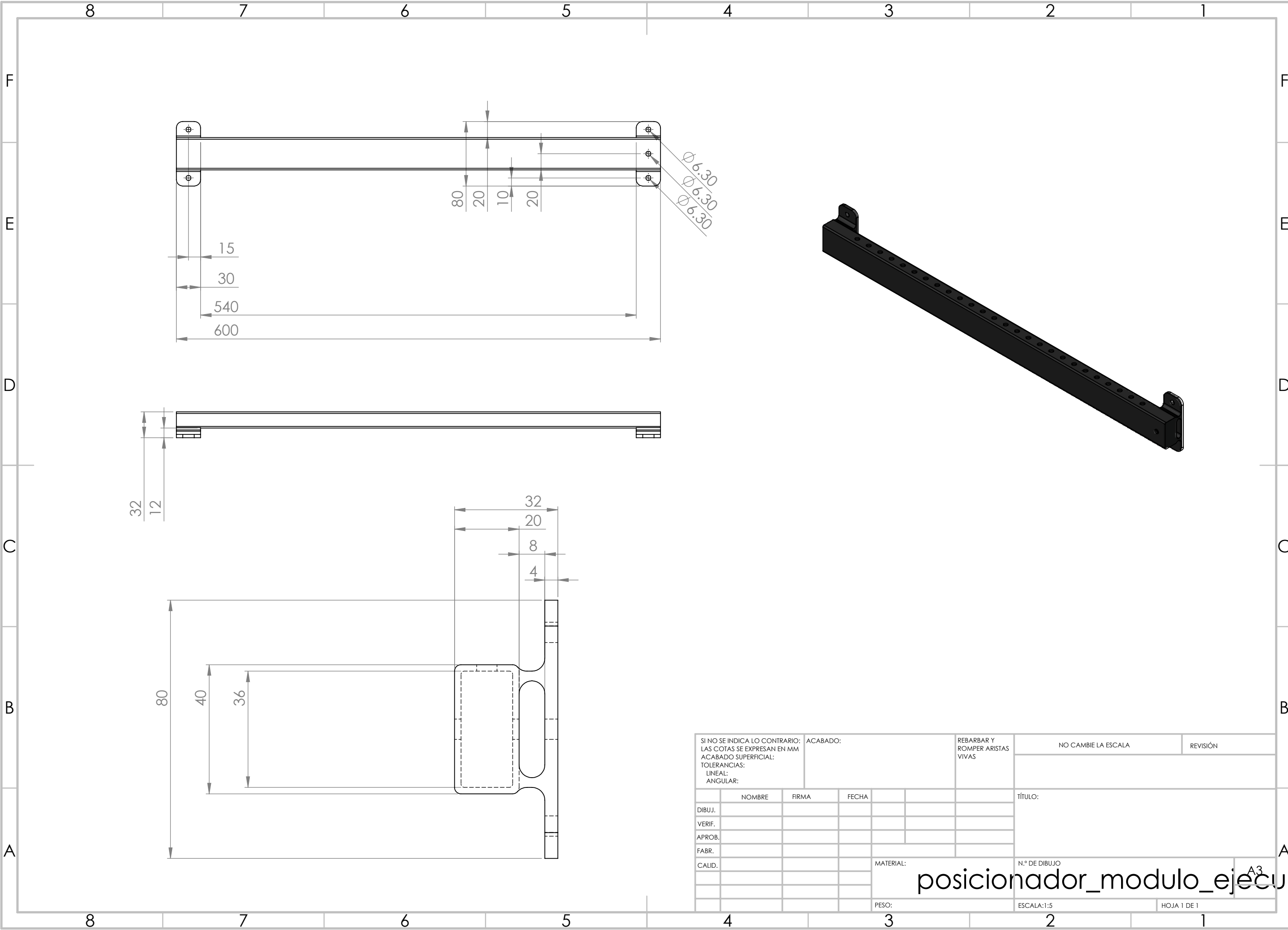
Sujecion_riel_acromial

A3





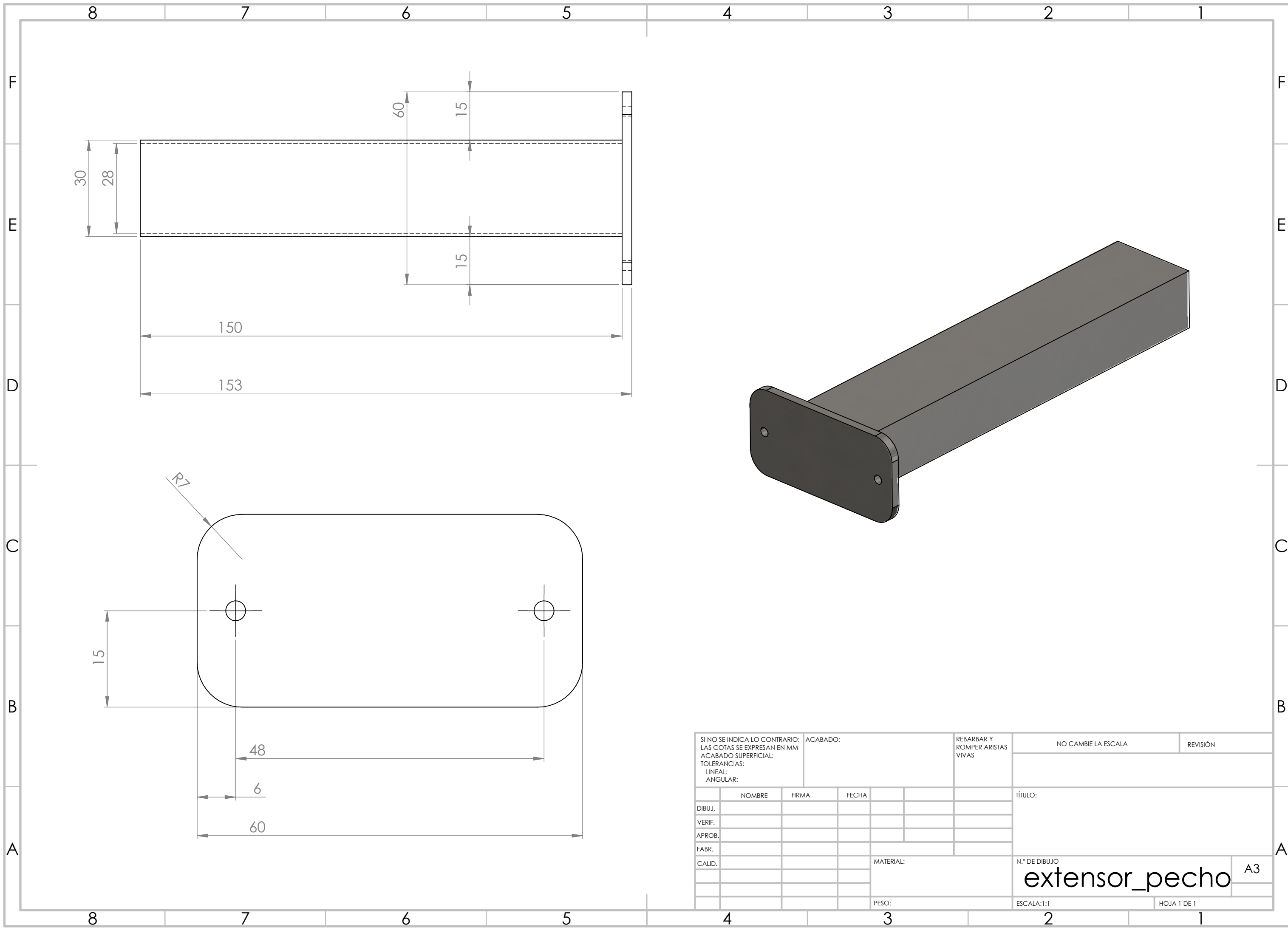
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	

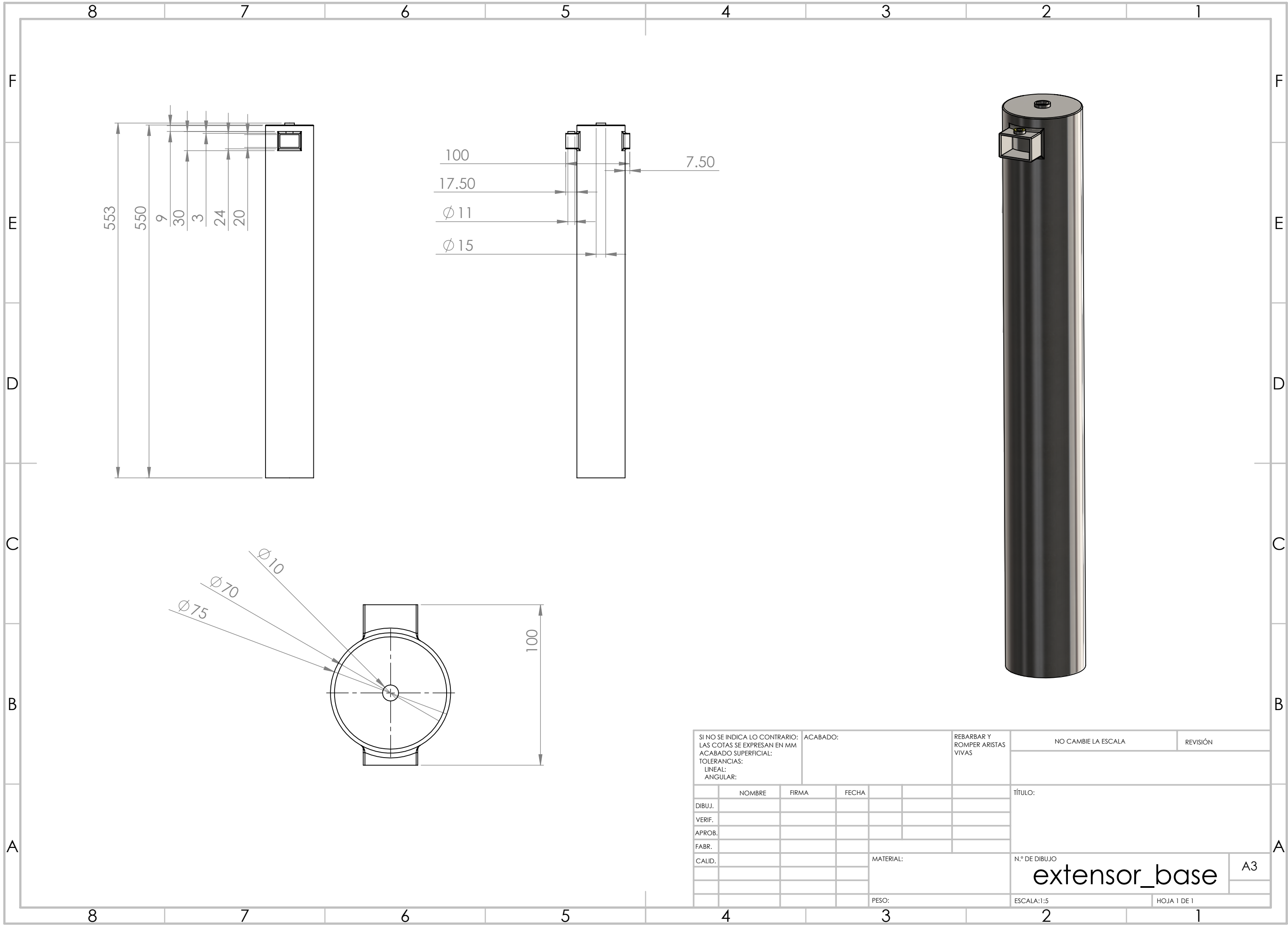


SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO:						
DIBUJ.												
VERIF.												
APROB.												
FABR.												
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO posicionador_modulo_ejecuA3						
				PESO:		ESCALA:1:5				HOJA 1 DE 1		

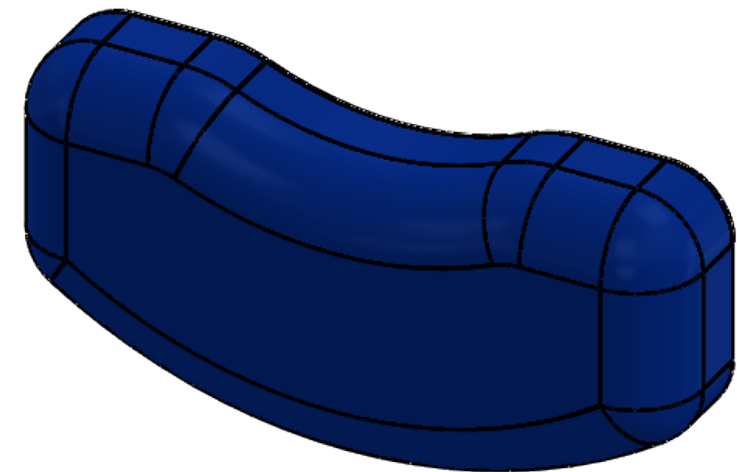
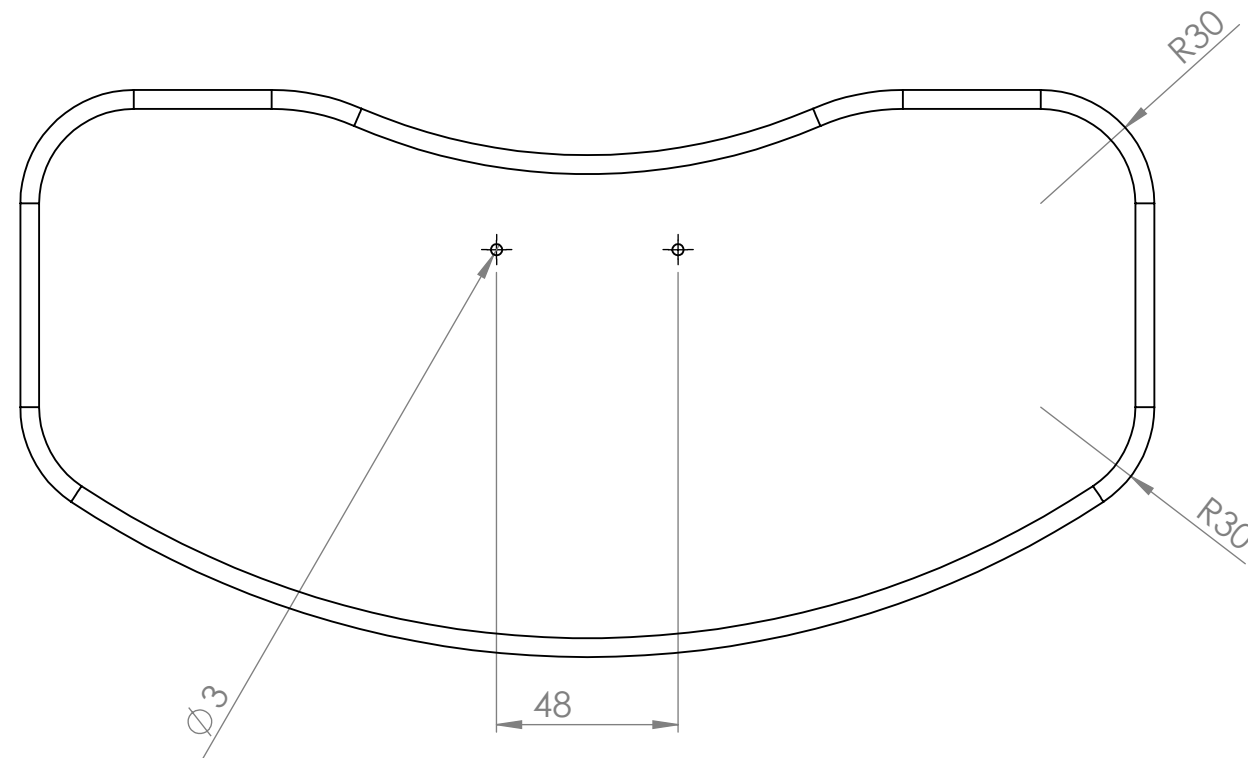
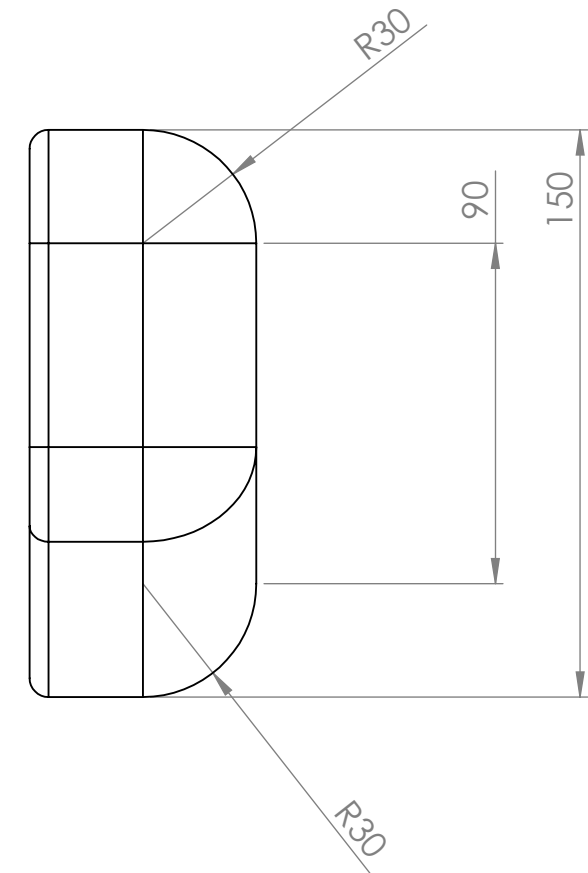
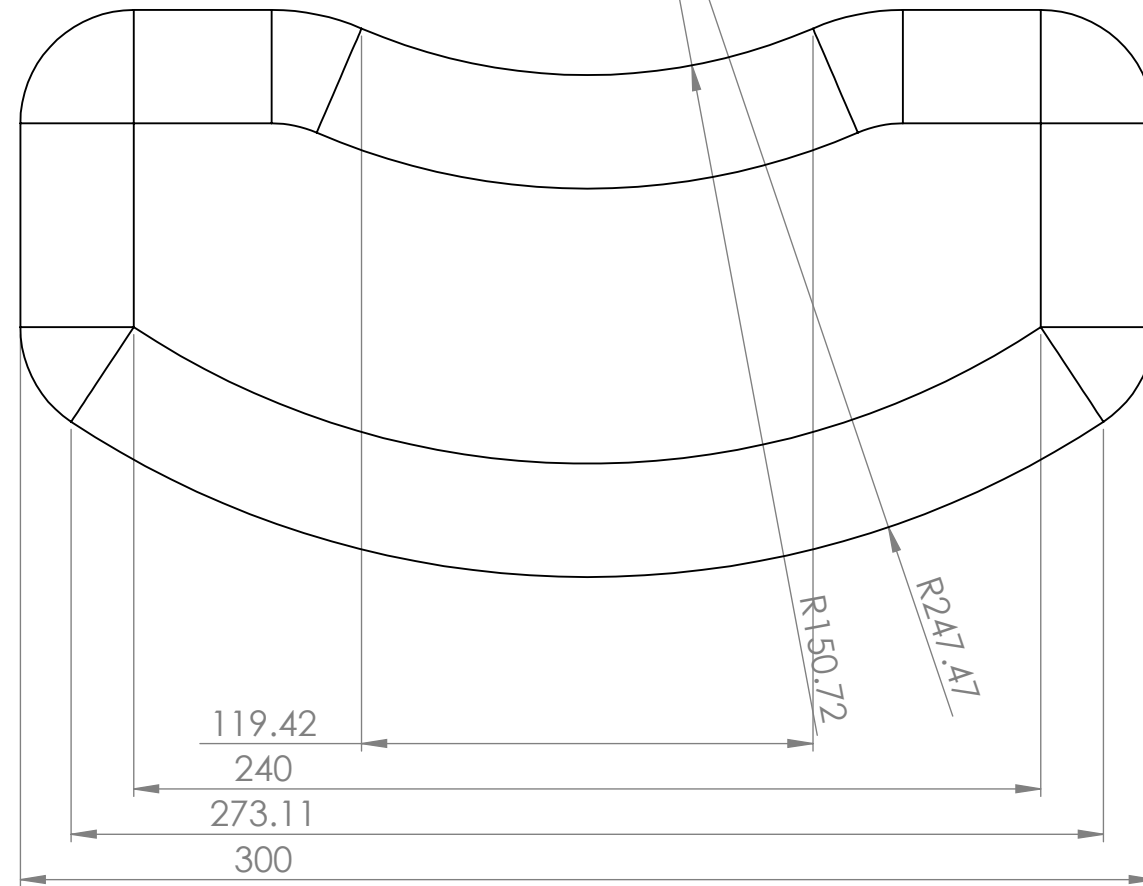
posicionador_modulo_ejecuci

A3

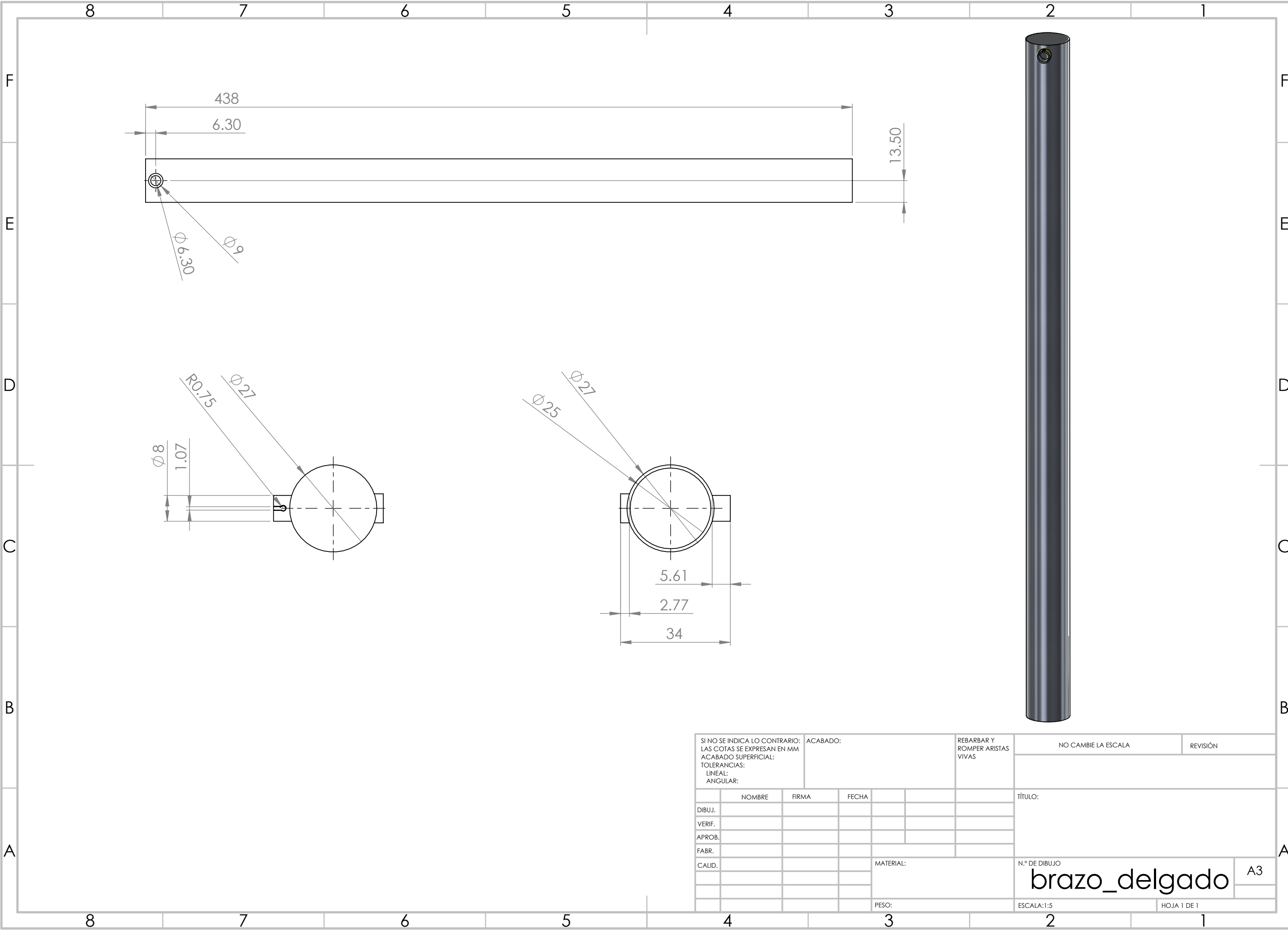




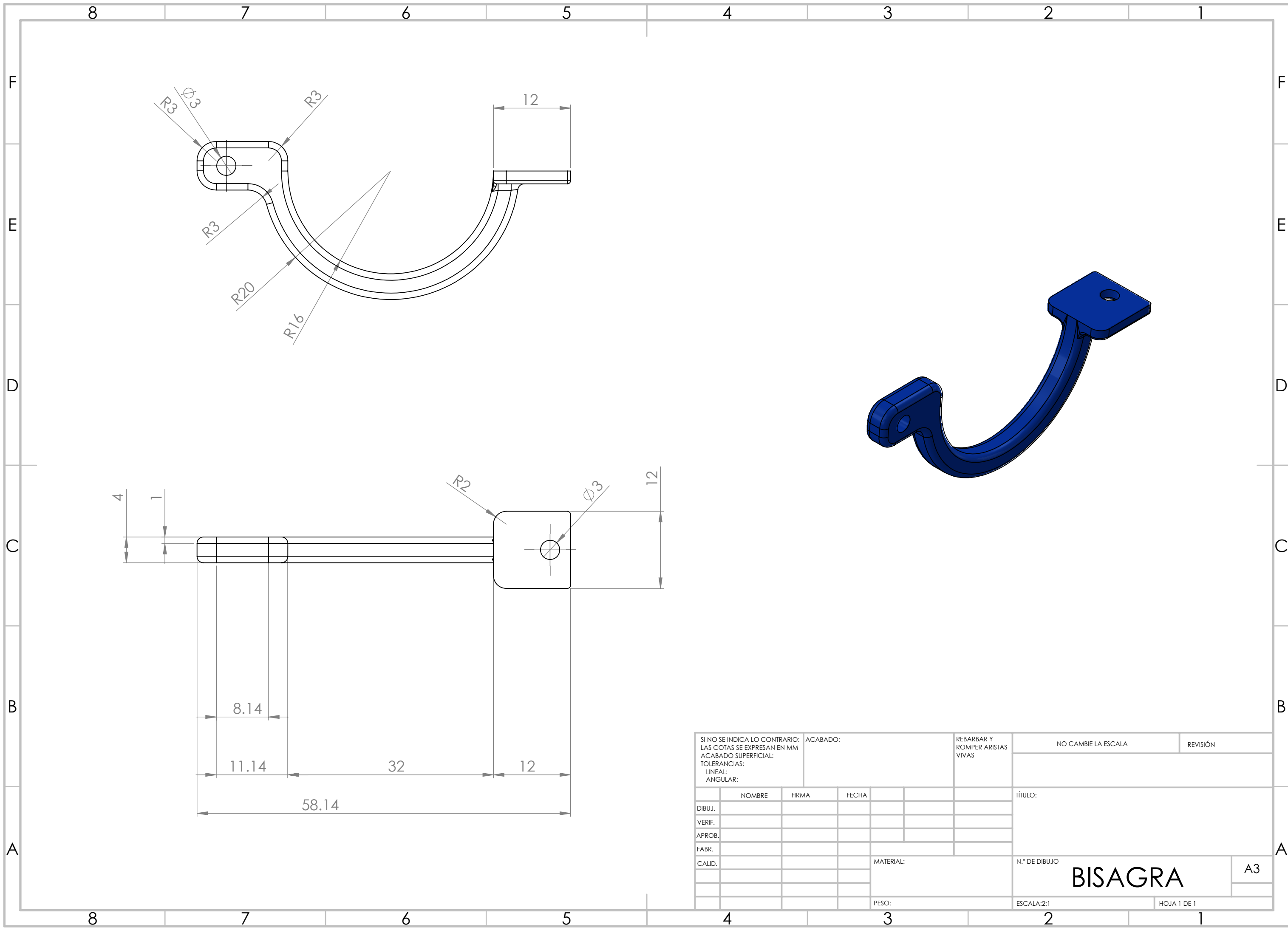
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:		
DIBUJ.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.							N.º DE DIBUJO		A3
							extensor_base		
							ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1
						PESO:			



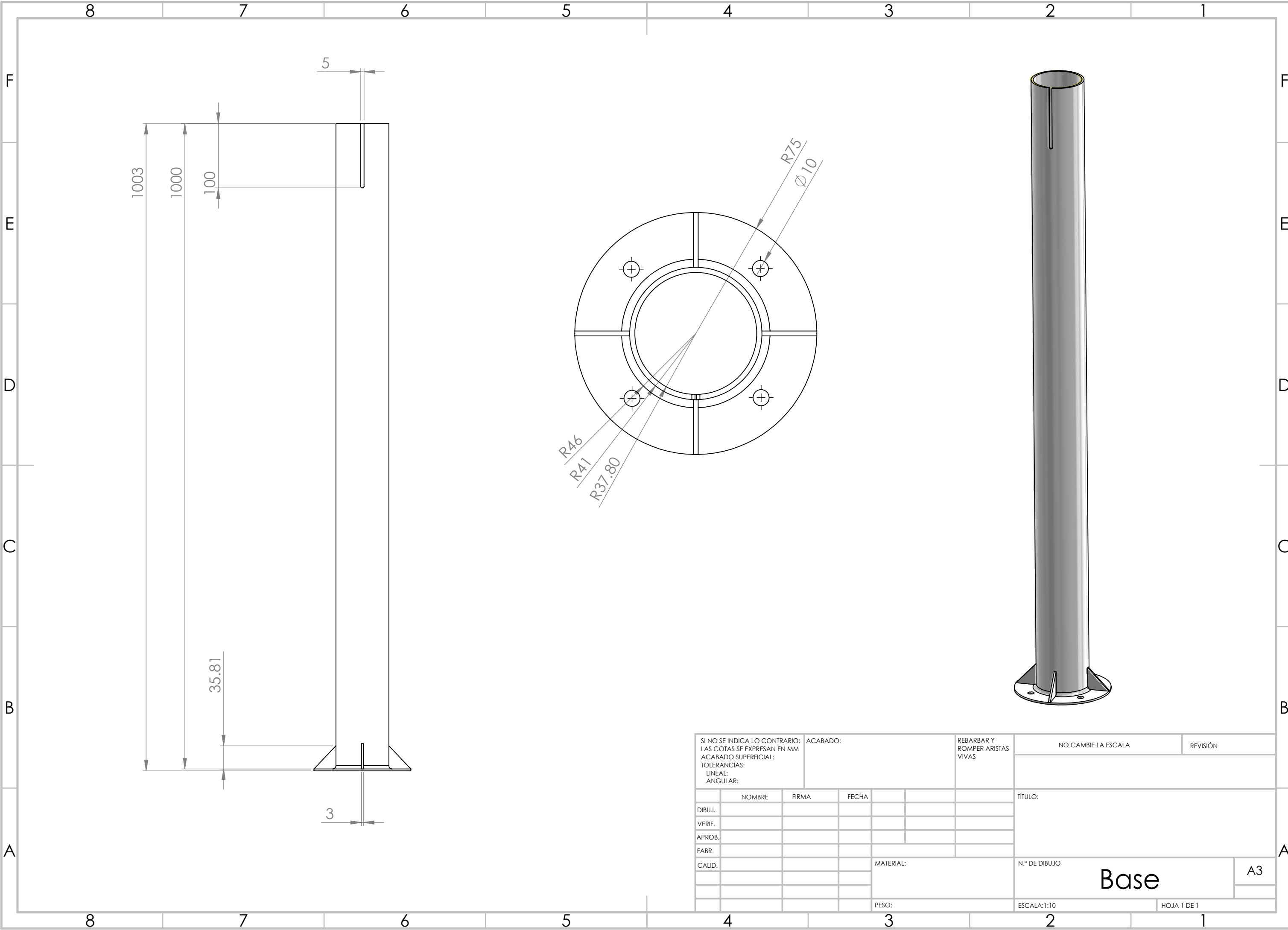
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
	NOMBRE	FIRMA	FECHA			TÍTULO:			
DIBUJ.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.				MATERIAL:		N.º DE DIBUJO			A3
				PESO:		ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA					TÍTULO:		
DIBUJ.										
VERIF.										
APROB.										
FABR.										
CALID.								N.º DE DIBUJO		A3
								brazo_delgado		
								ESCALA:1:5		HOJA 1 DE 1
							PESO:			



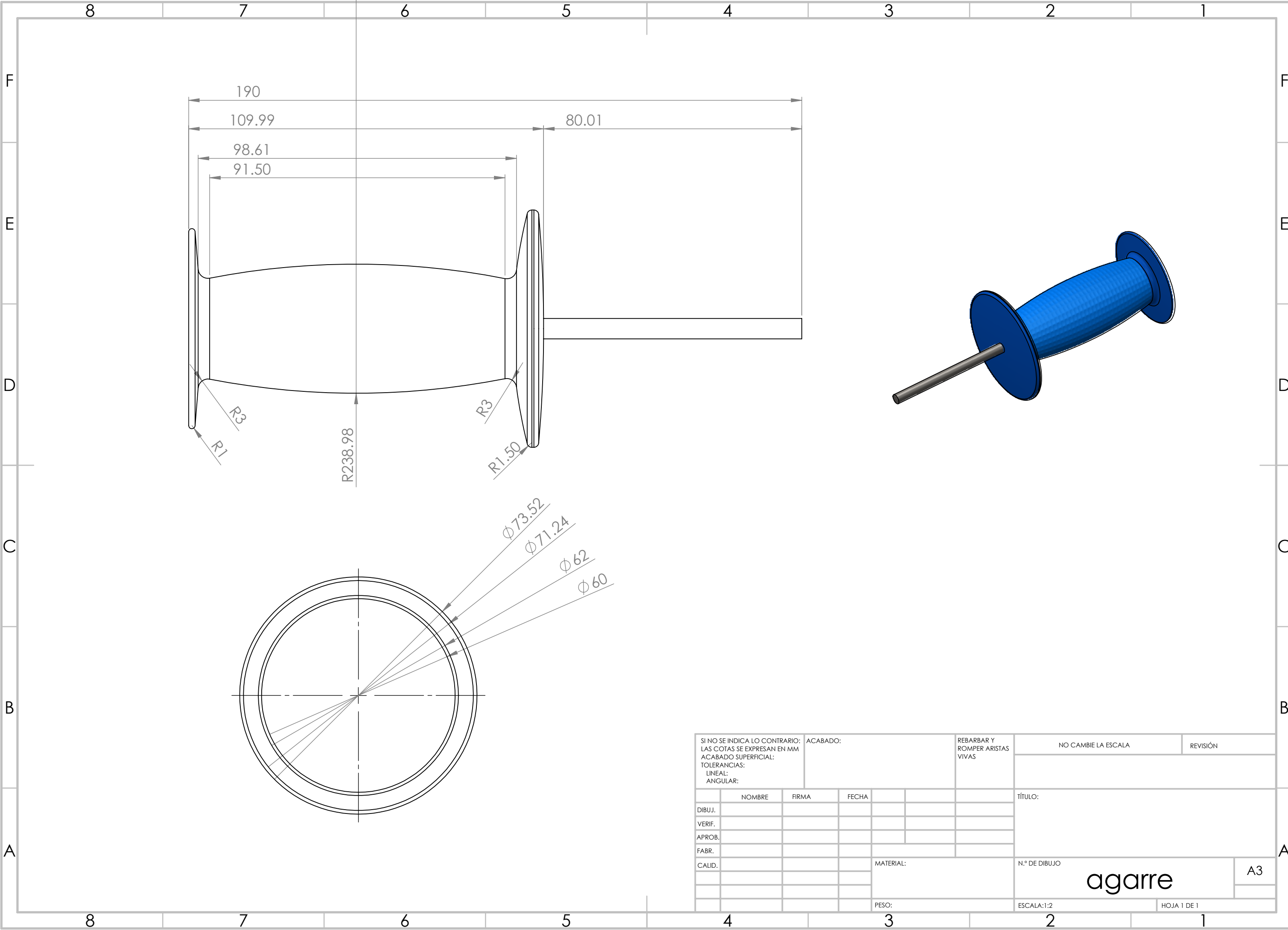
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN			
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:					
DIBUJ.												
VERIF.												
APROB.												
FABR.												
CALID.				MATERIAL:			N.º DE DIBUJO				A3	
				PESO:			ESCALA:2:1				HOJA 1 DE 1	



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
	NOMBRE	FIRMA	FECHA					TÍTULO:	
DIBUJ.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.								N.º DE DIBUJO	
								ESCALA:1:10	
								HOJA 1 DE 1	

Base

A3



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN		
	NOMBRE	FIRMA	FECHA				TÍTULO:				
DIBUJ.											
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.				MATERIAL:			N.º DE DIBUJO				A3
				PESO:			ESCALA:1:2		HOJA 1 DE 1		

19. BIBLIOGRAFÍA

- Ayuso, D. M. R. (2007). Actividades de la vida diaria. *Anales De Psicología*, 23(2), 264–271. <https://doi.org/10.6018/analesps.33.3.268401>
- Carlo Paolinelli G, Pilar González H, M. E., & Doniez S1, Tatiana Donoso, V. S. . (2001). Instrumento de evaluación funcional de la discapacidad en rehabilitación. *Rev. Méd. Chile*, 129(1), 23–31. Retrieved from <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-0347664919&partnerID=40&md5=488b715a736fbbd664a7a454c3641e06>
- DANE. (2018). Censo Nacional de Población y Vivienda - CNPV 2018. Retrieved February 26, 2019, from <https://sitios.dane.gov.co/cnpv-presentacion/src/#donde00>
- Elveny Laguado Jaimes , Katherine del Consuelo Camargo Hernández , Etilvia Campo Torregroza, M. de la C. M. C. (2017). Funcionalidad y grado de dependencia en los adultos mayores institucionalizados en centros de bienestar. *Gerokomos Vol.28 No.3 Barcelona*, 1–8.
- Feito, L. (2007). Vulnerability, 30, 7–22.
- Fernández López, J. A., Fernández Fidalgo, M., & Cieza, A. (2010). Los conceptos de calidad de vida, salud y bienestar analizados desde la perspectiva de la clasificación internacional del funcionamiento (CIF). *Revista Espanola de Salud Publica*, 84(2), 169–184. <https://doi.org/S1135-57272010000200005> [pii]
- Figueroa Pedraza, D., & Cavalcanti Costa, G. M. (2014). Accesibilidad a los servicios públicos de salud: La visión de los usuarios de la estrategia salud de la familia. *Enfermeria Global*, 13(1), 267–278. <https://doi.org/10.6018/eglobal.13.1.170901>
- Frenk, D. J. (1985). Sección a cargo del Centro de Investigaciones en Salud Pública.
- Kapandji. (2006). *Fisiología Articular*. □□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□ (Vol. العدد الحا).
- Luis Manuel Fernández Cacho, M. Á. G. V. y S. L. C. (2016). Enfermería y Salud 2.0: Recursos TICs en el ámbito sanitario. *Index Enferm*, 25, 1–2.
- Observatorio Discapacidad Física. (2016). La discapacidad física: ¿qué es y qué tipos hay? | Observatorio de la Discapacidad Física. Retrieved February 17, 2019, from <http://www.observatoridiscapacitat.org/es/la-discapacidad-fisica-que-es-y-que-tipos-hay>
- OMS. (1996). ¿Qué calidad de vida?: Grupo de la OMS sobre la calidad de vida. *Foro Mundial de La Salud*, 17 (4), 385–387. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsy.2006.12.003>
- Prada-Ríos, S. I., Pérez-Castaño, A. M., & Rivera-Triviño, A. F. (2017). Clasificación de instituciones prestadores de servicios de salud según el sistema de cuentas de la salud de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico: El caso de Colombia. *Revista Gerencia y Politicas de Salud*, 16(32), 51–65. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.rgps16-32.cips>
- Feito, L. (2007). Vulnerability, 30, 7–22.
- Observatorio Discapacidad Física. (2016). La discapacidad física: ¿qué es y qué tipos hay? | Observatorio de la Discapacidad Física. Retrieved February 17, 2019, from <http://www.observatoridiscapacitat.org/es/la-discapacidad-fisica-que-es-y-que-tipos-hay>

Salamanca, A. E. B., Fraile, D. M. F., & Murillo, E. A. V. (2013). Caracterización del desempeño en actividades de la vida diaria en adultos con lesión de miembro superior, 217. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/43187/>

CIF. (2001). *CIF_OMS_abreviada*.

Fernández López, J. A., Fernández Fidalgo, M., & Cieza, A. (2010). Los conceptos de calidad de vida, salud y bienestar analizados desde la perspectiva de la clasificación internacional del funcionamiento (CIF). *Revista Espanola de Salud Publica*, 84(2), 169–184. <https://doi.org/S1135-57272010000200005> [pii]

OMS. (1996). ¿Qué calidad de vida?: Grupo de la OMS sobre la calidad de vida. *Foro Mundial de La Salud*, 17 (4), 385–387. <https://doi.org/10.1016/j.genhosppsy.2006.12.003>

Ayuso, D. M. R. (2007). Actividades de la vida diaria. *Anales De Psicología*, 23(2), 264–271. <https://doi.org/10.6018/analesps.33.3.268401>

Figueroa Pedraza, D., & Cavalcanti Costa, G. M. (2014). Accesibilidad a los servicios públicos de salud: La visión de los usuarios de la estrategia salud de la familia. *Enfermeria Global*, 13(1), 267–278. <https://doi.org/10.6018/eglobal.13.1.170901>

Frenk, D. J. (1985). Sección a cargo del Centro de Investigaciones en Salud Pública.

Sánchez Blanco, I. (2006). *Manual SERMEF de rehabilitación y medicina física*. Editorial Médica Panamericana. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=RAabGs4siI4C&oi=fnd&pg=PA1&dq=rehabilitacion+concepto&ots=-lUhxE6dEj&sig=habKy_CrTdIpLhq6siWAtiP_j4#v=onepage&q&f=false