

ESCUELA DE DISEÑO

Tema:

**DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON
SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de
Ingeniera en Diseño Industrial**

Línea de Investigación:

VIDA DIGNA Y SALUD INTEGRAL

Autora:

ARIANA LISSETTE ZAPATA CRIOLLO

Director:

SANTIAGO ALEJANDRO ACURIO MALDONADO

Ambato – Ecuador

Enero 2022

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO

HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO

Línea de investigación:

Vida Digna Y Salud Integral

Autora:

Ariana Lissette Zapata Criollo

Daniel Marcelo Acurio Maldonado; Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 


Pablo Israel Amancha Proaño; Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Francisco Javier Echeverría Tamayo; Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Santiago Alejandro Acurio Maldonado; Ing. Mg.

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

f. 

Hugo Rogelio Altamirano Villaroel; Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. 

Ambato – Ecuador

Enero - 2022

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: ARIANA LISSETTE ZAPATA CRIOLLO, con CC. 180487917-7, autora del trabajo de graduación intitulado: “DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO”, previa a la obtención del título profesional de INGENIERA EN DISEÑO INDUSTRIAL, en la escuela de DISEÑO INDUSTRIAL./Oficina de Pregrado.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ambato, enero 2022



ARIANA LISSETTE ZAPATA CRIOLLO

CC. 180487917-7

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las personas que asistieron todo este camino, por la colaboración de su tiempo y paciencia, por su gentileza y energía, sin duda han sido los precursores para que el proyecto lograra avanzar.

Ariana Lissette Zapata Criollo

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo principal la construcción de un dispositivo de prensión palmar para una persona; el contexto surgió en base a las secuelas por poliomielitis en la extremidad izquierda del investigado, como la espasticidad de grupo 3, debilidad a nivel músculo esquelético, acortamiento de la extremidad, deficiencias que impiden la generación de la prensión palmar al momento de realizar actividades como la conducción y sostener el volante. Este proyecto se elaboró en base a investigación previa que indagó por medio de dos metodologías; la metodología del estudio de caso cuyo enfoque total fue en una sola persona, se obtuvieron datos por medio de entrevistas y fichas de observación que permitió conocer el estado de la mano del individuo, ángulos, medidas, actividades y aplicación de la prensión mediante la generación de apertura. Varios de estos datos ayudaron a que la metodología de diseño industrial de Bernd Lobach se aplicara de manera adecuada, en base a sus cuatro fases y por medio de la inspiración de la corriente constructivista, se consiguieron análisis según los requerimientos, motivos gestores, valoración de propuestas, y generación del prototipo. Al final se obtuvieron buenos resultados en la encuesta de satisfacción, donde se corroboran las necesidades como son los mecanismos de ajuste, el peso ligero, la forma de uso, el funcionamiento, tamaño, material, seguridad, autosuficiencia, comodidad al contacto con la piel, fácil transportación, limpieza, recalentamiento del material, y componentes sustituibles, todo relacionado directamente con el estudiado.

Palabras clave: Mano, secuelas, poliomielitis, dispositivo, diseño.

ABSTRACT

The aim of the study is to manufacture a palm grasp device for a handicapped individual. The context of the project was based on the aftermath of polio in a subject's left hand while conducting research. The subject was identified with others with group 3 spasticity, skeletal muscle level weakness, limb shortening, and deficiencies that impaired palm grasp at the moment of doing activities such as holding the steering wheel when driving. This project has been elaborated based on previous research inquired by two methodologies; the case study methodology was entirely focused on a single handicapped person. The data was obtained from interviews and observation sheets that revealed the person's hand state, angles, measures, activities and hand grasp by opening generation. The Bernd Lobach industrial design methodology, through key data points, was based on its four stages and the constructivist approach. It was possible to obtain an analysis according to the requirements, objectives, proposal assessment and prototype design. Suitable results were obtained in the satisfaction survey, and several needs were specified such as adjustment mechanisms, light weight, the form and use, function, size, material, security, self-sufficiency, comfort to skin contact, easy transportation, cleaning, overheating, replaceable components, and everything directly related to the subject under study.

Key words: Hand, aftermath, polio, device, design.

ÍNDICE

PRELIMINARES

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	5
1.1 Poliomielitis.....	5
1.2 Secuelas de la poliomielitis	7
1.3 La prensión palmar	12
1.4 Anatomía de la muñeca y la mano.....	17
1.4.1 Articulaciones de la muñeca.....	17
1.4.2 Articulaciones de la mano	17
1.4.3 Músculos de la muñeca y de la mano	21
1.4.4 Dispositivos de agarres prensiles y dispositivos de asistencia para el agarre prensil.....	24
1.5 Materiales y Mecanismos	30
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO.....	33
2.1 Enfoque de Investigación	33
2.2 Tipo de investigación.....	33
Método: investigación-acción	33
2.3 Unidad de estudio	34
2.4 Tipo de recolección de la información	34
2.5 Estudio de caso	35
2.5.1 Paso 1: Iniciación del trabajo.....	35
2.5.2 Paso 2: Preparación para la visita.....	36
2.5.3 Paso 3: Realización de la visita	37
2.5.4 Paso 4: Confección del estudio.....	37
2.5.5 Paso 5: Difusión del trabajo.....	39

2.6	Propuesta de la investigación	39
	Metodología de diseño	39
2.6.1	Análisis del problema.....	40
2.6.2	Solución del problema.....	43
2.6.3	Valoración de las soluciones	53
2.6.4	Realización de las soluciones	56
	CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	70
3.1	Evaluación de la propuesta.....	70
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
3.2	Conclusiones	72
3.3	Recomendaciones	73
	BIBLIOGRAFÍA.....	74
	ANEXOS.....	80
	Anexo 1: Entrevistas	80
	Anexo 2: Fichas de observación	87
	Anexo 3: Fichas Técnicas	103
		104
	Anexo 4: Evaluación de la Satisfacción.....	117

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figuras

Figura 1-Prensión digitopalmar	15
Figura 2-Prensión palmar con la totalidad de la mano o la totalidad de la palma.....	15
Figura 3-Presa palmar cilíndrica para objetos de gran diámetro	16
Figura 4-Presa palmar esférica	16
Figura 5-Esqueleto de la mano	18
Figura 6-A. Ángulos de Supinación y Pronación	20
Figura 7-B. Ángulos de Flexión y Extensión	20
Figura 8-C. Ángulos de Desviación Radial y Ulnar	20
Figura 9-D. Ángulos de Hiperextensión.....	21
Figura 10-E. Ángulo Neutro.....	21
Figura 11-Exo-Glove Poli	24
Figura 12-Dexmo F2	25
Figura 13-Mani	27
Figura 14-Órtesis férula para niños	28
Figura 15-Saebo Glove.....	29
Figura 16-Brainstorming	45
Figura 17-Moodboard.....	46
Figura 18-Motivos gestores	47
Figura 19-Cromática.....	52
Figura 20-Aplicación de diseño.....	53
Figura 21-Impresión 3D	59

Tablas

Tabla 1-Huesos del carpo	17
Tabla 2-Articulaciones y huesos de la mano	18
Tabla 3-Músculos de la muñeca	21
Tabla 4-Músculos de la mano.....	22
Tabla 5-Ligamentos de la muñeca.....	23
Tabla 6-Materiales Exo-Glove Poli.....	24
Tabla 7-Materiales Dexmo F2.....	26

Tabla 8-Materiales Mani	27
Tabla 9-Materiales Órtesis férula	29
Tabla 10-Materiales Saebó Glove	30
Tabla 11-Declaración de la misión para el nuevo producto	40
Tabla 12-Lista de Necesidades	40
Tabla 13-Jerarquización de Necesidades	42
Tabla 14-Lista de Métricas y necesidades.....	43
Tabla 15-Uso de Principios de Diseño	47
Tabla 16-Ponderación de las Soluciones.....	54
Tabla 17-Proceso de maquetación.....	56

Fichas

Ficha 1-Morfología	60
Ficha 2- Cromática	61
Ficha 3-Funcional.....	62
Ficha 4-Mecanismos	63
Ficha 5-Materiales.....	64
Ficha 6-Forma de Uso	65
Ficha 7-Movimiento.....	66
Ficha 8-Ergonomía.....	67
Ficha 9-Render del Prototipo	68
Ficha 10-Prototipo Real en Uso	69

INTRODUCCIÓN

La poliomielitis o comúnmente llamada polio, es una enfermedad virulenta que se transmite vía fecal-oral, por medios poco higiénicos como las manos, agua y alimentos contaminados (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2019).

La polio data de la dinastía egipcia XVIII comprendida entre el año 580 a 1350 A.C., este hecho es evidente gracias a la existencia de un jeroglífico que figura a un joven sacerdote con pie equino y atrofiado en comparación a su otra extremidad, hace uso de un bastón para sostenerse y equilibrarse (Vliet, Avoort, & Spaendonck, 2017).

De acuerdo con el portal del Ministerio de Salud Pública [MSP], (2013) el último caso reportado de la poliomielitis en Ecuador fue en los 90's. Es el primer caso de poliomielitis reconocido, en el año de 1926, donde los niños llegaban a tener parálisis, y los doctores de ese entonces no sabían cómo explicar a qué se debía tal afección "caso especial", pero suponían que había gran posibilidad de que fuera producto de la inmigración de europeos al país (Andrade, s.f.).

Las epidemias de poliomielitis suelen tener una incidencia de 10 por cada 100.000 personas, transcurrida la enfermedad por el virus que atacó las motoneuronas, comienza un período de recuperación en el que las neuronas de la persona afectada comienzan a desarrollar una reinervación, y por ende se comienza a sentir una recuperación estable que al cabo de 20 a 40 años deja de ser así sobre todo si se hubo padecido poliomielitis aguda, el individuo comienza a presentar intolerancia al frío, carencia de sueño, debilidad musculoesquelética, problemas que afectan considerablemente al momento de realizar actividades cotidianas, donde se denota que la movilidad, está acompañada de dolor y poca energía.

Se perfeccionan recursos para la ayuda de los perjudicados por poliomielitis de las cuales, es conveniente nombrar:

Tratamientos de la poliomielitis para la prevención, curación y cuidado de secuelas. Para la prevención de esta enfermedad se creó la vacuna de Salk y Sabin, misma que se ha dotado a nivel mundial, la vacunación ha permitido minimizar los casos de polio en el mundo, esta se suministra tres veces para crear inmunidad, la vacuna antipoliomielítica inyectable contiene el virus inactivo (Pericas, s.f.).

Para la curación y cuidado se creó tratamientos como es la hidrocinesiterapia, que consiste en la reeducación muscular que radica en la realización de ejercicios con mayor facilidad, además, de relajación para los músculos y analgesia producida por la temperatura del agua. También, la electroterapia, se la denominaba así debido a la aplicación de distintos tipos de corriente en los músculos que se encontraban paralizados. La terapia ocupacional permitía que la persona vuelva a hacer sus actividades con independencia, existe subdivisión de esta en terapia recreativa y vocacional. En cuanto a los afectados por parálisis respiratorias se les ayudó con “pulmones de acero”, que eran respiradores de tanque, así, también, se creó la “cama balanceada” misma que producía movimientos de subida y bajada, y para casos de menor gravedad se diseñó los respiradores de coraza, toracoabdominales o en cinturón que permitían tratar la movilización y respiración. Al haber sido la poliomielitis una importante causa de invalidez durante siglos, la ortopedia se hizo presente, pues extendió ayuda por medio de férulas y prótesis, a pesar de que la cirugía era mayormente requerida. La cirugía ortopédica, consistía en osteotomías, tenotomías, alargamientos, transposiciones tendinosas, y epifisiodesis, entre otras.

Las secuelas neuromusculares se desarrollan como consecuencia de la evolución y tratamiento de otra enfermedad crítica. Estas secuelas afectan a la función motora, respiratoria o cardíaca. Las enfermedades neuromusculares afectan al músculo o a su inervación.

Las secuelas neuromusculares suelen ser progresivas, impiden la contracción muscular o lo hacen débilmente, acarrear problemas motores, según el caso fatigabilidad, dificultad para tragar, problemas respiratorios, cardíacos o cognitivos.

La poliomielitis ataca usualmente el miembro inferior, e inusualmente al miembro superior y la columna; en las extremidades afecta más lo distal es decir a manos y antebrazos en el caso de extremidades superiores, y en las extremidades inferiores a los pies y las piernas; en cambio en la parte superior del cuerpo perturba lo proximal, involucran a músculos de los hombros y brazos y músculos de la cadera y del muslo.

Lo que se pretende solucionar con el dispositivo es la generación de presión palmar por parte de la extremidad izquierda, la cual, al presentar secuelas físicas de poliomielitis como la debilidad muscular, requiere que se emplee algún tipo de fuerza o mecanismo externo para

la consumación del movimiento de prensión. Además, dicho miembro posee espasticidad, la cual, se tomara en cuenta al momento de desarrollar la forma ergonómica en el dispositivo. Cabe mencionar que el desarrollo del dispositivo para la generación de la prensión palmar ayuda a fortalecer el dilema laboral de la persona a estudiar, puesto que, con la ayuda del artefacto, el usuario realiza con mayor eficacia las actividades que lleva a cabo en su trabajo. En cuanto a lo familiar, el estudiado, logra realizar las actividades diarias con mayor autonomía, es decir sin depender de alguno de sus familiares. Incluso ayudan a mejorar problemas psicológicos, como la autoconfianza y el sentimiento de rechazo por parte del resto de personas, , fortalecería ámbitos físicos, laborales y familiares.

El problema se ha originado debido a las lesiones neuromusculares producidas por la poliomielitis, donde las deformidades esqueléticas han presentado atrofia asimétrica de extremidades, limitan las actividades diarias; por otro lado la prensión palmar, uno de los movimientos que se da desde los primeros meses de vida del ser humano, que evolucionan y trabajan en conjunto con otros movimientos al crecer, permite el sostén y agarre de objetos o instrumentos cotidianos; esto no es cumplido debido a los antecedentes de las secuelas de poliomielitis en la extremidad.

¿Cómo un dispositivo de prensión palmar permite efectuar el movimiento, sin dejar de lado la comodidad que siente el individuo al realizar dicha actividad?

OBJETIVO GENERAL

- Construir un dispositivo de prensión palmar para personas con secuelas de poliomielitis. Estudio de caso.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características de la prensión palmar para replicar en un dispositivo.
2. Identificar las secuelas de la poliomielitis en las extremidades superiores en un caso de estudio para establecer las necesidades del usuario.
3. Diseñar un prototipo de dispositivo de prensión palmar para la evaluación del funcionamiento.

El presente trabajo se va a enfocar en hacer posible la realización de prensión palmar; tomado en cuenta que dicha acción es uno de los primeros reflejos que se adquieren al nacer, esta es sumamente necesaria para desempeñar con normalidad una de las tareas más frecuentes del ser humano, como es la capacidad sostener y agarrar objetos por ella/él misma/o.

Existen varias fuentes de las cuales, se extrae toda la información referente a dispositivos de prensión palmar, así como información con respecto a secuelas de poliomielitis en extremidades. Además, se acude a personal especializado para la colaboración al desarrollo del presente por medio del área de impresión y modelado de objetos, especialistas en ingeniería mecánica.

Asimismo, constituiría un gran avance primordial para el usuario puesto que él es el primer beneficiado por el dispositivo que va a desarrollarse, por medio de este, él logra realizar las actividades de prensión palmar, lo cual, le ayuda en su desempeño laboral, social esto a su vez modifica su estado de ánimo, y todas las actividades. Por otro lado el campo del diseño en dispositivos, prótesis y ortesis, también, obtendrán un aporte, puesto que es mayormente conocido que la poliomielitis y sus secuelas afectan a las extremidades inferiores que a las superiores y por medio de este trabajo se implementa una alternativa que modificara positivamente la calidad de vida, ayudan a la apertura de prensión palmar de personas con casos semejantes al desarrollado en este trabajo.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1 Poliomielitis.

La poliomielitis deriva de la palabra *polio* que significa gris, y *mielos* que significa médula espinal, el poliovirus afecta a las neuronas motoras en las astas anteriores a nivel de la medula espinal (Esteban, 2013).

Además, del enterovirus de la poliomielitis, existen otros agentes infecciosos que, también, provoca cuadros clínicos similares. Del 90 al 95% de los casos cursan un cuadro asintomático, los demás manifestarán signos y síntomas de infección leve como fiebre, malestar general, cefalea, mialgia, artralgia, síntomas gastrointestinales los cuales, son autolimitados y no tienen consecuencias graves. Otro porcentaje menor desarrolla un cuadro grave con signos de meningitis séptica, de estos el 50% desarrolla una enfermedad paralizante (Esteban, 2013).

Este síndrome se caracteriza por la aparición de síntomas como parálisis en extremidades de curso progresivo además de atrofia muscular, se presenta varios años después de la infección por el poliovirus. La frecuencia de Síndrome Post Polio (SPP) en pacientes con previa infección es del 30 % al 80 %. Aparte del deterioro muscular existe, también, una disminución de las capacidades cognitivas en alrededor del 90 % de los pacientes con SPP (Pastuszak, y otros, 2017).

Una posible explicación del origen de este síndrome es que debido a la primoinfección las motoneuronas presentan una sobrecarga y se desarrolla una degeneración de los nervios restantes. Tanto ser mujer como alteraciones respiratorias en la primoinfección son factores de riesgo para el desarrollo de SPP (Pastuszak, y otros, 2017).

Para diagnosticar el síndrome postpolio hay que tener en cuenta:

1. Haber padecido una poliomielitis paralizante con evidencia de pérdida de neuronas motoras como presencia de signos de debilidad y atrofia muscular en la exploración y presencia de signos de destrucción de nervios de data crónica (Esteban, 2013).
2. Presentar una recuperación completa o parcial tras la enfermedad aguda, seguida de un intervalo (generalmente mayor de 15 años) de función neurológica estable (Esteban, 2013).

3. Inicio súbito o gradual de una debilidad muscular nueva o fatiga anormal, progresivas y persistentes, con o sin fatiga generalizada, atrofia o dolor muscular o articular (el inicio agudo ocurre tras inactividad, trauma o cirugía) (Esteban, 2013).

4. Los síntomas persisten al menos un año (Esteban, 2013).

Tratamientos e investigaciones médicas y científicas sobre la polio

Jonas Salk inicia sus investigaciones en el año de 1938, la primera vacuna inactivada de poliomielitis se logró casi nueve años después, la cual, se obtuvo mediante un cultivo del virus en riñones de mono, posteriormente inactivadas con formalina. En el año de 1952 Jonas Salk después de haber creado la vacuna inactivada de poliomielitis, decide aplicarla en voluntarios, incluido él y su familia, estos sujetos desarrollaron anticuerpos sin padecer la enfermedad; en 1955 la vacuna es comercializada en E.E.U.U. cabe mencionar la vacuna oral atenuada de Sabin, que se popularizó en la década de los sesenta que a pesar de prometer bajo coste, implicaba casos de padecer la enfermedad (Amo, 2004).

La hidrocinesiterapia es un tratamiento que ayuda a fortalecer los músculos, su base son los ejercicios en el agua, y según el artículo de Ochoa, Hall y Mateos (2015), revelan en su estudio de caso, el efecto de un programa de hidrocinesiterapia y usan el método Halliwick sobre la resistencia a la fuerza y la flexibilidad en una mujer de 35 años con secuelas de poliomielitis. La intervención consistió en 16 semanas de hidrocinesiterapia de 70 minutos, 5 veces por semana, donde se evaluó el antes y después de la resistencia a la fuerza y la flexibilidad, determinados por el protocolo senior fitness test. Se mejoró el desempeño en los ejercicios del método Halliwick y el porcentaje de cambio ($\Delta\%$) en la resistencia a la fuerza (361.5 % brazo derecho y 300% brazo izquierdo), la flexibilidad se incrementó 2 cm en el hombro derecho y 20 cm en el hombro izquierdo. En conclusión la paciente mejoró el desempeño en el método Halliwick, muestra incremento en la resistencia a la fuerza y la flexibilidad.

Los tratamientos con medicamentos, donde la base de esto es la prescripción de medicinas antálgicas o desinflamatorias, en caso de padecer fuerte dolor o infiltraciones, se usa, también, al tratar tendinopatías; mencionan medicamentos antidepresivos o ansiolíticos para casos en donde exista repercusión funcional severa y grandes problemas psicológicos.

Las cirugías se hacen evidentes, , al ser este un campo muy amplio, estas se realizan tanto en la fase aguda como en la tardía; en la fase aguda se trata con cirugías ortopédicas como alargamientos óseos debido a asimetrías, la osteotomía de rectificación y recurvatum, epifisiodéisis femorales y tibiales a nivel de extremidad inferior, tenotomías en caso de retracciones musculotendinosas permanentes, y con cirugías para estabilización articular que se realizan principalmente en el pie y muy rara vez en extremidades superiores. En la fase tardía las intervenciones más frecuentes son las tenotomías, cirugía del recurvatum de la rodilla, cirugía de escoliosis, tratamientos quirúrgicos para tratar síndrome de canales de la muñeca, hernia discal, etc. (Laffont, Yelnik, Cantalloube, & Dizien, 1996).

La ortopedia en este caso ha ayudado a corregir actitudes articulares, por parálisis o deformaciones, cabe mencionar que esta corrección se realiza al inicio de la afección, porque pasado el tiempo ya no se logra la rehabilitación en aspectos sobre locomoción y prehensión (Rosa, s.f.).

1.2 Secuelas de la poliomielitis

Como consecuencia del deterioro de las neuronas motoras espinales los pacientes presentan signos y síntomas variados:

- Fatiga. Es el síntoma más frecuente, afectan al 80 % de los individuos con SPP. En general, presenta una mejoría importante con el reposo o el sueño.

La presencia de fatiga en los individuos (edad media de 49 años) sobrevivientes de la poliomielitis, muestra alteración al realizar sus actividades cotidianas; tomada una muestra de 37 personas, solo un paciente fue diagnosticado con fatiga leve con puntuación de 0 a 2; diez miembros, presentaron fatiga moderada que va de 2-5, y diez y siete miembros tenían fatiga severa con puntuación mayor a 5, y 7 es el índice de mayor fatiga, lo cual, permitió determinar la realidad con respecto a la fatiga de los sujetos, de la siguiente manera:

- ✓ “Mi fatiga me impide realizar una actividad física mantenida” = 46,4 %
 - ✓ “La fatiga interfiere en mi funcionamiento físico” = 42,9 %
 - ✓ “El ejercicio me produce fatiga” = 39,3 %
 - ✓ “La fatiga está entre mis tres síntomas más discapacitantes” = 39,3 %
- (Macías, Águila, & Cano, 2007).

- Debilidad muscular progresiva. Afecta a territorios específicos, pero, también, lo hace en territorios aparentemente no afectados.

En otro estudio se evaluó la fuerza a pacientes que habían padecido nuevamente síntomas de la poliomielitis desde hace 20 años atrás. La edad media de los pacientes era de 68 años de este grupo el 71 % de pacientes presento lesión en ambas extremidades superiores y el 57 % de participantes manifestó mayor afección de la extremidad superior derecha. De estos pacientes solo uno utilizaba ortesis para sostén de su brazo (Flansbjer, Brogårdh, Horstmann, & Lexell, 2015).

- Nueva atrofia muscular (<50 % de los casos). Las secuelas que deja la poliomielitis en el paciente, suelen manifestar intensificación de la atrofia muscular acompañada de dolor y entumecimiento, la atrofia es muchas veces fácil de visualizar, pero , también, existen otros síntomas que señalan se tratan del Síndrome postpolio (SPP), debilidad general, signos de denervación paresia debilidad general progresiva, dolor articular, incluso los músculos respiratorios se ven afectados (Pastuszak, y otros, 2017).
- Dolor muscular y fasciculaciones.
- Síntomas respiratorios y bulbares como la disfagia que representa la dificultad para deglutir o tragar líquidos y alimentos.

En base a la revisión de casos del síndrome post poliomielítico, según Pastuszak, y otros, (2017), data información de pacientes que padecen insuficiencia digestiva, padecimientos de infección de tracto respiratorio, llega a ser el 30% de los casos de los pacientes, quienes sufren de esta secuela.

- Alteraciones del sueño.
Problemas para dormir y concentración, bien se sabe que el insomnio, muchas veces se transforma en un padecimiento agudo y causan severos problemas de salud como el insomnio también produce cambios en la personalidad, irritabilidad, molestia, ansiedad, temor a la noche y depresión (Venebra, Santiago, & García, 2006).

Desde el punto de vista psicológico de los afectados por polio que hoy en día padecen sus secuelas, mencionan historias personales en las que refleja sufrimiento, porque al enfrentarse a tal afección, lo que primero afrontan es que no hay cura para ello. Existen limitaciones físicas que perjudica su estilo de vida en el campo laboral; además, el rechazo de la sociedad les hace sentir como personas defectuosas. . (Muñoz, et.al., 2018)

La edad en la que afecta mayormente la poliomielitis es en niños menores de 5 años, y es muy común la paresia de una pierna, en enfermos de 5 a 15 años la debilidad de un brazo o la paraplejia (parálisis de ambos miembros superiores) y en adultos después de los 16 años es más frecuente la cuadraplejia (parálisis de los 4 miembros), parálisis de vejiga y músculos respiratorios (Eufrasio, s.f.).

Según Muñoz, et.al., (2018), la polio es una enfermedad que una vez desarrollada afecta dramáticamente el estilo de vida de las personas tanto del que la padece como de la familia, especialmente con el síndrome postpolio. Por lo cual, existiría una buena relación entre el personal de salud, la familia y el paciente. Los estudios ejecutados en España en la ciudad de Málaga donde se realizaron cuatro grupos focales con participación de trece personas, los pacientes dieron a conocer historias de intenso sufrimiento que eran acompañadas con una intervención familiar importante (categoría central), historias de sobre esfuerzo, superación y una alta resistencia. El apoyo logró minimizar las limitaciones de la enfermedad. Vivir con polio conlleva a la necesidad de buscar la superación personal, con gran parte de apoyo familiar, las difíciles relaciones con el sistema sanitario y la falta de información del síndrome postpolio (Muñoz, et.al., 2018).

Evaluaciones Físicas de las secuelas de poliomielitis

Se realiza una serie de pruebas, por ejemplo, para el análisis de la función y fuerza se requiere asistencia por un terapeuta y un especialista en ortesis y prótesis, es necesario llevar a cabo medidas repetidas, como es el ejemplo de la prueba caja y bloque que proporciona datos cuantitativos de la destreza bruta de los miembros superiores (afectados y no afectados), así, también, el uso de un dinamómetro para captar la flexión de la muñeca.

Brazo: dinamómetro isométrico de cable, tensiómetro, evaluación de contracción muscular (García, s. f., p. 5).

Mano: dinamometría; evaluación caja-cubo, correlación de Spearman entre actividades diarias (Torres, Ortiz, Eslava, Mendoza, 2013, pp. 7-8).

Por otro lado, se tiene a la electroneurografía que es una técnica no invasora y mínimamente molesta usada para el estudio de la conducción de las fibras nerviosas, motoras, sensitivas y mixtas, al evaluarse básicamente la integridad y la función de los nervios periféricos. En el examen se realiza el registro del potencial eléctrico generado en el músculo (en los estudios

de conducción motora) o en el propio nervio (en los estudios de conducción sensitiva) al estimular uno o más puntos de la fibra nerviosa a través de la piel (Ineuro, 2019).

También, se emplea la Electromiografía que *“Es un procedimiento mínimamente invasivo y poco molesto usado para el estudio del sistema nervioso periférico, de la placa motriz y del músculo esquelético”*, esto permite obtener estudios detallados el estado en el que se encuentra tanto el músculo, como los nervios que controlan la actividad nerviosa, se puede sacar conclusiones sobre alguna disfunción de cualquiera de estas dos partes (Ineuro, 2019).

La medición para el dolor al realizar movimientos es la graduación de dolor por escala visual analógica (EVA), aplicada a paciente es en terapia intensiva, y califica el dolor de la siguiente manera: *“de 1 a 3 el dolor es leve o leve-moderado, un valor entre 4 y 6 implica la presencia de dolor moderado-grave, y un valor superior a 6 implica la presencia de un dolor muy intenso”* (Clarett, 2012, pág. 8).

Así, también, se encuentra la escala conductual Behavioral Pain Scale, Escala de Campbell - Behavioral pain assessment scale, Escala sobre Conductas Indicadoras de Dolor (ESCID), Escala Nonverbal Pain Scale (NVPS), Escala Critical-Care Pain Observation Tool – CPOT., escalas encargadas de ayudar a evaluar o medir el dolor sensorial, emocional, cognitiva, psicológica y de comportamiento asociada a una lesión (Clarett, 2012).

Para la medición de la extremidad se emplea la kinesiología; rama que al mismo tiempo de tratar enfermedades y lesiones con el movimiento, hace empleo de la goniometría, para medir ángulos, de flexión, extensión, aducción, abducción, rotación media y lateral, se puede datar las mediciones angulares de cada parte del cuerpo y generar el tratamiento adecuado para el paciente a tratar (Gatica, s. f., pp. 6-14).

Terapias usadas para las secuelas de poliomielitis

La terapia del movimiento inducido por restricción como se vio anteriormente los síntomas más comunes abarca la debilidad, la lentitud del movimiento y la pérdida de la destreza digital. Es más seguro la recuperación de la capacidad motora gruesa a que de la fina, muchas veces la capacidad motora fina tiene un deterioro progresivo irremediable. Existen estudios, pero la evidencia es inconsistente como para ser aplicados (Marshall, Teasell, Aubut, 2010, p6).

También, conocida por las siglas TMIR tiene como fin mejorar la función en extremidades superiores. Esta terapia posee 2 componentes:

- 1) Trabajo motor intensivo de la extremidad superior más afectada (hasta seis horas al día);
- 2) Restricción motora de la extremidad superior menos afectada. El desuso aprendido es una condición en, la cual, el paciente después de la lesión empieza a utilizar solo la extremidad aun funcional, lo cual, aumenta la afección la extremidad lesionada. Para aplicar la TMIR es fundamental que el paciente haga uso de los dedos y muñeca de la extremidad lesionada, esto limita la aplicación de esta técnica que requiere una gran cantidad de recursos necesarios para su aplicación (Marshall, Teasell, Aubut, & Lippert, 2010).

Existen otras terapias, como la vacunación, la cual, ha permitido minimizar los casos de polio en el mundo, estas se suministraran tres veces para crear inmunidad, sin embargo, hay casos excepcionales en los que la vacuna suministrada vía oral, desarrolla polio paralítico en el receptor debido a que su sistema inmunitario no se encontraba en óptimas condiciones. No es el caso de la vacuna antipoliomielítica inyectable, que contiene el virus inactivo (Pericas, 2006).

- La rehabilitación para el tratamiento de las secuelas de polio se hacen a nivel muscular, ortopédico, trófico, respiratorio y funcional.
- El fortalecimiento motor proporciona fuerza y resistencia a la fatiga.
- El cuidado ortopédico es imprescindible en especial si existe retracción musculotendinosa, y para la prevención de la deformación ósea, es necesario aplicar maniobras de postura o contenciones externas en forma de yesos, resinas o férulas.
- La fisioterapia se da por medio de la aplicación del calor, ultrasonidos, electroterapia antálgica, ondas electromagnéticas, calor.
- La balneoterapia ventajosa en las presentaciones de fortalecimiento motor o de adiestramiento al esfuerzo.
- Rehabilitación respiratoria incluye técnicas manuales de ventilación y fortalecimiento de los músculos encargados de las inspiración y espiración, uso de relajadores de presión que permiten la expansión torácica.
- Terapia de deglución conciencia de motricidad bucofaríngea sincronizados con los tiempos de respiración.

- Medicamentos tratamiento para el sistema musculo esquelético de acuerdo con el dolor, y prescripción de antidepresivos o ansiolíticos.
- Prótesis se indican tanto en fases tempranas como en fases seculares de la enfermedad, disminuye la fatiga, dolores y deformaciones.
- Ayuda psicológica por medio de psiquiatras o psicólogos que brinden información y tranquilidad sobre los primeros síntomas de envejecimiento de la enfermedad. (Laffont, Yelnik, Cantalloube, & Dizien, 1996).

Las secuelas de la poliomielitis en general dejan huellas a nivel, neuronal y del sistema nervioso, muscular y psicológico, acarrea consigo dolencias, disfunciones, atrofas, cansancio, entre otros. Sin duda las secuelas que percibe cada individuo varían, pero a su vez tendrán en común ciertas dificultades para llevar a cabo su vida con normalidad, genera un sobreesfuerzo en sus actividades diarias. Es por ello que tanto en el campo de la ortopedia y la traumatología, como el de la medicina preventiva, se han enfocado en ayudar a tener un mejor estilo de vida para el grupo de pacientes que padezcan la enfermedad o sus secuelas. Para las evaluaciones físicas de las secuelas de la poliomielitis se usan una serie de técnicas, como la notación cualitativa o cuantitativa del dolor, del aspecto (tamaño, forma, color, etc.), así, también, técnicas que requieren mayor nivel de complejidad, interviene directamente en el sistema del paciente. En cuanto a las terapias, se conoce que el deterioro progresivo es irremediable, sin embargo, los efectos que dejó el virus son cesados mediante este tipo de asistencia.

1.3 La prensión palmar

El término prensión *proviene del latín prehensio-ōnis, cuyo significado es acción y efecto de prender algo*. Mientras que la palabra palma se define como la *parte inferior y algo cóncava de la mano, desde la muñeca hasta los dedos* (Real Academia Española [RAE], 2019).

“Se puede definir a la prensión como la «facultad de coger con un órgano apropiado»” (Delprat, Ehrler, Romain, & Xenard, 2002, pág. 1).

Dentro de los reflejos arcaicos, la prensión palmar se evidencia al poner un objeto en la palma de la mano, por ende, esta flexiona y agarra dicho objeto. El desarrollo de la prensión palmar como reflejo, se observa hasta los seis meses del recién nacido. (García, s.f.)

La función prensil que tiene la mano depende de la interconexión cinética de huesos y articulaciones que se difunden desde la muñeca hasta las falanges distales, si alguno de estos componentes se rompe sería necesario hacer correcciones para dotar de agarres de fuerza y de precisión. Las uniones : el pulgar, el índice y la unión del tercero, juntos con el cuarto y quinto metacarpianos (Piñeda, Cabrera, Esguerra, Grajales, & González, 2015).

Otros autores manifiestan que el desenvolvimiento motor se divide en dos grupos, da a notar la motricidad gruesa y la motricidad fina, es la motricidad fina correspondiente a la prensión,, la cual, permite que los músculos más pequeños de la mano se coordinen en relación mano-ojo (Maganto & Cruz, 2004).

Dentro de la evolución humana, el desarrollo de la prensión es el primer reflejo que tiene el recién nacido en su mano.

La capacidad de agarre a los cero meses comienza con el reflejo de mantener agarrado un aro, a los tres meses hay capacidad de agarrar un sonajero y existe intención de alcance de objetos, cuando el niño llega a los seis meses este flexiona los dedos, y gira la muñeca, al llegar al noveno mes el dedo pulgar se opone al resto de dedos para coger objetos; al llegar el primer año de edad el infante sujeta el lápiz, y a partir del año y medio el agarre tiene un avance tal que permite al individuo tirar pelotas, hacer garabatos, colocar cuadros, hacer torres con bloques (Cidoncha & Diaz, 2012).

Agarrar objetos lo que para el lactante era una tarea especial, desde el tercer año en adelante la prensión pierde significancia independiente, es decir, comienza a involucrarse con actividades de mayor complejidad, como el juego recreativo y las actividades productivas (AMEI-WAECE, 2009).

Esta facultad de prensión se encuentra desde la pinza de cangrejo a la mano del simio, pero en ningún otro ser que no sea el hombre ha alcanzado este grado de perfección. Esto se debe a la disposición tan particular del pulgar, que se opone a todos los demás dedos (Kapandji, 2006).

Según las dificultades que se encuentran en el diario vivir, la prensión logra coger, agarrar o atrapar objetos. La mano es un ente que aparte de acoger la función de prensión, también, cumple con otras actividades motrices como son la sensibilidad (cognición); la prensión surge pues, como el efecto de continuas causas de intención, representación y planificación que llevan a la ejecución (Delprat, Ehrler, Romain, & Xenard, 2002).

“Los patrones de función prensil son movimientos en los que se agarra un objeto y éste se mantiene en parte o de forma completa dentro de la superficie de la mano. La eficiencia de la función prensil depende de:

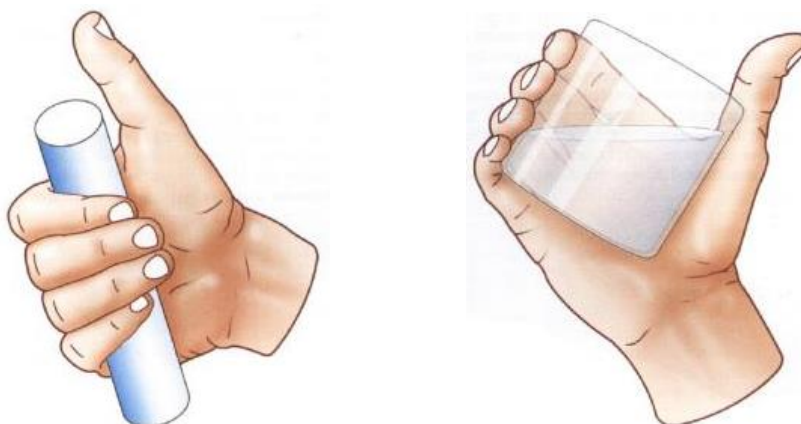
- La eficacia de la primera articulación carpometacarpiana y, en menor grado, de la cuarta y quinta metacarpofalángicas MCF.
- La rigidez relativa de la segunda y tercera articulaciones carpometacarpianas.
- La estabilidad de los arcos longitudinales del pulgar de los otros dedos.
- El sinergismo y el antagonismo equilibrado entre los músculos extrínsecos e intrínsecos de la mano.
- La aferencia sensorial adecuada de las áreas de la mano.
- Las precisas relaciones entre la longitud, movilidad y posición de cada hilera de dedos.” (Arias, 2012, pág. 22).

La prensión se divide en: presas digitales en la que interviene en su mayoría la acción de los dedos, presas palmares intervención de la palma para generar el agarre, y presas centradas donde el pulgar y los tres dedos terminales sostienen y el índice guía. (Kapandji, 2006)

Las presas palmares hacen intervenir, además, de los dedos, la palma de la mano. Son de dos tipos según se utilice o no el pulgar (Kapandji, 2006).

- a) La prensión digitopalmar: opone los dedos contra la palma, el pulgar no tiene participación y usualmente este agarre se lo utiliza para el manejo de una palanca o para sostener un volante (3-4cm de diámetro), ,, si el diámetro es mayor, la presa pierde la fuerza que ejerce para sostener el objeto.

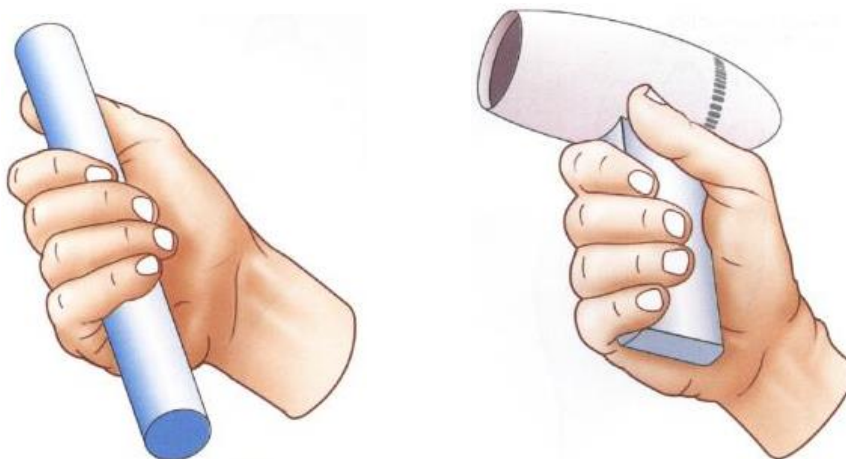
Figura 1-Prensión digitopalmar



Fuente: Fisiología articular. (Kapandji, 2006)

- b) La prensión palmar con la totalidad de la mano o la totalidad de la palma: se le atribuye el nombre de puño, dado que la mano básicamente se enrolla alrededor del objeto cilíndrico, en este caso la fuerza de prensión es mayor cuando el dedo pulgar y el índice entran en contacto o están muy cerca.

Figura 2-Prensión palmar con la totalidad de la mano o la totalidad de la palma

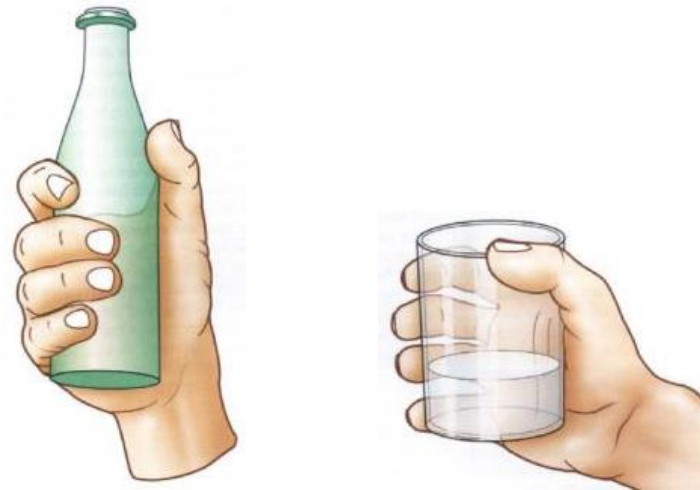


Fuente: Fisiología articular. (Kapandji, 2006)

- La presa palmar cilíndrica para objetos de gran diámetro: el volumen del objeto demanda libertad al máximo de separación y por ende el

bloqueo para mantener el objeto depende de la articulación metacarpofalángica.

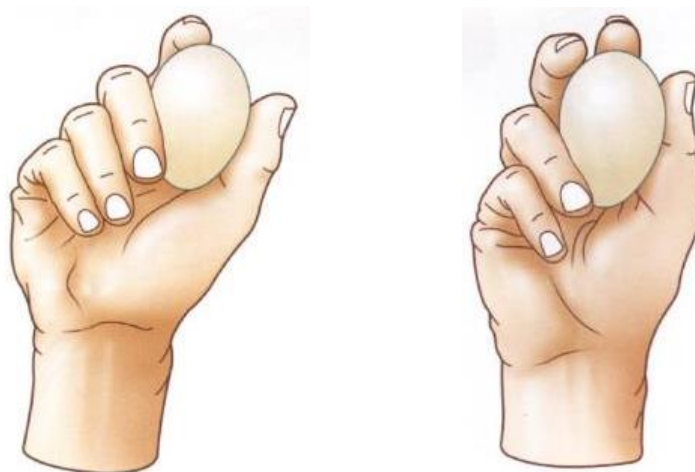
Figura 3-Presa palmar cilíndrica para objetos de gran diámetro



Fuente: Fisiología articular. (Kapandji, 2006)

- La presa palmar esférica: se utilizan tres, cuatro y hasta cinco dedos, con la ayuda de la presión del pulgar, al sostener un objeto este queda bloqueado por los distales del resto de los dedos que crean ganchos, al crear contacto palmar. (Kapandji, 2006)

Figura 4-Presa palmar esférica



Fuente: Fisiología articular. (Kapandji, 2006)

1.4 Anatomía de la muñeca y la mano

1.4.1 Articulaciones de la muñeca

La muñeca o carpo es un conjunto de huesos y estructuras de tejido blando; la estabilidad de la muñeca es clave para el correcto funcionamiento de los músculos flexores y extensores de los dedos, durante la prensión.

Tabla 1-Huesos del carpo

Huesos del Carpo	
<ul style="list-style-type: none"> • 1.Grande (GR) • 2.Ganchoso (G) • 3.Trapecio (T) • 4.Trapezoide (TZ) 	Distal
<ul style="list-style-type: none"> • 5.Piramidal (P) • 6.Semilunar (S) • 7.Escafoides (E) • 8.Pisiforme (PI) 	Proximal

Fuente: (Nordin & Frankel, 2012)

GR,G,T,TZ, se articulan con los metacarpianos para formar las articulaciones carpometacarpianas. P, S, E se articulan con la parte distal del radio para formar la articulación radiocarpiana; donde escafoides articula exclusivamente con el radio, semilunar articula en parte con estructuras cubitales. PI, potencia mecánicamente el músculo cubital anterior, además, forma su propia articulación con P. Entre las filas proximal y distal, se encuentra la articulación mediocarpiana, y de manera adyacente se encuentran las articulaciones intercarpianas. La parte distal del radio, el semilunar y el piramidal, se articulan con la parte distal del cúbito (Nordin & Frankel, 2012).

1.4.2 Articulaciones de la mano

La mano es el segmento final en la cadena mecánica de palancas, cuya movilidad comienza en el hombro, codo y muñeca, para brindar relativa facilidad de alcance a todas las partes

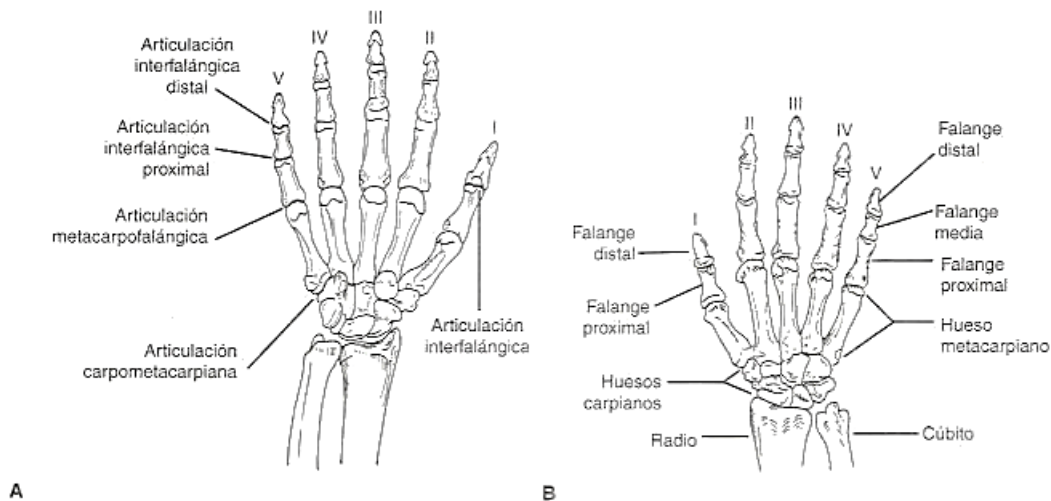
del cuerpo. Compuesta principalmente por un metacarpiano y tres falanges (dos en el pulgar), en cada hilera digital, numeradas desde radial a cubital en el siguiente orden:

- I. Pulgar
- II. Dedo índice
- III. Dedo corazón
- IV. Dedo anular
- V. Dedo meñique

Tabla 2-Articulaciones y huesos de la mano

Articulaciones	Huesos
Articulación distal interfalángica	Falange distal
Articulación proximal interfalángica	Falange media
Articulación metacarpofalángica	Falange proximal
Articulación carpometacarpiana	Huesos metacarpianos
Articulación interfalángica	

Figura 5-Esqueleto de la mano



Fuente: Biomecánica Básica del Sistema Músculoesquelético (Nordin & Frankel, 2012)

Según Panero & Zelnik, (2009) el estudio del movimiento articular, es una ciencia relativamente compleja, reconoce la siguiente terminología, y comparte el movimiento articular de la mano en los gráficos (A,B,C,D,E):

- Flexión: curvatura o reducción del ángulo que forman algunas partes del cuerpo.
- Extensión: enderezamiento o incremento del ángulo que forman algunas partes del cuerpo.
- Abducción: movimiento de un segmento del cuerpo más allá del eje medio de este o de la parte a que va unido.
- Adducción: movimiento de un segmento o combinación de segmentos del cuerpo hacia el eje medio de este o de la parte que están unidos
- Rotación media: giro hacia el eje medio del cuerpo.
- Rotación lateral: giro más allá del eje medio del cuerpo.
- Pronación: giro del antebrazo de manera que la palma de la mano se oriente hacia abajo
- Supinación: giro del antebrazo de manera que la palma se oriente hacia arriba.
- Eversión: giro del pie para que su planta se oriente hacia afuera.
- Inversión: elevación del pie para que su planta se oriente hacia adentro.

Figura 6-A. Ángulos de Supinación y Pronación



Figura 7-B. Ángulos de Flexión y Extensión

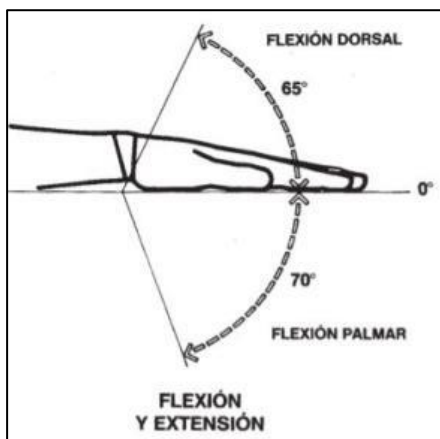


Figura 8-C. Ángulos de Desviación Radial y Ulnar

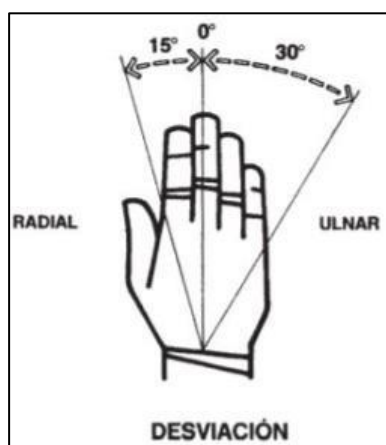
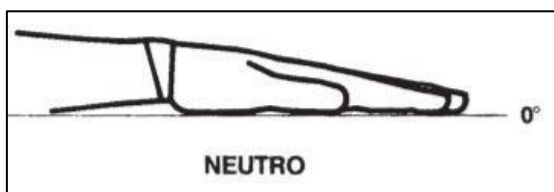


Figura 9-D. Ángulos de Hiperextensión



Figura 10-E. Ángulo Neutro



1.4.3 Músculos de la muñeca y de la mano

Tabla 3-Músculos de la muñeca

Músculos de la muñeca	
Músculos	Acción
• Flexores	
Cubital anterior	Flexión de muñeca; desviación cubital de la mano
Palmar mayor	Flexión de muñeca; desviación radial de la mano
Palmar menor	Tensión de la fascia palmar
• Extensores	
Primer y segundo radial	Extensión de muñeca; desviación radial de la mano
Cubital posterior	Extensión de muñeca; desviación cubital de la mano
• Pronadores y supinadores	
Pronador redondo	Pronación del antebrazo
Pronador cuadrado	Pronación del antebrazo
Supinador corto	Supinación del antebrazo
Supinador largo	Pronación o supinación, depende de la posición del antebrazo

Fuente: (Nordin & Frankel, 2012)

Tabla 4-Músculos de la mano

Músculos de la mano	
Músculo	Acción
Músculos extrínsecos	
• Flexores	
Flexor superficial de los dedos	Flexión de las articulaciones IFP y MCF
Flexor profundo de los dedos	Flexión de las articulaciones IFD IFP y MCF
Flexor largo del pulgar	Flexión de las articulaciones IF y MCF del pulgar
• Extensores	
Extensor largo del pulgar	Extensión de las articulaciones IF y MCF del pulgar, abducción secundaria del pulgar
Extensor corto del pulgar	Extensión de la articulación MCF del pulgar
Abductor largo del pulgar	Abducción del pulgar
Extensor propio del índice	Extensión del dedo índice
Extensor común de los dedos	Extensión de los dedos
Extensor propio del meñique	Extensión del meñique
Músculos intrínsecos	
Interóseos (todos)	Extensión de las articulaciones IFP e IFD y flexión de las articulaciones MCF
Interóseos dorsales	Separa los dedos índice y anular del dedo corazón
Interóseos palmares	Abducción del índice, anular y meñique hacia el dedo corazón
lumbricales	Extensión de las articulaciones IFP e IFD, y flexión de la MCF, del II al V dedo
• Músculos tenares	
Abductor corto del pulgar	Abducción del pulgar
Flexor corto del pulgar	Flexión y rotación del pulgar
Oponente del pulgar	Rotación del primer metacarpiano hacia la palma
• Músculos hipotenares	
Abductor del meñique	Abducción del meñique (extensión de las articulaciones IFP e IFD)
Flexor corto del meñique	Flexión de la falange proximal del meñique y rotación anterior del quinto metacarpiano
Abductor del pulgar	Abducción del pulgar

Fuente: (Nordin & Frankel, 2012)

Por otra parte, la musculatura de la mano es muy amplia, dividiéndose en aquella cuyo origen es la mano o musculatura intrínseca, la cual, contiene los músculos interóseos, lumbricales, los grupos musculares de la región del dedo meñique y dedo pulgar, y aquella musculatura cuyo origen es el antebrazo o extrínseca, cuya función es la flexión-extensión de los dedos de la mano. Esto, junto con el tejido fibroso que recubre la musculatura, compone las partes blandas de la mano (Vicente Gomar; José Hernández; J.H. Estudio Gráfico, 2014).

En el caso del presente proyecto, el usuario presenta espasticidad de GRUPO III, que representa la incapacidad total de extender el puño o los dedos, que se asocia con una parálisis mayor de extensores y supinadores del puño y los dedos (Vanerio, 1988).

1.4.3.1 Ligamentos de la muñeca y la mano

Ligamentos de la muñeca

Los ligamentos tienen la función de limitar el movimiento articular y aproximar las superficies articulares; en el caso de la muñeca, los ligamentos permiten inducir desplazamientos óseos y transmitir cargas originadas en los segmentos proximales o distales.

Tabla 5-Ligamentos de la muñeca

Ligamentos de la muñeca	
Ligamentos extrínsecos	Ligamentos intrínsecos
Proximal (radiocarpiano) <ul style="list-style-type: none"> • Lateral radial • Radiocarpiano palmar <ul style="list-style-type: none"> ○ Superficial ○ Profundo <ul style="list-style-type: none"> ▪ Radio-ecafoides-grande (radio-grande) ▪ Radio-semilunar ▪ Radio-ecafoides-semilunar • Complejo cúbitocarpiano <ul style="list-style-type: none"> ○ Menísco homólogo (radio-piramidal) ○ Fibrocartílago triangular (disco articular) ○ Ligamento lateral cubital ○ Ligamento cúbito-semilunar • Radiocarpiano dorsal Distal (carpometacarpiano)	Corto <ul style="list-style-type: none"> • Palmar • Dorsal Intermedio <ul style="list-style-type: none"> • Semilunar-piramidal • Escafoides-semilunar • Escafoides-trapecio Largo <ul style="list-style-type: none"> • Intercarpiano palmar (V, deltoideo) • Intercarpiano dorsal

Fuente: (Nordin & Frankel, 2012)

Ligamentos de la mano

Las articulaciones de los dedos han sido diseñadas para funcionar en flexión. Cada articulación tiene ligamentos laterales firmes a ambos lados, además, de una gruesa cápsula reforzada por una estructura fibrocartilaginosa conocida como lámina palmar. Las articulaciones de los dedos funcionan en dirección de la flexión; los ligamentos se relajan cuando se realiza una hiperextensión de las articulaciones metacarpofalángicas, mientras que cuando estas están en flexión completa, los ligamentos se tensan (Nordin & Frankel, 2012).

El ligamento intermetacarpiano transverso conecta las láminas palmares y da estabilidad adicional a la región metacarpofalángica. Los ligamentos laterales accesorios son

inmediatamente palmares a los ligamentos radiales y cubitales, originados en el metacarpiano que luego se insertan en la lámina fibrocartilaginosa palmar; esta a su vez sobre la superficie palmar de la metacarpofalángica se inserta firmemente a la base de la falange proximal y de manera no tan firme a la superficie palmar del cuello del metacarpiano. Refuerza la cápsula articular y limita el pinzamiento de los tendones flexores (durante flexión). La hiperextensión de la articulación metacarpofalángica, también, es limitada por la lámina palmar; las láminas palmares son conectadas por ligamentos metacarpianos transversos, que conectan cada lámina a su vecina (Nordin & Frankel, 2012).

1.4.4 Dispositivos de agarres prensiles y dispositivos de asistencia para el agarre prensil

Se ha desarrollado una serie de productos encaminados a ayudar con la función prensil, así como con la extensión de la mano y sus partes, además, de objetos que ayudan a la sujeción de objetos por medio de la asistencia.

Es el caso de Exo-Glove Poly, que es un asiste en el movimiento a personas que tienen limitaciones motrices en las manos. Y posee las siguientes características:

Figura 11-Exo-Glove Poli



Autor: Un robot portátil suave a base de polímero para la mano con un sistema de actuación impulsado por tendones (Kang, Lee, In, Chung, & Cho, 2016).

- Material: Silicona, cable de acero (pseudotendones), actuadores.

Tabla 6-Materiales Exo-Glove Poli

Nombre	Característica	Imagen
--------	----------------	--------

Silicona	Polímero inorgánico, resistente a temperaturas extremas y a la intemperie, es un gran aislador de electricidad, invulnerable a la deformación, además, tiene larga durabilidad y su uso es utilizado a nivel sanitario y alimenticio.	
Cable de acero (inoxidable)	Hilos de hierro que conforma un solo cuerpo, posee resistencia a la abrasión, la corrosión, al óxido, y aparte es flexible.	
Actuadores	Son dispositivos que tienen la función de dotar de fuerza para generar una acción, estos se clasifican según el origen de su fuerza, en hidráulicos, neumáticos o eléctricos.	

Fuente: Elaboración propia

- Función: Permite realizar una fuerza de hasta 20 Newtons en un agarre fino con los dedos y hasta 40 Newtons en un típico agarré fuerte de la mano.
- Forma: Se adapta a la mano del usuario, respeta las dimensiones propias del solicitante del producto.
- Diseño: El diseño le da un toque de maleabilidad y ligereza, a pesar de que el diseño está enfocado a la funcionalidad.
- Medidas: Van de acuerdo a las medidas propias de la mano del paciente.

Así, también, es el caso de Dexmo F2 cuya finalidad es rehabilitar y captura el movimiento.



Figura 12-Dexmo F2



Autor: Dexta Robotics, (2019). Dextarobotics.[figura]. Recuperado de:
<https://www.dextarobotics.com/en-us>

- **Material:** Compuesto por una serie de actuadores, mecanismos, aluminio y plástico.

Tabla 7-Materiales Dexmo F2

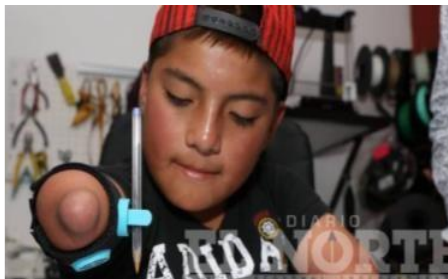
Nombre	Característica	Imagen
Aluminio	Es un elemento conocido por su maleabilidad, tiene gran resistencia, inhibe la corrosión y tiene un largo tiempo de vida útil.	
Plástico	Lo más sobresaliente de esta serie de sustancias es su elasticidad y flexibilidad, es liviano y muy resistente a la degradación biológica, es barato y reciclable.	

Fuente: Elaboración propia

- **Función:** Este objeto ayuda a que las personas con algún tipo de afección motriz realicen rehabilitación digital.
- **Forma:** Es una especie de araña que posee extensiones (patas), y en cada extremo posee un aro que encaja y sujeta cada uno de los dedos.
- **Diseño:** El diseño se basa única y exclusivamente en la funcionalidad, puesto que no existe ningún componente que lo haga ver estéticamente “bello”.
- **Medidas:** Van según las medidas del promedio de la mano de un niño o un adulto

Inclusive se ha llegado a desarrollar productos, que recrean la funcionalidad de agarre, de una manera muy sencilla y a costos bastante accesibles, lo desarrolla así Mani:




Figura 13-Mani




Autor: Sebastián Arroyo y Leonardo Castro, (2018). “Mani”, un dispositivo ortopédico que se inventó para cambiar vidas.[figura]. Recuperado de: <https://www.elnorte.ec/mani-un-dispositivo-ortopedico-que-se-invento-para-cambiar-vidas/>

- Material: Neopreno, esponja, velcro, imanes y piezas plásticas.

Tabla 8-Materiales Mani

Nombre	Característica	Imagen
Neopreno	Es un material conocido por su resistencia al ozono, a la luz solar, no se distorsiona con la flexión y posee cierta resistencia a agentes químicos y tolerante a agentes químicos.	
Esponja	La esponja utilizada en sus inicios con fines sépticos de aseo personal, posee poros, lo cual, la hace absorbente, es muy reconocida por ser ocupada para dar comodidad y suavidad en los objetos.	
Velcro	Este es un material usado para unir, sujetar e incluso cerrar algo, a través de sus superficies, compuestas por ganchos y bucles.	

Imanes	Es un cuerpo que tiene dos polos (positivo y negativo), posee magnetismo, atrae otros imanes y ciertos ferrometales.	
--------	--	---

Fuente: Elaboración propia

- **Función:** Ayuda a recrear la sujeción de objetos cotidianos, como lápices, cucharas, etc.
- **Forma:** Es un brazalete que se ajusta al muñón del brazo o antebrazo del usuario.
- **Diseño:** Basado en la funcionalidad, no posee diseño estético como tal, sin embargo, cubre necesidades de ajuste, transpirabilidad, etc.
- **Medidas:** Generalmente posee una altura de 10 cm. Y una anchura de 25 cm, pero estas dimensiones son readaptadas, según sea el caso.

Órtesis férula para niños

Se ha encontrado una ortesis-férula exclusiva para el caso de secuelas por poliomielitis, utilizada principalmente en la edad temprana, es decir para niños.

Figura 14-Órtesis férula para niños




Autor: Aliexpress, (2019). Interhome.[figura]. Recuperado de:

<https://es.aliexpress.com/i/32775780696.html>

- **Material:** Base plástica, correas elásticas.

Tabla 9-Materiales Órtesis férula

Nombre	Característica	Imagen
Elástico	Tienen la capacidad de resistir un cierto tipo de fuerza que deforma el material, mismo que luego regresa a su estado original.	

Fuente: Elaboración propia

- **Función:** Este producto inhibe el espasmo del músculo flexor, mantiene los dedos articulaciones metacarpofalángicas y articulaciones de extensión completa, articulaciones metacarpofalángicas y evita la deformidad de la flexión de la articulación del dedo. Alivian eficazmente el accidente cerebrovascular, infarto cerebral, accidente cerebrovascular y los calambres de otros pacientes.
- **Forma:** Es una especie de manopla rígida.
- **Diseño:** Denota la simplificación de la forma, que inicialmente partió de la mano, y que mantiene esta forma principal para el consecuente desarrollo en conjunto, con las correas sujetadoras.
- **Medidas:** 10cm x 12,3cm o 10cm x 16cm
12,5cm x 15cm o 12,3cm x 18,5cm

Saebo Glove

Se observa el innovador Guante Saebo, ha sido desarrollado para las personas que necesitan la reincorporación de su mano, a las actividades diarias. Se tiene las siguientes características:


Figura 15-Saebo Glove



Autor: Saebi, (2019). Saeboglove.[figura]. Recuperado de:
<https://www.saebo.com/shop/saeboglove/>

- **Material:** Los materiales que conforman el producto son piezas plásticas, guante de neopreno, resortes (extensores).

Tabla 10-Materiales Saebo Glove

Nombre	Característica	Imagen
Resorte	Capaz de almacenar energía y desprenderse de esta sin deformación alguna y depende el tipo, soportan la tracción y la compresión.	

Fuente: Elaboración propia

- **Función:** Ayuda a los clientes que sufren de lesiones neurológicas y ortopédicas a incorporar su mano funcionalmente en la terapia y en el hogar. El sistema de tensión patentado extiende los dedos de los clientes y el pulgar después de agarrar. Una fuente de energía permite que los controladores funcionen.
- **Forma:** Es un guante que ha incorporado dos partes, mismas que van acorde a las formas y dimensiones propias de la extremidad superior.
- **Diseño:** Compuesto por Saebo Reach (incorpora muñeca, mano y codo) y Saebo Flex (manopla que sujeta muñeca, palma y dedos), Saebo es una férula de alto perfil y estilo aparejo.
- **Medidas:** Completamente comprometidas a las medidas exclusivas del paciente.

1.5 Materiales y Mecanismos

La calidad de los materiales de la superficie de contacto influye en la comodidad del encaje. Los materiales de la estructura afectarán la resistencia y el peso de la prótesis completa. Cada individuo es cuidadosamente evaluado en consideración de su estilo de vida, esperanzas y

características físicas. El protésico está informado acerca de cómo trabajar con materiales tradicionales como madera, acero y cuero, así como, también, materiales de era espacial como titanio, fibra de carbón, y plásticos (Chamorro, s.f.).

Entre los materiales más comunes, se encuentran:

1. Velcro: Marca registrada por Velcro Industries BV. Su composición está dada por la poliamida nylon 66. Este material consta de dos cintas, una de ellas contiene ganchos, y la otra cinta tiene bucles delgados, lo cual, proporciona el cierre. La gran ventaja del velcro es que resiste tanto al calor, como al frío, y ciertos químicos ya sean ácidos o alcalinos (Ecured, S.F.).
2. Neopreno: Conocido técnicamente como policloropreno, es una especie de caucho sintético con amplias propiedades, como la resistencia al ozono, luz solar, cambios climáticos, agentes químicos, además, es flexible, elástico, resiste a la torsión e incluso es aislante térmico, eléctrico y acústico (Serrano, 2015).
3. Poli Ácido Láctico (P.L.A.): Este material se produce a partir de materias primas renovables. Se ha utilizado ampliamente en áreas como la medicina, industria textil, empaquetado, al ser un material muy versátil se ha utilizado, para hacer tazones, tazas, envases transparentes, envases de leche, confección de toldos, tapicería, implantes de huesos o en tejidos (Alberto, s.f.).

La impresión 3D se efectúa cuando una pieza es creada mediante la superposición de capa por capa, se denomina este tipo de fabricación como “aditiva”. (Berchon & Luyt, 2016)

La impresión comienza con un modelado digital 3D, luego el modelo 3D se secciona en capas 2D mediante el ejercicio de la impresora, el filamento alimenta al extrusor, y al cabo de múltiples capas 2D sobre la bandeja de impresión, se comienza a crear el objeto 3D (Makerbot, 2017).

La impresión 3D ha sido ampliamente utilizada en varios campos, como lo son: la ingeniería, el diseño de productos, tecnología, medicina, arquitectura, entretenimiento, por mencionar los que más han logrado destacarse (Makerbot, 2017).

“Los mecanismos están compuestos por elementos. Todos los elementos de un mecanismo tienen posibilidad de movimiento excepto uno, denominado elemento fijo. Los elementos están compuestos por partículas materiales, que se desplazan

relativamente unas con respecto de otras cuando el elemento se encuentra bajo la acción de fuerzas exteriores” (Avello, 2014, pág. 2).

Un mecanismo es una combinación de cuerpos rígidos o resistentes, conectados entre sí, de modo que el movimiento relativo entre los elementos individuales está restringido (Roda, Mata, & Albelda, 2016).

Los mecanismos son los elementos de una máquina destinados a transmitir y transformar las fuerzas y movimientos desde un elemento motriz, llamado motor a un elemento receptor; permite al ser humano realizar trabajos con mayor comodidad y/o, menor esfuerzo (o en menor tiempo) (Landín, 2011, pág. 3).

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Enfoque de Investigación

Esta investigación tiene un enfoque cualitativo debido a que se va a analizar las cualidades únicas de las personas con secuelas de poliomielitis en extremidades superiores. Es inductiva porque genera una reacción en el usuario, además, no se repite ni se generaliza este estudio; puesto que no es de índole hipotético, sino de generación de cuestionamientos mientras se desarrolla el estudio, se hace énfasis en validar las investigaciones recolectadas tanto de la presión palmar como de las secuelas de la poliomielitis a través de la recolección de datos, que se efectúa por medio del registro sistemático de documentos de diversa índole, y de la realización de entrevistas, observaciones o grupos de discusión, mismos que ayudarán a generar una retroalimentación para la obtención de resultados, cuyo método flexible, evoluciona y es recursivo permite asumir los pasos necesarios para el trabajo. En el ambiente de investigación la exploración, descripción y creación de perspectivas teóricas serán generadas por la acción indagatoria, la cual, entra en contacto con la identificación de informantes, reconocimiento de la situación, análisis de factibilidad, familiarización con el individuo que posee secuelas de poliomielitis, existe una sensibilización con el entorno objetivo. Es de carácter naturalista porque se estudia aquello que está vivo, es interpretativo porque genera un sentido lógico, porque se estudian los fenómenos que suceden en personas con secuelas de poliomielitis en extremidades superiores, así mismo, el comportamiento del usuario elimina prejuicios y creencias a través de la ética.

2.2 Tipo de investigación

Método: investigación-acción

El método de investigación-acción es un método que investiga problemáticas sociales específicas en el caso del proyecto se investigarán temas vinculados a la presión, datos sobre la poliomielitis, etcétera, es un tema que requiere solución y afecta a un grupo de personas o en este caso, a una sola persona cuyas características son excepcionales; la característica de este método es que la enseñanza es semejante a un proceso de investigación, en el que se genera un aprendizaje, profundiza en los temas de enfoque, los cuales, se ven representados en los objetivos, cuya información se diagnosticará, luego se pone en acción las propuestas materializadas en propuesta para, finalmente, valorar el o las opciones con el fin de obtener

el prototipo que represente mayor viabilidad para el usuario con desventajas por las secuelas de poliomielitis.

2.3 Unidad de estudio

En el presente estudio se tiene a un único usuario como unidad de estudio, el señor Vinicio Zapata con 51 años, quien ha padecido secuelas de la poliomielitis a nivel de su extremidad superior izquierda, después de la infección viral a los 2 años, y una de sus mayores dificultades se presencian al momento de generar prensión, lo cual, le imposibilita manipular ciertos objetos; se decidió tomar a una sola persona, puesto que a pesar de existir casos muy similares en el mundo, ninguno es idéntico, cada persona posee características de diferente índole, esto crea una gran diversidad entre el grupo de personas que padecen secuelas de poliomielitis, entre estas características se mencionan las dimensiones, la apariencia, la edad, la fuerza, los ángulos, el movimiento, etcétera.

2.4 Tipo de recolección de la información

Las técnicas a utilizarse para recolectar información serán la entrevista y la observación, en que la entrevista tiene como objetivo crear un ambiente propicio para el intercambio de conocimientos a través del diálogo, el cual, proporciona datos anecdóticos sobre la incapacidad que posee la persona sobre la manipulación de objetos, al poseer secuelas de la poliomielitis en una de sus extremidades superiores. Para el registro de los datos se usa un formato de entrevista con preguntas estructuradas, las cuales, serán preparadas con anticipación al momento de la reunión con el entrevistado; y la guía de preguntas semiestructuradas que, además, de contar con una lista de preguntas ya establecidas, también, facilitan la introducción de preguntas oportunas con respecto al movimiento, necesidades y requerimientos que posea el individuo.

Por otro lado, la técnica de la observación permite visualizar conductas habituales de los movimientos que realiza la extremidad con secuelas de poliomielitis, cómo se desarrollan estos movimientos en su medio natural y ayuda, también, a la recolección de información a detalle y gráfica (fotografías, videos) que certifiquen la veracidad del instrumento.

En cambio, para la técnica de observación se utiliza instrumentos como la ficha de observación directa que permite la recolección detallada y gráfica sobre tamaño, forma, de

la extremidad, la escala numérica es implementada en ocasiones en donde se haya analizado la fuerza, dolor, etc. Es decir, es utilizado si se requiera catalogar en intervalos a los diferentes análisis al que el individuo se someterá.

2.5 Estudio de caso

Stott y Ramil (2014), afirman: “Los estudios de caso son un útil modelo de investigación para recabar información en contextos de la vida real” (p.3). Y, además, describen un proceso genérico dividido en los siguientes pasos:

Paso 1: Iniciación del trabajo

Paso 2: Preparación para la visita

Paso 3: Realización de la visita

Paso 4: Confección del estudio

Paso 5: Difusión del trabajo

2.5.1 Paso 1: Iniciación del trabajo

2.5.1.1 Entender los objetivos:

El señor Segundo Vinicio Zapata Simalesa, de género masculino, con cédula 170930554-2, nacido un 28 de abril de 1966 con edad actual de cincuenta y dos años, es ecuatoriano cuya ciudad de origen es Santo Domingo de los Tsáchilas, pero que en la actualidad reside en Ambato, en la Av. Oriente y Quevedo sector Huachi Loreto; su estado civil es casado, tiene dos hijos. Es propietario de Ariel Sport, negocio dedicado a la venta de calzado deportivo a domicilio. Las actividades realizadas comúnmente por él son: planchar, cocinar, conducir, cargar cajas, pero la actividad que mayormente realiza es la conducción de su vehículo.

El paciente posee secuelas de poliomielitis a nivel de su brazo izquierdo, este presenta poca musculatura desde el hombro, hasta los dedos, además, de atrofia muscular, esquelética, tendinosa, etcétera. El movimiento que posee en este miembro es tenue, cabe mencionar que las características citadas se deben a la denervación ocasionada por el virus.

La información que se ha obtenido es empleada para la construcción de un dispositivo de presión palmar, garantiza de esta manera que el estudio se encuentra enfocado y aborda los requerimientos necesarios del destinatario.

Este proyecto tiene cabida en la ciudad de Ambato, Tungurahua-Ecuador, y su impacto es un aporte para Vida digna y salud integral, así como proyectos que hayan contribuido a la movilidad de la mano, ayuda a la generación de presión palmar, en personas que hayan perdido o tengan nula capacidad de crear movimiento de la extremidad superior.

La investigación es realizada por Ariana Lissette Zapata Criollo (autora del estudio), tanto por el parentesco familiar que existe con la persona a estudiar, como por la facilidad para la recolección de información, lo cual, permite tener una visión interna y externa.

El estudio de caso ayuda a contrastar los objetivos planteados en la página 4, suscitados al inicio del presente proyecto. Se verán inmersas metodologías de recopilación y revisión de datos, mismas que han sido descritas con detalle en el ítem “2.4”, correspondiente al subtema “Tipo de recopilación de la información”, dentro del CAPÍTULO 2 de la metodología.

2.5.2 Paso 2: Preparación para la visita

Este punto desarrollado en el CAPÍTULO 1, correspondiente al Estado del Arte ayuda a la familiarización con el estudio, a través de la revisión de la documentación, misma que es proveniente de encuestas, libros, internet, artículos, informes, etcétera.

Se tiene que establecer contactos clave, lo cual, supone un gran apoyo logístico, se trata de contactos a quien se acude para realizar consultas con respecto al desarrollo del estudio, de tal manera que los datos de los contactos son registrados e incluidos, cuidadosamente en la base de datos debida (Se opta por un consultor local para la investigación; si esta alternativa es usada, el consultor o consultores locales, reciben una sesión informativa, y depende el caso, capacitación.)

Para crear contacto entre la investigación y el investigado, se identifica el escenario según requiera los objetivos de los métodos de recolección de información, se necesita de un espacio cómodo para el investigado, por ende, el domicilio del caso es el lugar donde se efectuarán la mayoría de los datos; las fechas y horarios se acordarán previamente con el señor. Toma en cuenta los principios éticos que propone la investigación:

- Mantener los principios de forma coherente en el modo de llevar a cabo la investigación
- Respetar a los participantes
- Ser conscientes de las posibles consecuencias de la investigación
- Respetar la confidencialidad / anonimidad si se le solicita
- Verificar que las fuentes están de acuerdo con el modo en que se está emplea
- la información que hubieran facilitado (Stott & Ramil, 2014).

Según Stott & Ramil, (2014), sugieren que los investigadores del estudio de caso mantendrán un programa detallado sobre las entrevistas, data el lugar, datos del entrevistado, si acaso que se encuentra algún problema que afecte el desarrollo normal de las actividades. Se deja un tiempo prudencial para la siguiente sesión.

2.5.3 Paso 3: Realización de la visita

Los contactos locales, ayudan a rellenar los vacíos existentes en la redacción del proyecto, de tal manera que, si llega a existir algún tipo de cuestión en cuanto al desarrollo, estos contactos llegarán a contribuir de un modo tanto formal, como informal.

Las visitas tienen como objetivo confirmar, ajustar y rechazar conclusiones obtenidas a partir de la información recopilada en la revisión documental; los datos serán registrados muy cuidadosamente con fechas y datos de origen, esto da veracidad al proyecto. Además, se incluye paso a reflexiones, pensamientos y observaciones.

Después de obtenidos los datos suficientes se ha recomendado hacer una reunión, cuyo fin es dar a conocer a los resultados de los datos obtenidos, para contrastación, así mismo aportar ideas y puntos de vista. Se recomienda que el taller no dure mucho tiempo, ni que sea muy grande.

2.5.4 Paso 4: Confección del estudio

En esta parte se detalla el Procesamiento y análisis de la investigación.

Observación

Mediante fichas de observación se recopiló con detalle, cuestiones como Obtención de las medidas antropométricas, Reconocimiento de las tareas cotidianas, Análisis del diámetro propicio, Reconocimiento de los ángulos de la mano, Reconocimiento de la dirección de la prensión, en fin diferentes objetivos que surgieron de la necesidad que se tenía para prototipado del dispositivo con respecto al usuario, los detalles se encuentran en los anexos, constan como fichas de observación. Toda esta recopilación ayudó a tener datos estables del usuario y ayudan a sustentar con mayor credibilidad lo desarrollado a lo largo de la investigación.

Análisis

El análisis ha sido tomado como una recapitulación y opinión sobre el tema propuesto en este proyecto, se parte con el preludeo que ofrecen los profesionales conocedores del tema, como es el de la fisioterapeuta quien ayudó para el conocimiento del estado de la extremidad del usuario objetivo, gracias a esto se tomaron en cuenta temas que sin duda han sido puntos relevantes para fijar estándares en el objeto a diseñar. Además, con el análisis del fisioterapeuta se verificó desde un inicio que el dispositivo no debía tener otro objetivo más que el de ser un objeto de asistencia. Y que se debía tomar en cuenta aspectos anatómicos propios de la extremidad superior.

En la primera ficha de observación, cuyo objetivo era el de “Obtener las medidas antropométricas del usuario”, se obtuvieron las medidas del usuario de manera detalladas, puesto que por medio de la obtención de estas se logra aplicar en el modelo computarizado/digital. Se han hecho presentes las mediciones del largo, alto y circunferencia, pasan por las diferentes partes inician desde la parte proximal a la persona, el brazo, la muñeca, la mano hasta llegar a la parte distal los dedos.

En la segunda ficha de observación, con el objetivo intitulado “Reconocer las tareas diarias que realiza el usuario”, se reconoció que, según la tabla de actividades del hogar, se registra mayor actividad durante la acción de cocinar, seguida consecuentemente por la acción de la limpieza y según la tabla de actividades del trabajo, se registra que la mayor cantidad de tiempo, la consume el transporte/conducción, seguido por la actividad de ver stock.

En la tercera ficha de observación, “Analizar el diámetro propicio para accesorio” De acuerdo con los datos obtenidos, se ha encontrado que a partir del 1.0 al 3.4 centímetros de

diámetro, el individuo realiza la apertura sin mayor problema; mientras que desde el 3.5 al 4.0 centímetros de diámetro la apertura llega a ser dificultosa y el estudiado presenta incomodidad.

En la cuarta ficha de observación, “Reconocer los diferentes ángulos que posee el brazo del usuario” Se ha reconocido los diferentes ángulos a tomar en cuenta para especificar y generar la presión de apertura, además, de tomar en cuenta para la proyección al dispositivo.

- Ángulos de acuerdo a inclinación de los dedos: con una media de ángulo extrínseco de 340’ y una media de ángulo intrínseco de 40’.
- Ángulos de acuerdo a apertura de mano: con una media de ángulo extrínseco de 260’ y una media de ángulo intrínseco de 100’.
- Ángulos de acuerdo a relación mano-muñeca-brazo: con una media de ángulo extrínseco de 167.5’ y una media de ángulo intrínseco de 192.5’.
- Ángulos de acuerdo a grado de inclinación en relación mano-muñeca-brazo (vista superior): con una media de ángulo extrínseco de 221.5’ y una media de ángulo intrínseco de 138.5’.

En la quinta ficha “Identificar la dirección para la presión.”, Se identificó que la tarea propicia para concretar la presión es la de la apertura, también, conocida como extensión en este caso de los dedos de la mano.

2.5.5 Paso 5: Difusión del trabajo

En esta parte del proyecto cabe señalar que el canal de difusión principal, es el de la materialización del dispositivo propuesto, es decir, el producto es elaborado mediante métodos que permitan la apreciación física de este; posteriormente se data la evidencia principal de este trabajo en una presentación por diapositivas, que da cabida a que la defensa previa a la obtención del título. Finalmente, la información contenida en el trabajo es subida al repositorio virtual de la Pontificia Universidad Católica Sede Ambato.

2.6 Propuesta de la investigación

Metodología de diseño

De acuerdo con la metodología de diseño industrial de Bernd Lobach, se declara al proceso de diseño, como un proceso de soluciones hacia un problema, donde las fases para resolverlo

se entrelazan y crean la posibilidad de avanzar y retroceder entre cada una. Consta de cuatro fases: Análisis del problema; Solución del problema; Valoración de las soluciones; Realización de las soluciones. Donde:

2.6.1 Análisis del problema

por medio de los datos sobre las secuelas de poliomielitis en la extremidad superior que presenta el usuario y cómo le afecta al desarrollo de la prensión palmar. Para la realización de esto es necesario contar con herramientas como la entrevista, uso de fichas, recolección de información gráfica como grabaciones y fotografías, toma de medidas, evaluación del movimiento.

Tabla 11-Declaración de la misión para el nuevo producto

Enfoque	Descripción
Descripción del Producto	Dispositivo encaminado para generar el sostén de objetos, en una extremidad cuyos músculos atrofiados producen debilidad para realizar acciones.
Propuesta del Valor	Se propone un accesorio que al ser implementado ayuda a sostener, posee materiales resistentes y duraderos.
Objetivos de Negocio	Lograr que, mediante el apoyo de la extremidad sobre el objeto, se logre mantener estabilidad, brindan mayor seguridad y comodidad al cliente.
Mercado Primario	Vinicio Zapata
Mercado secundario	Personas con secuelas de poliomielitis en extremidades superiores
Suposiciones y restricciones	Alcance congruente a las medidas que posee el usuario en su extremidad. Tener en cuenta la capacidad de apertura de la mano. No excederan en peso, este es resistible para el paciente.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12-Lista de Necesidades

Lista de Necesidades	Imp.
Funcionales: Se refieren a los principios físico-químico-técnicos de funcionamiento de un producto. Consiste en satisfacer los requerimientos más básicos del producto: Mecanismos, Confiabilidad, Versatilidad. Resistencia	1-5
El objeto cuenta con mecanismos de ajuste	5
Mecanismos de movimiento	2

Materiales resistentes a la manipulación repetitiva	3
Materiales resistentes a la deformación	1
El objeto tiene un peso ligero	4
Uso: Necesidades que nacen de la interacción directa entre el producto y el usuario: Practicidad en la relación producto-usuario, Seguridad el producto, Mantenimiento, Reparación, Manipulación: relación producto usuario, biomecánica, Antropometría: relación dimensional entre el producto-usuario, Ergonomía: la óptima adecuación entre un producto-usuario en cuanto a los límites de ruido, temperatura, iluminación, peso, Percepción: la adecuada captación del producto o sus componentes por el usuario	
Los componentes del objeto serán desmontables	4
El material brinda higiene	2
Facilidad al momento de limpiar	1
Los componentes serán sustituibles	3
El objeto da a conocer a simple vista, el modo de uso	5
Estructurales: Necesidades a nivel de componentes, partes y elementos, Número de Componentes, La cantidad de componentes, Carcasa, Sistemas de ensamble, El sistema de integración, Centro de gravedad, Estructurabilidad, Funcionalidad de los distintos componentes, partes y elementos	
Sinergia entre mecanismo, mango y manilla	4
La carcasa protege al mecanismo	1
Ensamble mediante tornillos	3
Estructurabilidad por encaje	2
Las partes funcionan como un todo	5
Formal o expresiva: Se refieren a los caracteres estéticos de un producto: Estilo, Unidad, Interés, Equilibrio, Superficie.	
Posee un estilo	3
El estilo es aplicado a nivel de todo el objeto	2
El tamaño corresponde a las medidas necesitadas por el paciente	4
Cada componente tiene concordancia entre sí	1
Existirán zonas con superficies rugosas o viscosas que le permita aferrar la extremidad al objeto	5
Materiales: Se refieren a las necesidades de resistencia y propiedades del material.	
Resistencia a la abrasión	1
Resistencia a la deformación por el calor	3
Los materiales utilizados brindarán comodidad al contacto con la piel	5
No es un material tóxico	4
No se recalienta al exponerse al calor	2

Social: Necesidades relacionadas al bienestar social y personal	
Brindarán seguridad	5
Cumplirán con su objetivo	3
Es fácil de intercambiar	2
Es de fácil transporte	1
El material es duradero, genera menor impacto ambiental	4
Psicológicas: Relación con las emociones o sentimientos de la persona: Comunicación, seguridad, afecto.	
Ayuda a que la persona se sienta autosuficiente	5
A la vez genera seguridad con respecto a sus actividades	4
Incurre en que su nivel de confianza aumente	3
Acoge esta ayuda y la hace parte de su vida	2
Mejora su relación con el objeto a manipular por medio del implemento	1
Técnico-productivas: Medios y métodos de manufacturar un diseño. Bienes de capital y mano de obra, Modo de producción, Normalización y Estandarización, Prefabricación, Lay Out, Línea de producción, Materias primas, Tolerancias, Control de calidad, Proceso productivo, Estiba, Embalaje, Embalar, Costo de producción	
Elaboración de prototipos	5
Búsqueda de elementos semejantes que cubran requerimientos de funcionalidad	2
Impresión 3D	4
Ensamble	3
Embalaje	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13-Jerarquización de Necesidades

Num.	Jerarquización de Necesidades
1	El objeto cuenta con mecanismos de ajuste
2	El objeto tiene un peso ligero
3	El objeto da a conocer a simple vista, el modo de uso
4	Las partes funcionan como un todo
5	El tamaño corresponde a las medidas necesitadas por el paciente
6	No es un material tóxico
7	Brinda seguridad
8	Ayuda a que la persona se sienta autosuficiente
9	Los materiales utilizados brindarán comodidad al contacto con la piel
10	Es fácil de transportar
11	Facilidad al momento de limpiar
12	No se recalienta al exponerse al calor
13	Los componentes serán sustituibles


Fuente: Elaboración propia

2.6.2 Solución del problema

Es elaborar ideas a partir de los criterios, se establece dos métodos para solucionar problemas, el de prueba y error, y el de esperar la inspiración. Se crearán soluciones que ayuden con la generación de presión palmar y tiene en cuenta los problemas de las secuelas. Es de gran ayuda el uso de herramientas como el brainstorming, así como el moodboard que, finalmente, ayude a encontrar un elemento gestor que sirve para la realización de síntesis en el proceso de bocetaje.

Como parte inicial se tiene el cuadro de necesidades y métricas

Tabla 14-Lista de Métricas y necesidades

Métrica Numérica	Necesidad	Métrica	Factor determinado
1	Mecanismos de ajuste	Uso de velcros (1cm., 1.5cm., 2cm.)	El mecanismo (bucle y gancho) que posee el velcro, hace que este material sea el propicio para generar el ajuste necesario entre el dispositivo y el brazo del paciente. Su utilización permite un ajuste cómodo. 
2	Peso ligero	Materiales plásticos con tolerancia de hasta 1.5 mm.	Uso de materiales poliméricos sintéticos, hay de diferentes grosores. Aplicación de la impresión 3D con materiales como el PLA. La impresión 3D da libertad de tolerancia de hasta 1,5mm. con respecto al grosor.
3	El objeto fácil de emplear	Reconocimiento de partes	El objeto se establece en la mente del usuario, para esto es necesario medir cuán entendible resulta ser el modo de uso del objeto, a través de la decisión del usuario.
4	Interconexión de las partes	Mecanismos funcionales en un espacio de 31.3 cm.	El mecanismo de hale, instaurado es el precursor inicial del movimiento requerido por el objetivo del proyecto; de tal manera que el mecanismo "A" inicia en la parte ubicada sobre el brazo, al ser halado, este lleva consigo a la parte "B" que funcionan como pseudotendones sobre la mano, y que al ser haladas estas, inmediatamente conduce a la parte "C" perteneciente a la manopla; dan como resultado una interconexión entre las partes.

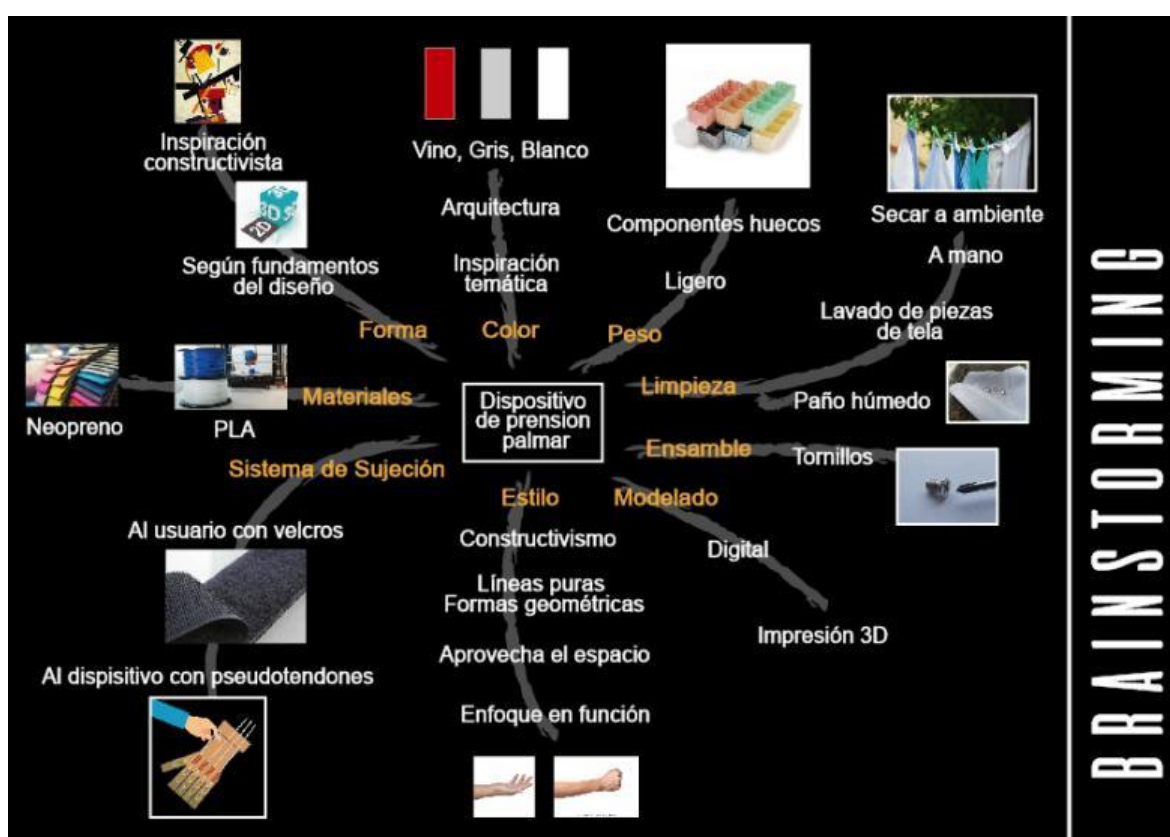
5	El tamaño corresponde a las medidas necesitadas por el paciente	Antropometría propia del usuario	Datos detallados sobre las medidas como el grosor, alto, ancho y particularidades a nivel de muñeca, mano y dedos del paciente. Su uso ayuda a la aplicación para maquetación y así ,también, en el modelado del objeto.
6	Material no tóxico	Amigable con el ambiente y el usuario.	El PLA, es un material derivado de materias primas naturales como el maíz, que se obtiene por medio de la extracción del almidón y la aplicación de la polimerización. El tiempo de degradación es menor en comparación con un plástico convencional, este es de 80 años, pero si se lo expone a procesos de compostaje, este demora 6 meses aproximadamente en degradarse. No existen datos de intoxicación por ingesta de este material, puesto que es muy poco probable.
7	Brindar seguridad	Confianza en el dispositivo	El usuario se identifica con el dispositivo. El material y la forma serán un preámbulo a la seguridad del individuo.
8	Ayudar a que la persona se sienta autosuficiente	Nivel de independencia	Encuesta al usuario para medir el nivel de independencia.
9	Brindar comodidad al contacto con la piel	Uso de material textil	El PLA es un plástico y en este caso constituye la parte rígida del objeto. Se hace uso del neopreno por sus diferentes características, y este impide que el rozamiento entre PLA y la piel genere algún tipo de lesión dérmica.
10	Fácil de transportar	Material resistente y de bajo peso	Se tiene en cuenta que el material a utilizarse es el PLA, el cual, es un plástico y por esto posee características de durabilidad y resistencia a factores ambientales, tópicos, etcétera; y, además, propicia que el peso sea ligero, tanto por la naturaleza del material como por los instrumentos de materialización que serán utilizados, mismos que permiten adaptar los diferentes grosores del material.
11	Facilidad al momento de limpiar	Superficies mayormente lisas	El modelado del objeto, evita mayormente el uso excesivo de vértices.
12	No recalentarse al exponerse al calor	Material resistente a deformación	El punto de descomposición térmica del PLA es de 250 °C. , lo cual, garantiza que el material no se deforma a temperaturas ambientales usuales.
13	Componentes sustituibles	Disposición de partes	El modelado 3D se conserva para brindar una solución en caso de ser

			necesario algún repuesto, y esto se logra con la impresión 3D de piezas.
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

Se tiene al brainstorming, que es una herramienta semejante a la lluvia de ideas, en la que se acogen varios de los requerimientos necesarios para el desarrollo del dispositivo.

Figura 16-Brainstorming



Fuente: Elaboración propia

El moodboard se ha basado en la recopilación de información gráfica referente al constructivismo arquitectónico, mismo que fue muy utilizado en la época de vanguardia por ingenieros, quienes conmovidos por las obras gráficas, trasladaron la pintura a la construcción esto debido a la comodidad que representaba para que el profesional pudiera desenvolver con mayor prioridad el funcionamiento del artefacto, objeto, espacio. (Cohen, Cooke, Strigalev, & Tafuri., 1994)

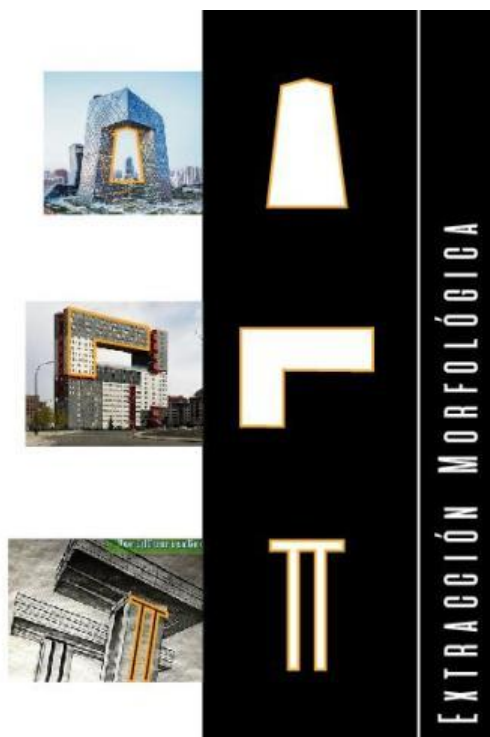
Figura 17-Moodboard



Fuente: Elaboración propia

Los motivos gestores que se han tomado en cuenta poseen formas que a consideración brindarán estética y sobre todo colaborarán con el funcionamiento objetivo del producto a diseñar.

Figura 18-Motivos gestores



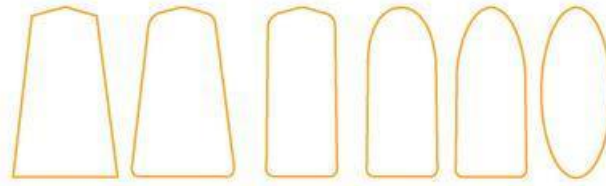
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los motivos gestores, se realizó un proceso de bocetaje, del cual, se obtuvieron ilustraciones, mismas que se sostuvieron en los Principios Básicos Del Diseño en 2D y 3D de Wicious Wong. Además, de tener en cuenta las necesidades que posee el caso de estudio.

Tabla 15-Uso de Principios de Diseño

Proceso de Diseño

GENERALES



GRADACIÓN DE FIGURA

LA FIGURA: POSTERIORMENTE SE LA VISUALIZARÁ COMO UN PRISMA



SUPERPOSICIÓN



UNIÓN

RADIACIÓN (ESTRUCTURA CONCENTRICA)

A.

1. Uso de deformación



2. Uso de reflexión-uni6n-deformaci6n



2.1 Uso de superposici6n



3. Deformaci6n/rotaci6n



4. Uso de figuras bidimensionales para generaci6n de estructuras tridimensionales

5. Tratamiento / eliminaci6n de caras en la manopla

6. Superposici6n sobre base rectangular adaptada a la morfologfa del usuario



B.

1. Reflexión-Unión-Deformación



reflexión unión



2. Uso de superposición

3. Uso de superposición y reflexión



4. Radiación de la manilla

5. Tratamiento de cara superior



6. Uso de figuras bidimensionales para generación de estructuras tridimensionales



C.

1. Reflexión-Unión-Deformación



2. Figura principal usada como prisma



3. Tratamiento de caras obtenida de la superposición de figuras.



4. Corte



5. Superposición de figuras



6. Tratamiento de caras y vaciado de prisma



7. Uso de figuras bidimensionales, para generar estructuras tridimensionales

7.1 Tratamiento/eliminación de caras

E



D.

1. Forma nace de uso de radiación

1.1 Se realiza una deformación



1.2 Forma usada como prisma



2. Uso de la superposición en el prisma

2. Uso de la penetración en el prisma



3. Uso de la reflexión-Unión



4. Uso de figuras bidimensionales para generación de estructuras tridimensionales

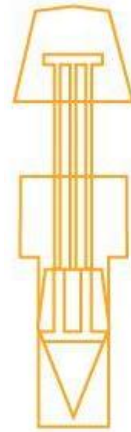
4.1 Vaciado y eliminación de caras

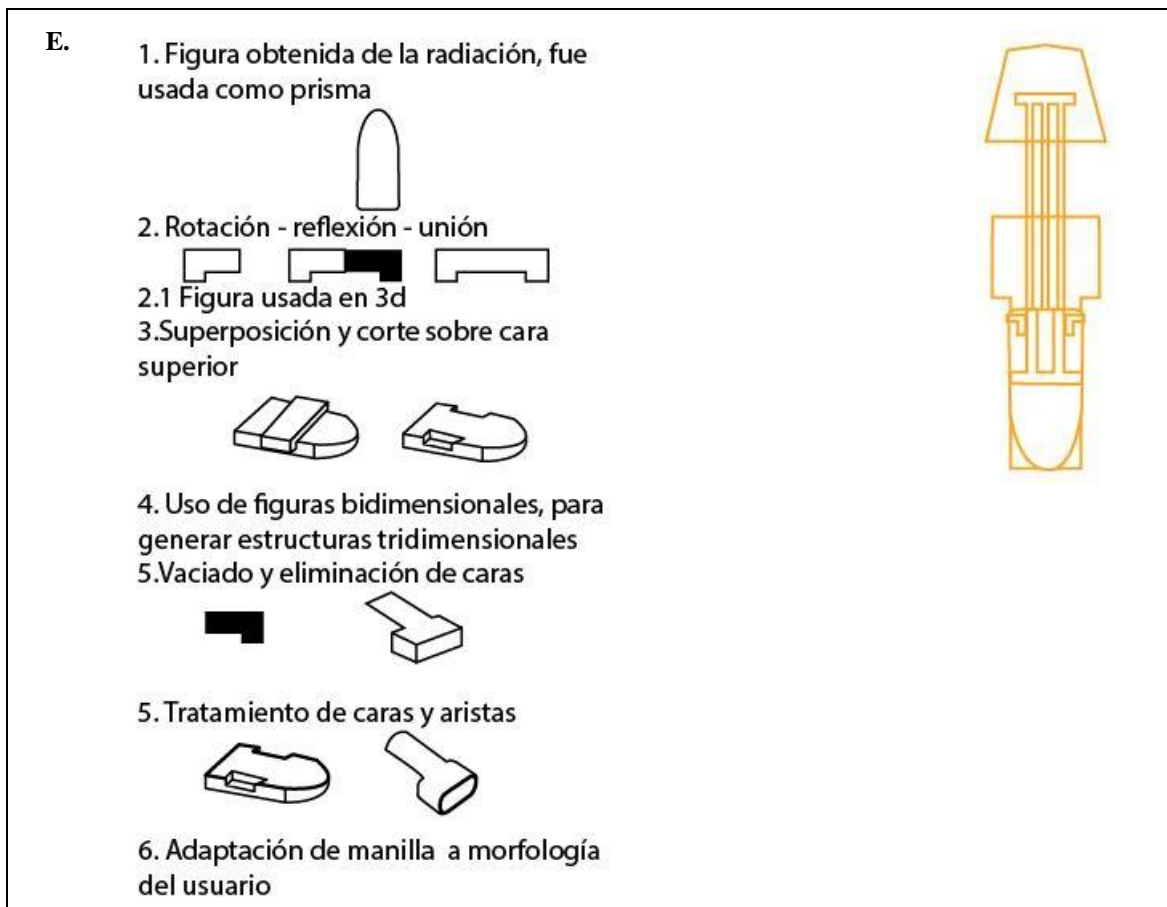


5. Tratamiento de aristas



6. Adaptación de manilla a morfología del usuario

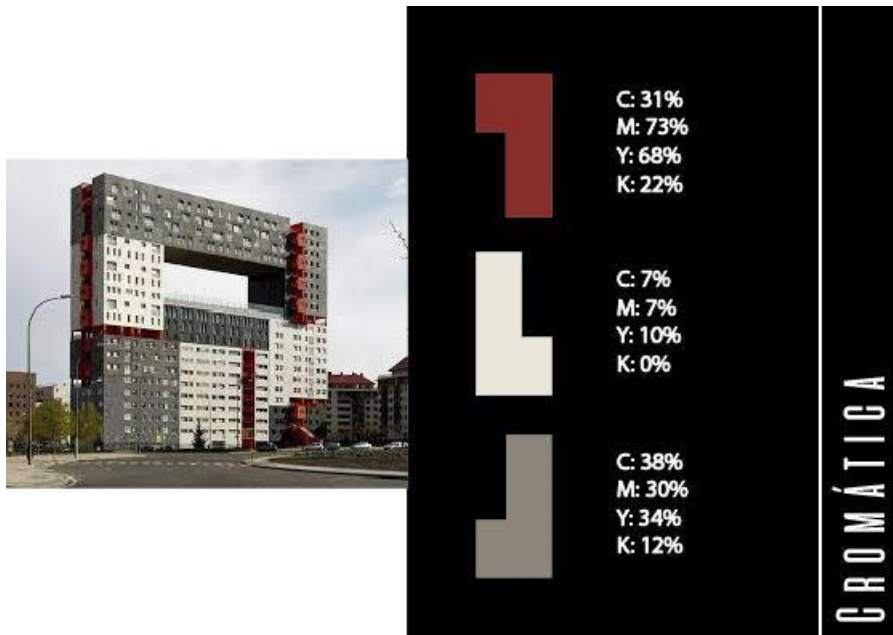




Fuente: Elaboración propia

La cromática representativa para el proyecto ha sido tomada en base a una de las edificaciones recopiladas en el moodboard, y como resultado se han obtenido tres colores que serán utilizados en las superficies del dispositivo.

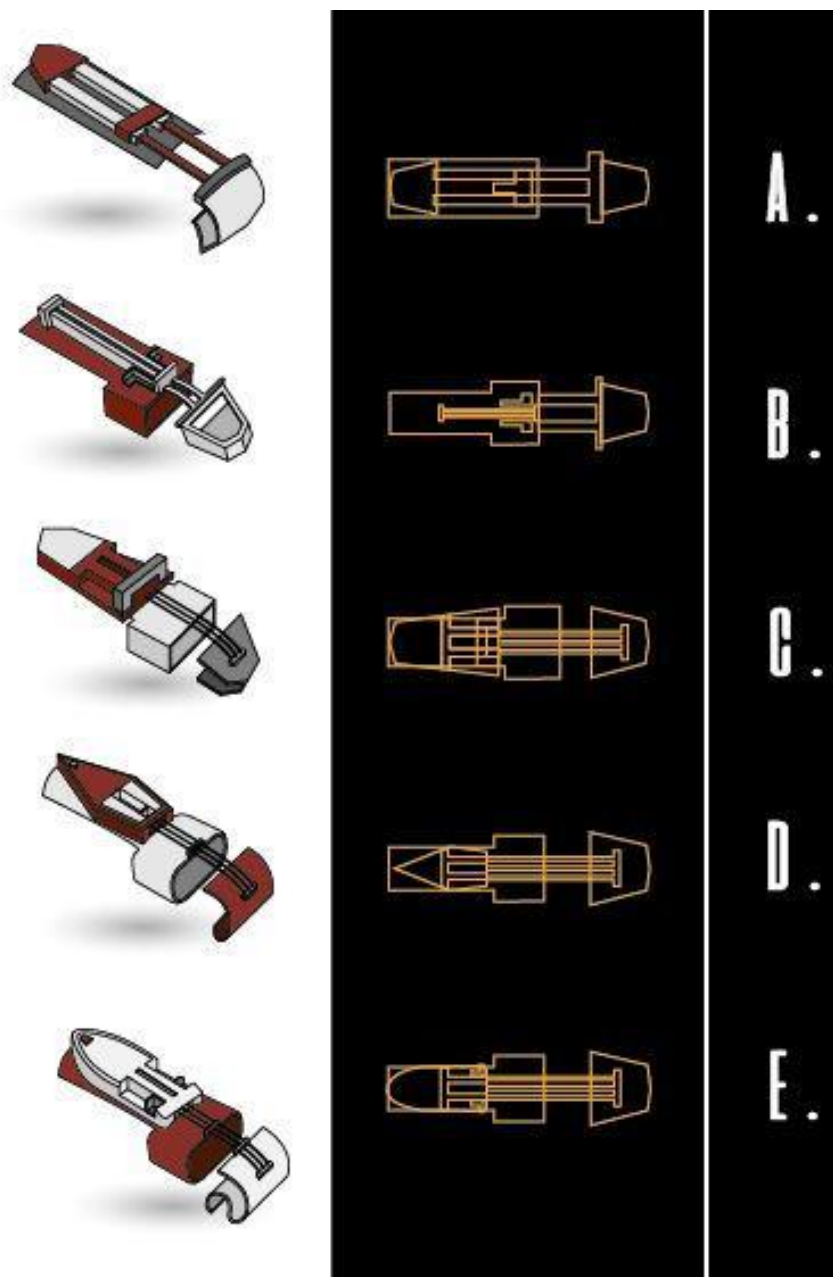
Figura 19-Cromática



Fuente: Elaboración propia

Se parte de las ilustraciones que se mantuvieron fieles a los principios de diseño de Wong, y aplican la cromática elegida anteriormente, se decidió aplicar las posibles soluciones siguiente manera:

Figura 20-Aplicación de diseño


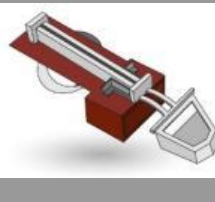
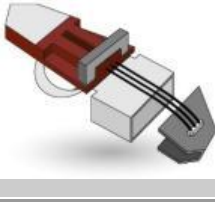




Fuente: Elaboración propia

2.6.3 Valoración de las soluciones

Se hace una elección juiciosa de entre las alternativas de acuerdo con los requerimientos/necesidades, se decide así si el producto se elabora o no. En base a las soluciones planteadas, se toma la que mejor califique de acuerdo con las exigencias que ayudarán a corregir el problema de las secuelas por poliomielitis en la extremidad superior izquierda del usuario. Herramientas de ponderación ayudarán a validar la solución propia.

Tabla 16-Ponderación de las Soluciones

N ^o	SOLUCIÓN	Requerimientos													Sumatoria Total
		El objeto cuenta con mecanismos de ajuste	El objeto tiene un peso ligero	El objeto da a conocer a simple vista, el modo de uso	Las partes funcionan como un todo	El tamaño corresponde a las medidas necesitadas por el paciente	No tiene un material tóxico	Brinda seguridad	Ayuda a que la persona se sienta autosuficiente	Los materiales utilizados brindan comodidad al contacto con la piel	Es fácil de transportar	Facilidad al momento de limpiar	No se recalienta al exponerse al calor	Los componentes son sustituibles	
1		1	5	1	3	3	5	3	1	3	2	3	3	3	36
2		5	2	3	3	3	5	3	2	1	3	3	3	3	39
3		3	1	5	4	3	5	2	3	2	5	4	3	3	43
4		3	3	4	5	3	5	4	3	5	5	4	3	3	50
5		5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3	3	58

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro “Ponderación de las Soluciones”, se muestran cinco alternativas, mismas que fueron sometidas a una calificación entre uno (calificación baja) y cinco (calificación alta), para esto se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos:

- El objeto cuenta con mecanismos de ajuste
- El objeto tiene un peso ligero
- El objeto da a conocer a simple vista, el modo de uso
- Las partes funcionan como un todo
- El tamaño corresponde a las medidas necesitadas por el paciente
- No tiene un material tóxico
- Brinda seguridad
- Ayuda a que la persona se sienta autosuficiente
- Los materiales utilizados brindan comodidad al contacto con la piel
- Es fácil de transportar
- Facilidad al momento de limpiar
- No se recalienta al exponerse al calor
- Los componentes son sustituibles

La alternativa 1 tuvo una calificación de 36, sus deficiencias se observaron al no tener mecanismos de ajuste, era incomprensible su forma de uso, y todo lo anterior no permitía la autosuficiencia del señor usuario. Estas carencias serán tomadas en cuenta para el desarrollo de las próximas propuestas.

La alternativa 2 aumentó su calificación a 39, aquí ya se observa el mecanismo de ajuste, el hecho de tener una manilla, hizo que fuera mejor comprendido el modo de uso; sin embargo, la alternativa apenas mejoró en un punto la autosuficiencia, esto debido a elementos entrelazados como el material junto con la forma que evadían la comodidad al contacto con la piel y a su vez creó una distorsión en la que el peso desfavorecía al resto de los puntos.

La opción 3 logró 43 puntos, porque a pesar de tener mecanismos de ajuste, hubo una parte (en la manopla) que, también, necesitaba tener el mecanismo. El aspecto cubista que posee la forma de este dispositivo era muy agresivo y afecta negativamente a las medidas tomadas por el paciente, de igual manera afecta el peso, y a su vez esto menora la calificación de puntos para la seguridad y el rozamiento con la piel. Hubo, también, cambios positivos como el reconocer la forma de uso, la sincronidad del funcionamiento entre las partes, el transporte y limpieza del producto.

La alternativa 4 calificó con 49, aquí existió un punto menor en la opción del modo de uso reconocido a simple vista, debido a que la manopla no sostenía a todos los dedos del

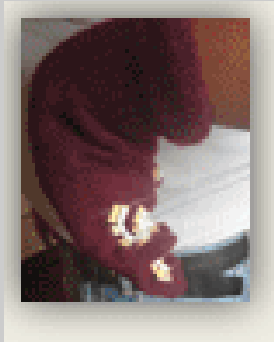
paciente; aspectos como la opción de fácil limpieza tiene que mejorar , hay partes de tamaños excepcionales donde la limpieza no sería la óptima. Aspectos como el contacto entre material y piel obtuvo 5 puntos por haber tomado en cuenta tratamientos de aristas, mejoran de esta manera la seguridad y autosuficiencia. Se hace hincapié en mejorar los mecanismos de ajuste, el tamaño necesario para que las medidas del estudiado concuerden con las del dispositivo.

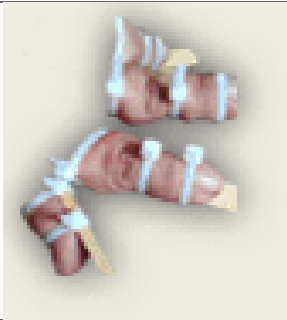

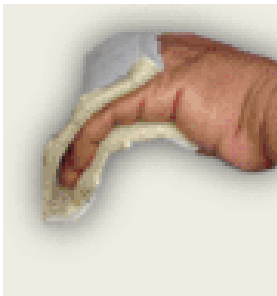


la opción 5 obtuvo 58 puntos, esta opción mejoró en varios de los aspectos, gracias a la retroalimentación hoy por hoy se tiene un dispositivo que cumple con mecanismos de ajuste, dl modo de uso es fácil de reconocer, las partes funcionan como un todo, el tamaño corresponde a las medidas del usuario, le da seguridad, además, de autosuficiencia; incluso ya hay mayor comodidad al contacto con la piel, de igual manera el transporte, y la limpieza. Y para opciones como el peso se ha tratado de generar un implemento hueco, el recalentamiento y la sustitución de partes son cosas que todas las alternativas han tratado de mantener.




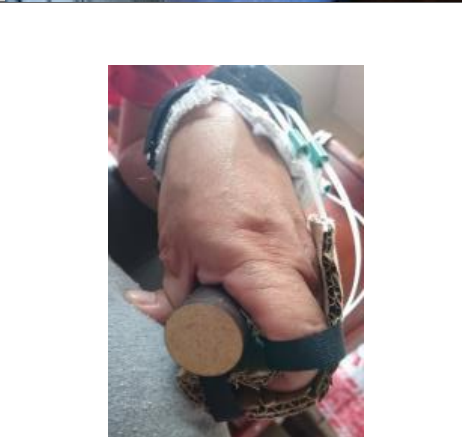

2.6.4 Realización de las soluciones

Se realiza la concreción de la solución, en ocasiones esta es retocada y mejorada, se decide si el producto se produce o no. Después de haber evaluado características como la generación de movimiento, comodidad, la solución es concretada mediante la fabricación del producto.

Tabla 17-Proceso de maquetación

Número	Proceso de maquetación	Descripción
1		<p>Búsqueda de la aplicación hacia la presión.</p> <p>Se realizó un ensayo de apertura y cierre de la mano de la persona.</p> <p>Se observó que el guante y el uso textil, era muy suave, por ello era necesario probar con una opción más rígida.</p>
2		<p>Se identificó si se podía o no, utilizar rigidez a nivel de los dedos para generar la extensión de estos e incluso la abducción.</p> <p>Pero la rigidez que fue presentada le incomodaba al señor.</p>

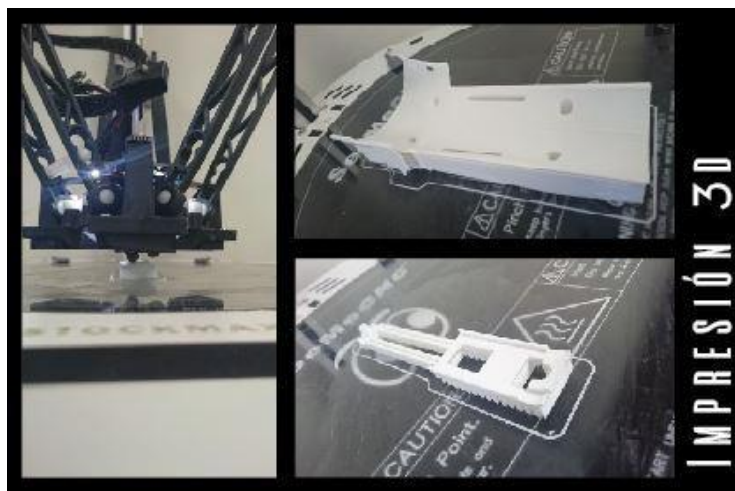
		Se vió la posibilidad de que el precursor de esta incomodidad era el hecho de que los dedos estuvieran separados.
3		Por los antecedentes que se ha tenido hasta esta parte, del proceso de maquetación, se decidió generar una especie de manopla rígida, que cubre a todos los dedos, y ayuda a que todos al mismo tiempo generen la apertura de manera uniforme. Sin embargo, aún existía cierta molestia al tener los dedos en posición de extensión.
4		La manopla rígida necesitaba ser mejorada, y se optó por otorgar una curvatura a la pieza, esto le brindaría mayor comodidad al paciente. Además, se propuso la opción de un textil que evitara perjudicar los dedos del usuario.
5		Se evaluó la manera en la que la pieza de la manopla, sería halada. Y se optó por utilizar abrazaderas plásticas, en esta parte del proceso se reconoció la gran resistencia de este objeto, además, de su bajo costo y la facilidad de obtención.
6		Se realizó la toma de un molde para, lo cual, fue necesario enyesar la mano y parte del brazo, con esto la maqueta se apegaría fielmente a la morfología de la mano del señor.
7		Se tiene en cuenta el diseño, el posible mecanismo y el resto de los requerimientos,

		<p>fue necesario eliminar gran parte de molde de yeso, esto permitió optimizar el uso de la materia prima.</p>
8		<p>En esta parte se identificó, las vías por las que recorrerían las abrazaderas (pseudotendones), antes de unirlos al mecanismo; y , también, se aplicó una especie de separador entre “la superficie cutánea” y las abrazaderas.</p>
9		<p>El mecanismo contenido en el objeto sobre el yeso, sería el que propiciaría el hale necesario para la generación de la apertura.</p>
10		<p>Aquí se aplicó una serie de conductos para que el pase de las abrazaderas mantuvieran un espacio entre sí y que, además, no rozaran con la piel. A la manopla se le aplicó velcros, para que esta no tendiera a desubicarse. Además, se tomó la medida del diámetro que beneficiara la generación de la apertura y que brindara comodidad al usuario.</p>
11		<p>Finalmente, gracias al proceso de maquetación, a la aplicación de mejoras y retoques, esta fue la maqueta final, que a lo largo del estudio, se trató de cumplir los requerimientos y necesidades a cabalidad. Cabe mencionar que los materiales de la maqueta (salvo las abrazaderas plásticas y velcros) no son los materiales reales que se van a usar.</p>

Fuente: Elaboración propia

La creación de moldes, modelado 3D, impresión 3D y prototipado ayudarán a la concreción física de la propuesta. Gracias a la maqueta, fueron pulidas ciertas partes, y con el proceso de impresión mediante filamento de PLA se otorga una mejor calidad del prototipo de dispositivo de prensión.

Figura 21-Impresión 3D



Fuente: Elaboración propia

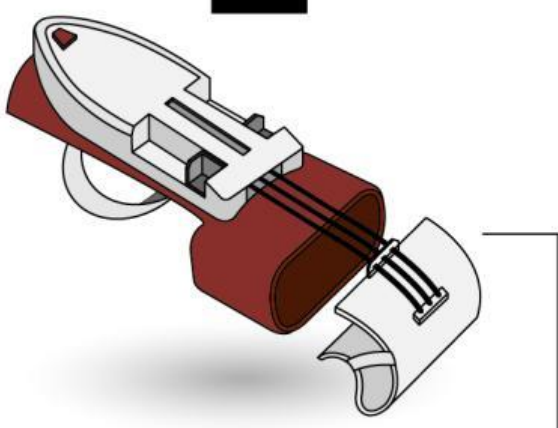
La construcción de las partes del dispositivo se modeló en Inventor, medio que, además, permite obtener fichas con las medidas precisas del dispositivo, estas fichas se observadas claramente en el punto 5.3 perteneciente al Anexo 3.

A continuación, se muestran una serie de fichas que describen a detalle, elementos morfológicos pertenecientes al dispositivo de prensión palmar para uso exclusivo del usuario descrito en la metodología del estudio de caso.


Ficha 1-Morfología

MORFOLOGÍA

La forma general del dispositivo parte de un rectángulo; este favorecía a que los componentes necesarios cabieran y aprovecharan todo el espacio otorgado por esta forma.



La estética de las partes, obtenida nace principalmente de las formas dotadas por la arquitectura constructivista, mismas a las que se aplicó radiación y gradación además de reflexiones, uniones y deformaciones.

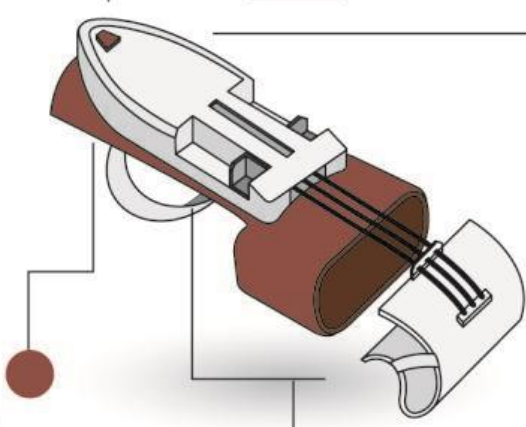
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: MORFOLOGÍA	LÁMINA: 01	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			

Fuente: Elaboración Propia

Ficha 2- Cromática

CROMÁTICA


La cromática se eligió en base a los colores comúnmente utilizados a partir del moodboard de la temática de la arquitectura del constructivismo. La cromática tiene el poder de generar identificación de las diferentes áreas



El color con mayor peso visual ha ido en la manilla,

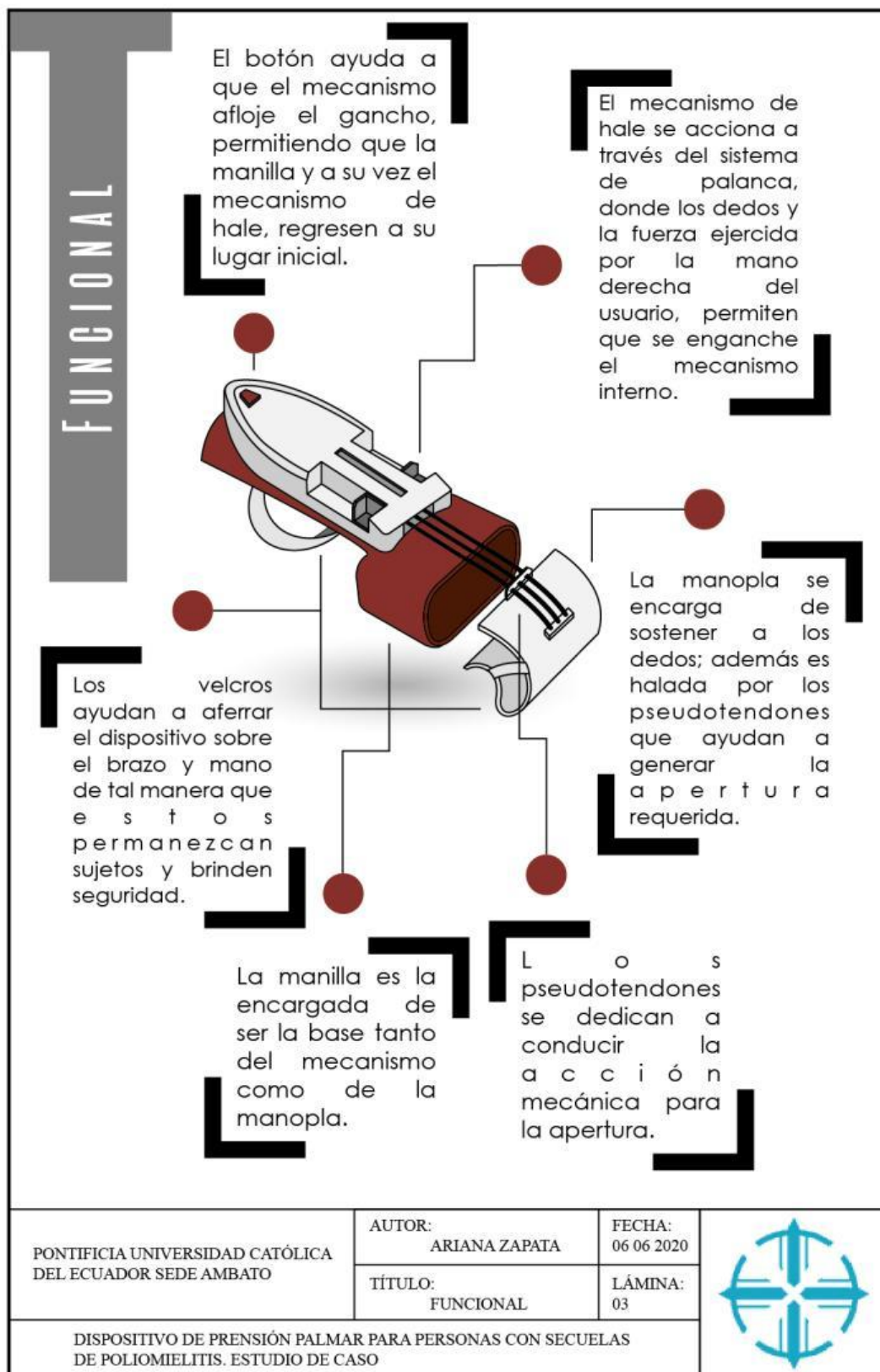
Mientras que el color blanco ha ido sobre la cubierta del mecanismo y la manopla, generando un contraste

Para crear una diferenciación también se aplicaron colores diferentes en el mecanismo de hale y el botón.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: CROMÁTICA	LÁMINA: 02	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			

Fuente: Elaboración Propia


Ficha 3-Funcional





Fuente: Elaboración Propia

Ficha 4-Mecanismos

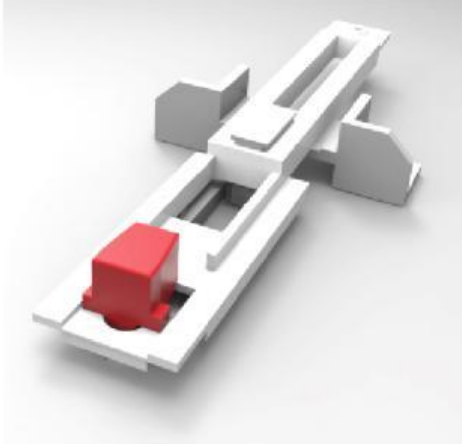



MECANISMOS



El mecanismo de HALE y ENGANCHE, hace posible la apertura a través de los pseudotendones. Además cumple con engancharse en el mecanismo de pinza.





El mecanismo de RIEL, se encarga de conducir el mecanismo de hale / enganche.

El mecanismo de BOTÓN al ser oprimido este logra una reacción en el mecanismo de pinza el cual se desengancha.

El mecanismo de PINZA se encarga de engancharse y desengancharse del mecanismo de hale/enganche.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: MECANISMOS	LÁMINA: 04	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			

Fuente: Elaboración Propia

Ficha 5-Materiales

MATERIALES

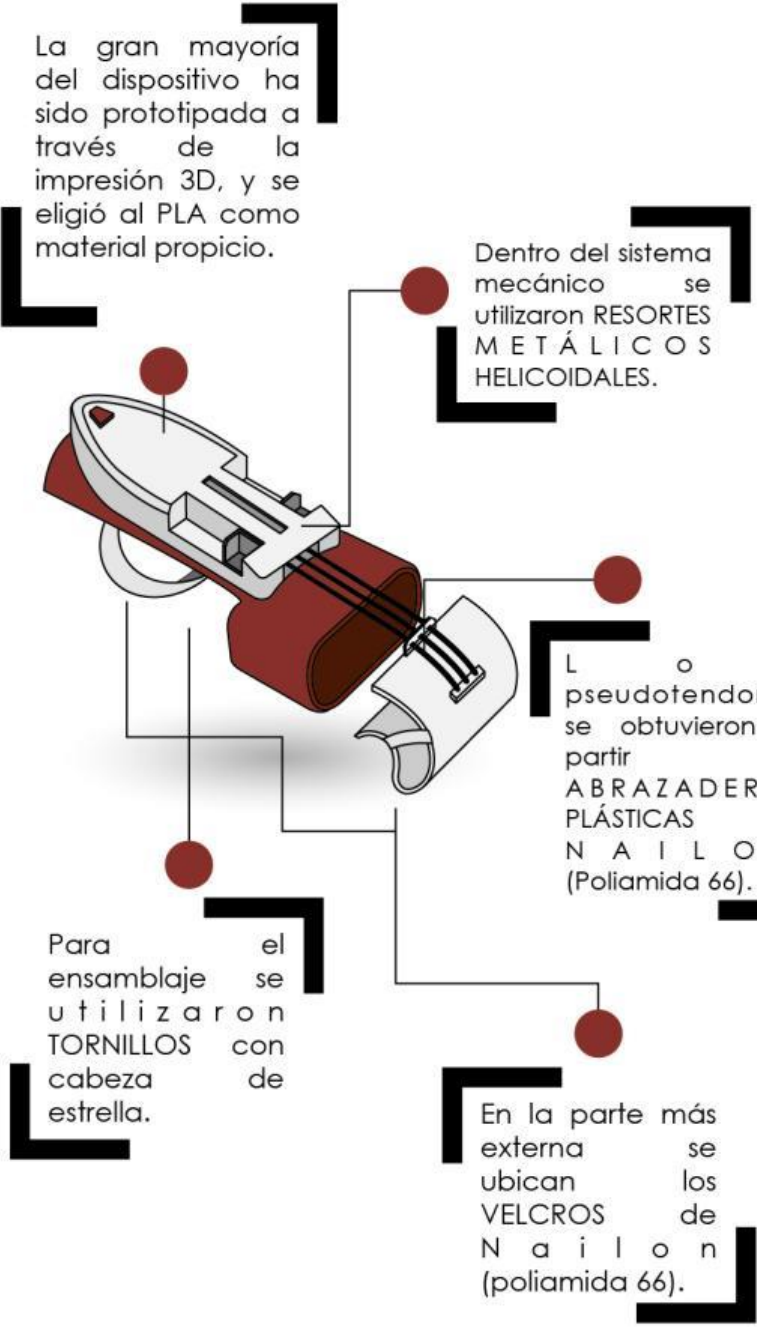
La gran mayoría del dispositivo ha sido prototipada a través de la impresión 3D, y se eligió al PLA como material propicio.


Dentro del sistema mecánico se utilizaron RESORTES METÁLICOS HELICOIDALES.

Los pseudotendones se obtuvieron a partir de ABRAZADERAS PLÁSTICAS DE NAILON (Poliamida 66).

Para el ensamblaje se utilizaron TORNILLOS con cabeza de estrella.

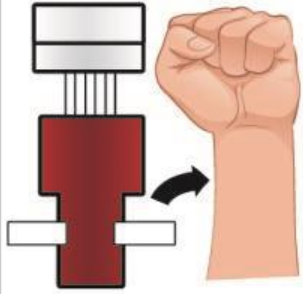



En la parte más externa se ubican los VELCROS de Nailon (poliamida 66).



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: MATERIALES	LÁMINA: 05	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			

Fuente: Elaboración Propia

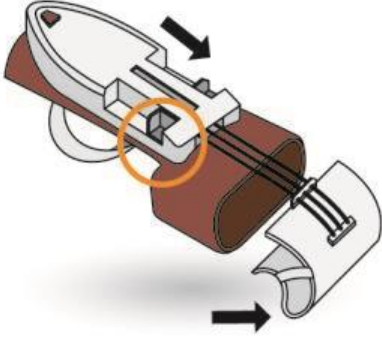
Ficha 6-Forma de Uso

FORMA DE USO		<p>El dispositivo se aferrará al brazo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Superponer la manilla sobre el brazo. 2. Colocar los velcros al rededor de la extremidad. 	
		<p>Apertura leve de la mano:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Con la ayuda de la mano derecha se procede a generar una apertura leve. 2. Adjuntar el dispositivo por el lado izquierdo de la mano. 	
		<p>Ubicación en la manopla:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Los dedos se colocan en la concavidad de la manopla. 2. Asegurar con los velcros laterales. 	
<p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO</p>	<p>AUTOR: ARIANA ZAPATA</p> <p>TÍTULO: FORMA DE USO</p>	<p>FECHA: 06 06 2020</p> <p>LÁMINA: 06</p>	
<p>DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO</p>			

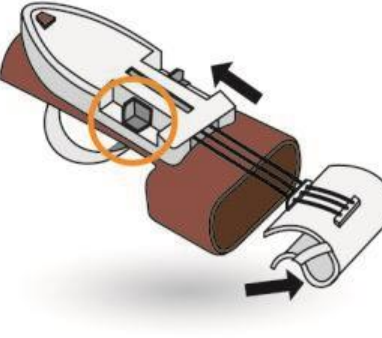
Fuente: Elaboración Propia

Ficha 7-Movimiento

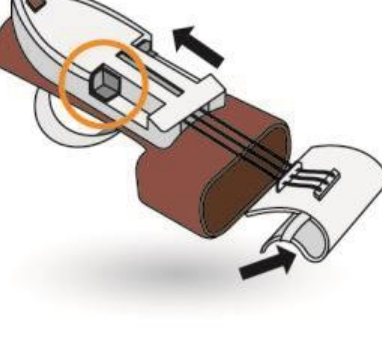
MOVIMIENTO




Aquí se presenta el dispositivo sin movimiento y se observa al mecanismo de hale apegado a la parte frontal del objeto.



A medida que el mecanismo es halado, genera que la manopla tienda a girar hacia arriba.



Ya con el mecanismo de hale apegado en la pared posterior del dispositivo, se logra generar la apertura con diámetro de 3 mm.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: MOVIMIENTO	LÁMINA: 07	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			

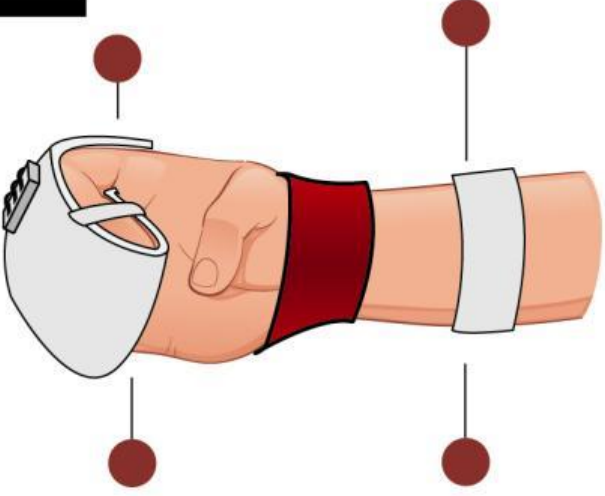
Fuente: Elaboración Propia

Ficha 8-Ergonomía

ERGONOMÍA


En base a datos obtenidos se aplicó al dispositivo el rango de diámetro que sugería el estudio de caso.

Se realizó un estudio sobre los ángulos de la mano, para conocer la extensión de la misma.



Se tomó en cuenta una holgura de 0,8 mm. aplicados en todo el dispositivo.

El uso de velcros, permite la adaptabilidad a la silueta de la mano del usuario.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: ERGONOMÍA	LÁMINA: 08	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			


Fuente: Elaboración Propia

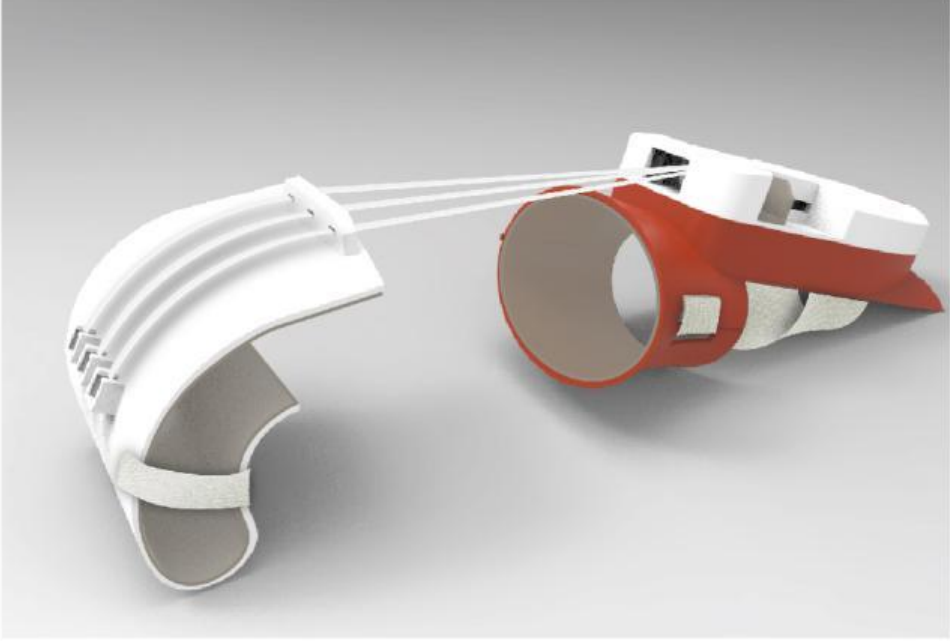
Ficha 9-Render del Prototipo


RENDER DEL PROTOTIPO

El renderizado de un dispositivo, permite tener una imagen previa y precisa del objeto que se va a obtener.

Se denota con claridad tanto las partes o componentes, como los materiales del objeto propuesto.





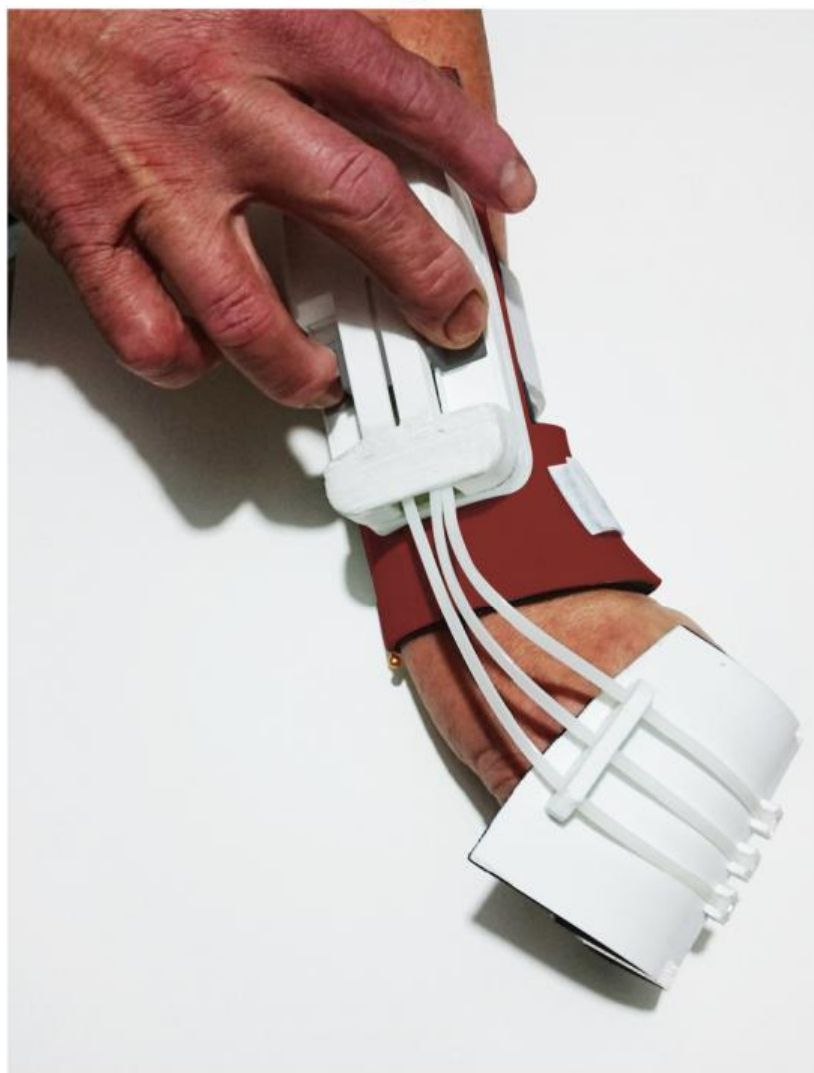
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: RENDER DEL PROTOTIPO	LÁMINA: 09	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			


Fuente: Elaboración Propia

Ficha 10-Prototipo Real en Uso

PROTOTIPO REAL EN USO

Aquí se puede observar como el dispositivo real está siendo usado; a su vez está siendo accionado por la mano derecha del usuario del estudio de caso.



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: ARIANA ZAPATA	FECHA: 06 06 2020	
	TÍTULO: PROTOTIPO REAL EN USO	LÁMINA: 10	
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO			

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Evaluación de la propuesta

En esta parte del proyecto se ha generado una encuesta de valoración objetiva, en donde el usuario es quien da a conocer las consideraciones del dispositivo a través de su experiencia personal. Para esto ha sido necesario formular preguntas que parten desde la jerarquización de la lista de necesidades anteriormente detalladas en el punto 2.7.1 perteneciente al Análisis del Problema. Para esto se ha estructurado una guía de preguntas cuyo objetivo es el de medir la satisfacción del usuario con respecto a las necesidades planteadas en el proyecto.

En el anexo 5.4 Evaluación de Satisfacción de las Necesidades del Usuario, se observa una encuesta en la que después de haber aplicado el dispositivo en la mano del señor, él procedió a contestar trece preguntas, mismas que se resumen en:

1. ¿El objeto cuenta con mecanismos de ajuste?

Donde la respuesta fue de 5 (SUMAMENTE SATISFECHO), el señor usuario palpó los mecanismos de ajuste, como son en este caso los velcros.

2. ¿El objeto tiene un peso ligero?

Aquí la respuesta fue de 4 (SATISFECHO), esto debido a que el peso del dispositivo no representa gran cantidad, y le permite sentirse cómodo.

3. ¿Se comprende (se da a conocer) la forma de uso del objeto a simple vista?

La respuesta fue de 5 (SUMAMENTE SATISFECHO), con esto el estudiado dio a conocer que para él era muy fácil saber en que parte debía colocar cada parte de su mano.

4. ¿Cree usted que las partes del dispositivo funcionan como un todo (de manera automática)?

Se tiene una respuesta de 4 (SATISFECHO), porque lo que observa el usuario es un solo objeto (mas no la unión de varias partes), manifestó el estudiado.

5. ¿El tamaño del dispositivo corresponde a sus medidas requeridas?

Se obtuvo una calificación de 5 (SUMAMENTE SATISFECHO), , para él, el tamaño era congruente a la morfología de su mano.

6. ¿El material le resulta tóxico?

La respuesta fue de 5 (SUMAMENTE SATISFECHO) y no representó ningún grado de toxicidad para él.

7. ¿El dispositivo le brinda seguridad?

4 (SATISFECHO), fue la selección porque a la perspectiva del señor, es poco posible pero pasaría que el objeto se dañe.

8. ¿El dispositivo le ayuda a sentirse autosuficiente?

La respuesta que se tuvo, fue de 5 (SUMAMENTE SATISFECHO), porque él puede accionarlo por sí mismo.

9. ¿Los materiales utilizados le brindan comodidad al contacto con la piel?

5 (SUMAMENTE SATISFECHO), fue la respuesta esto se debe al recubrimiento que rodeaban las paredes del dispositivo.

10. ¿El dispositivo le resulta ser fácil de transportar?

Nuevamente 5 (SUMAMENTE SATISFECHO) se obtuvo, porque para él el peso, el tamaño y el material del objeto, le sentir esa facilidad.

11. ¿Existe facilidad al momento de limpiar el dispositivo?

En su mayoría sí, pero el objeto tiene espacios, mencionó el encuestado por ello se obtuvo 4 (SATISFECHO).

12. ¿El objeto se recalienta al exponerse al calor?

Casi no se recalienta, se mantiene a temperatura ambiente, la calificación obtenida es de 4 (SATISFECHO).

13. ¿Los componentes son sustituibles?

Una vez explicado que el dispositivo está compuesto por varios objetos, que estos fueron procesados a través de un programa de digitalización y que por ello cada una de las partes son replicables, el señor usuario calificó con 5 (SUMAMENTE SATISFECHO).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.2 Conclusiones

- Entre las características de la presión palmar, se encontraron, el dedo pulgar muestra oposición al resto de los dedos, la flexión se da por parte de los dedos 1,2,3 y 4. Por ello se eligió la presión digitopalmar, como la propicia para añadir los principios de presión al dispositivo, dado que esta opone los dedos contra la palma y el pulgar no tiene participación.
- Se identificó que el movimiento que el paciente posee en la extremidad superior derecha es tenue, a la denervación ocasionada por el virus. Se tuvieron datos esenciales para el desarrollo, como son los datos del diámetro utilizado de 3.00 cm., así, también, los datos sobre los ángulos para la inclinación de los dedos con ángulo extrínseco de 340' e intrínseco de 40', ángulos de acuerdo a la apertura de la mano extrínseco de 260' e intrínseco de 100', ángulos de acuerdo a relación mano-muñeca-brazo extrínseco de 167.5' e intrínseco de 192.5', ángulos de acuerdo a grado de inclinación en relación mano-muñeca-brazo (vista superior) con un ángulo extrínseco de 221.5' y ángulo intrínseco de 138.5'.
- Se diseñó el prototipo requerido en base a materiales que propiciaron cubrir necesidades de acuerdo al peso y la durabilidad; el proceso de impresión que en conjunto con el proceso de prototipado digital permitieron recrear el diseño, espesor de las capas, aplicación de medidas; la forma ha sido un excelente introductor junto con la cromática para dar a conocer la forma de uso, puesto que generan pregnancia en la percepción del usuario, lo cual, influye directamente en la comodidad; los mecanismos son el eje del funcionamiento del dispositivo, dado que se realizó la digitalización previo a la impresión, el documento queda dispuesto para cubrir posibles necesidades de cambio de piezas.

3.3 Recomendaciones

- Este dispositivo no es replicable para otro paciente, pero si se requiere, se recomienda volver a realizar todo el estudio de caso; esto se debe a que cada individuo posee características y requerimientos morfológicos muy diferentes.
- Realizar una evaluación de materiales y mecanismos, si lo que se necesita es crear un dispositivo para una actividad diferente o concreta, como planchar, cocinar, sostener utensilios de motricidad fina, etcétera.
- Si se necesita realizar un dispositivo para otro tipo de movimiento corporal como el cierre para generar la presión palmar, se recomienda analizar los mecanismos apropiados para efectuar la acción sin causar molestias.
- Se recomienda hacer uso de la impresión por personalización 3D, esto ayuda de manera eficiente a cubrir los requerimientos del usuario; además, permite reconocer claramente las zonas que requieren mayor resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

- A. Águila, A. Á. (2002). Influencia de las epidemias de poliomielitis sobre la rehabilitación en España (1949-1969). *Science Direct*, 42-49.
- Agamben, G. (2007). *¿Qué es un dispositivo?* París: Éditions Payot & Rivages.
- Alberto. (s.f.). Biopolímeros. Obtenido de Ácido Poliláctico: <http://www.eis.uva.es/~biopolimeros/alberto/pla.htm>
- AMEI-WAECE, E. E. (2009). Componentes psicológicos del desarrollo. Fortaleciendo las estrategias. Madrid, España.
- Amo, I. P. (2004). La vacuna inactivada de la polio. *Elsevier*, 392-394.
- Andrade, C. (s.f.). Primer Brote Epidémico de Poliomielitis en Quito. *Revista Chilena de Pediatría*, 177-185.
- Angulo, M., Álvarez, A., & Fuentes, Y. (2011). Biomecánica clínica. Biomecánica de la Extremidad Superior. Exploración de la Mano. *Reduca (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*, 1-21.
- Arce, C. (2005). *Ortesis de miembros superiores*. Lima, Perú.
- Arias, L. (2012). *Biomecánica y patrones funcionales de la mano*. Bogotá, Colombia.
- Avello, A. (02 de 01 de 2014). Dandun Depósito Académico Digital de Navarra. Obtenido de https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/34797/1/Avello_Teoria_de_Maquinas_Edicion_2_Ene_2014.pdf
- Berchon, M., & Luyt, B. (2016). *La Impresión 3D*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili,SL.
- Brito, J., Quinde, M., Cusco, D., & Calle, J. (2013). Estudio del estado del arte de las prótesis de mano. *Ingenius*, 57-64.

- Chamorro, K. (s.f.). Universidad Técnica del Norte. Obtenido de Repositorio: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/5691/2/ESTUDIO%20DE%20POTESIS%20DE%20UNA%20MANO%20ROB%C3%93TICA.pdf>
- Cidoncha, V., & Diaz, E. (2012). El desarrollo motor en la infancia. EFDeportes.com, 1.
- Clarett, M. (2012). Sociedad argentina de terapia intensiva. Obtenido de Escalas de evaluación de dolor y protocolo de analgesia en terapia intensiva: <http://www.sati.org.ar/files/kinesio/monos/MONOGRAFIA%20Dolor%20-%20Clarett.pdf>
- Cohen, J.-L., Cooke, C., Strigalev, A., & Tafuri., M. (1994). Constructivismo Ruso. Sobre la Arquitectura en las Vanguardias Ruso-Soviéticas Hacia 1917. Guitard, Barcelona, España: Grafos S.A.
- Deleuze, G. (s.f.). ¿Qué es un dispositivo?
- Delprat, J., Ehrlér, S., Romain, M., & Xenard, J. (2002). Estudio de la prensión. Esevier, 1-17.
- Díaz, J., & Dorador, J. (2019). Mecanismos de transmisión y actuadores utilizados en prótesis de mano. SOMIM, 335-345.
- Ecured. (S.F.). Ecured. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Velcro>
- Esteban, J. (2013). Poliomiелitis paralítica. Nuevos problemas: el síndrome postpolio. Revista Española de Salud Pública, 519-522.
- Eufrasio, J. (s.f.). Poliomiелitis. Dossier de Diversos Escritos Sobre Poliomiелitis y Síndrome Post-Polio. Guadalajara, México. Obtenido de http://campus.usal.es/~lamemoriaparalizada/documentos/dossier_jfe_tellez.pdf
- Flansbjer, U., Brogårdh, C., Horstmann, V., & Lexell, J. (2015). Los hombres con efectos tardíos de la poliomiелitis disminuyen más fuerza muscular que las mujeres en las extremidades inferiores: un estudio longitudinal de 4 años. PM&R, 1127-1136.
- Galli, K., & Pelozo, S. (2017). Ortesis y prótesis.
- García, J. (s.f.). Examen Neurológico del Lactante. III Jornada de actualización en Pediatría de Atención Primaria de la SPAPex, 11-15.

- Imagen. (s.f.). Recuperado el 25 de 3 de 2019, de Wikipedia, la enciclopedia libre: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AFO_Ankle_Foot_Orthosis_Orthotic_Brace.JPG
- Ineuro. (2019). Obtenido de Electromiografía (EMG) y Electroneurografía (ENG):: <https://ineuro.es/servicios/electromiografia-emg-y-electroneurografia-eng/>
- Kang, B., Lee, H., In, H. J., Chung, J., & Cho, K. J. (Mayo de 2016). Desarrollo de una mano robótica portátil de polímero impulsada por tendones. Corea.
- Kapandji, A. I. (2006). Fisiología articular. Madrid: Editions MALOINE.
- Kent, M. (2003). Diccionario oxford de medicina y ciencias del deporte. Barcelona: Editorial Paidotribo.
- Laffont, I., Yelnik, A., Cantalloube, S., & Dizien, O. (1996). Rehabilitación en el tratamiento de la poliomielitis anterior aguda. Enciclopedia médico-quirúrgica Elsevier, 1-7.
- Landín, P. (15 de 11 de 2011). Pelandin-Tecnología ESO. Obtenido de <http://pelandintecno.blogspot.com/2011/11/apuntes-y-ejercicios-de-maquinas-y.html>
- Macías, A., Águila, A., & Cano, R. (2007). Fatiga en pacientes con secuelas de poliomielitis. Influencia en la calidad de vida relacionada con la salud y en las actividades de la vida diaria. Elsevier, 108-115.
- Maganto, C., & Cruz, S. (s.f. de s.f. de 2004). Desarrollo físico y psicomotor en la primera infancia. Dialnet, 1-41.
- Makerbot. (2017). Makerbot Guía Para Docentes. Obtenido de Makerbot Industries: [Makerbot.com](http://www.makerbot.com)
- Marshall, S., Teasell, R., Aubut, J.-A., & Lippert, C. (2010). Recuperación de los déficit motores y sensitivos después de una lesión cerebral adquirida. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/document/102840850/4-Recuperacion-De-Los-Deficit-Motores-Y-Sensitivos-Despues-De-Una-Lesion-Cerebral-Adquirida>
- Morillo, J. (s.f.). Introducción a los dispositivos móviles. Catalunya, España: Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya. Obtenido de <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/es/legalcode.ca>

- MSP. (21 de 10 de 2013). Ministerio de Salud Pública. Obtenido de <http://instituciones.msp.gov.ec/somossalud/index.php/enterate/405-desde-1990-no-se-han-registrado-casos-de-poliomielitis-en-el-pais>
- Muñoz, F., Morales, M., Faz, M., Ariza, M., Salazar, J., & Burgos, M. (2018). Polio y postpolio. Visión de pacientes y profesionales. *Revista Española de Salud Pública*, 1-18.
- Nordin, M., & Frankel, V. (2012). *Biomecánica Básica del Sistema Músculoesquelético*. Nueva York, Estados Unidos de América: Lippincott Williams and Wilkins.
- Obesolora, K. (s.f.). *Enfermería Generalidades*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/enfermeriageneralidades/home/movimientos-anatomicos-1>
- Ochoa, P., Hall, J., & Mateos, A. (2015). Programa de hidrocinesiterapia usando el método de Halliwick en la fuerza, resistencia y flexibilidad en una persona con secuelas de poliomielitis. *Scielo*, 1452-1454.
- OMS. (22 de 07 de 2019). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/poliomyelitis>
- Panero, J., & Zelnik, M. (2009). *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores*. -: Gustavo Gili.
- Pastuszek, Ż., Stępień, A., Tomczykiewicz, K., Piusińska, R., Galbarczyk, D., & Rolewska, A. (2017). Post-polio syndrome. Cases report and review of literature. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 1-6.
- Pericas, J. (10 de 08 de 2006). Asociación Española de Vacunología. Obtenido de <https://www.vacunas.org/poliomielitis-polio-paralisis-infantil/>
- Piñeda, A., Cabrera, L., Esguerra, C., Grajales, J., & González, C. (2015). Variables antropométricas y su relación con la fuerza-prensión de mano, para el uso ergonómico de herramientas manuales en un grupo de trabajadores del sector de la construcción en Bogotá. 71-78.


- Pizarro, V. d., & Rincón, G. A. (2012). *Diseño e Implementación De Mecanismo De Prensión Para Mano Robot Antropomórfica*. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada.
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/prensi%C3%B3n?m=form>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la Lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/palma?m=form>
- Roda, A., Mata, V., & Albelda, J. (2016). *Máquinas y mecanismos*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Rodríguez, A. (2012). Historia de la ventilación mecánica. *Revista Argentina de Terapia Intensiva* , 1-12.
- Rosa, J. (s.f.). Secuelas de poliomielitis y parálisis cerebral. *Clínica y tratamientos ortopédicos y quirúrgicos*, 389-395.
- Ruíz, A. (2008). *Sistema Robótico Multimodal para Análisis y Estudios en Biomecánica, Movimiento Humano*. Leganés, España.
- Serrano, M. (25 de 04 de 2015). Slide Share. Obtenido de <https://es.slideshare.net/MiguelSerrano20/neopreno-y-silicona>
- Shigley, J., & Uiker, J. (1988). *Teoría de Máquinas y Mecanismos*. E.E.U.U.: Editorial Mc Graw Hill.
- Stott, L., & Ramil, X. (06 de 2014). *Metodología para el desarrollo de estudios de caso*. Madrid, España.
- Vanerio, J. (1988). Tratamiento de la Mano Espástica. *Revista Médica Uruguay*, 173-180.
- Vargas, R. (s.f.). Fisiocampus. Obtenido de <https://www.fisiocampus.com/articulos/la-musculatura-intrinseca-de-la-mano-revision-de-su-anatomia-biomecanica-y-principales-disfunciones#comments>
- Venebra, A., Santiago, J., & García, F. (2006). Trastornos del dormir. *Revista Médica Universidad Veracruzana*, 18-28.

Vicente Gomar; José Hernández; J.H. Estudio Gráfico. (2014). Guía de Patologías y sus Indicaciones Ortésicas. Madrid, Móstoles, España.



Vliet, H., Avoort, H., & Spaendonck, M. (2017). Poliomiélitis Histórico. Elsevier, 519-526.

ANEXOS

Anexo 1: Entrevistas

Fisioterapeuta	
Variable Independiente: Secuelas de poliomielitis en extremidades superiores	
Pregunta	Respuesta
¿Es un gran impedimento la falta de movilidad?	Por su puesto sobre todo si no han realizado ningún tipo de rehabilitación a lo largo de su vida y aún más después de haber tenido alguna afección.
¿Agarre de objetos finos gruesos	Al señor se le dificulta mucho generar agarre con su mano izquierda, tanto finos, como gruesos.
¿Sostiene objetos con diferente peso?	La poliomielitis le ha generado la atrofia de los músculos, y el acortamiento comienza desde los músculos del cuello y continúan a lo largo del brazo, hasta llegar a la mano y dedos. Por ende, el señor tiene debilidad para sostener cosas pesadas. Se le evaluó al señor la capacidad de sostener pesos de $\geq 50\text{gr}$, $\geq 100\text{ gr}$, $\geq 300\text{ gr}$
¿Por cuánto tiempo logra sostener dichos objetos?	$\geq 50\text{gr}$  en cuanto a peso no genera molestia, permanece más de una hora, pero hay incomodidad con respecto a la posición de muñeca, manos y dedos. $\geq 100\text{ gr}$

	 <p>aún sostiene cosas, el tiempo varía entre veinte a treinta minutos, pasado este límite, comienza a existir fatiga muscular.</p> <p>≥ 300 gr</p>  <p>la fatiga fue tal que el señor necesitó emplear su mano derecha, al no efectuar la tarea con la extremidad izquierda.</p>
¿Logra el individuo extender la mano?	   <p>si logra, tanto hacia arriba como de frente.</p>
¿Los músculos del sujeto pueden contraerse por su propia acción?	Sí, aunque le resulta fatigoso realizarlo.

¿La capacidad motriz de la mano en qué grado se encuentra?	En una escala de 1 a 5, el señor tiene una capacidad de 2.
¿con qué grado de libertad mueve la mano (muñeca, dedos)?	<p>Tiene poca capacidad de movimiento con libertad.</p> 
<p>Variable Dependiente: Dispositivo de presión palmar</p>	
¿Existe disposición del pulgar para generar movimientos de presión?	Existe una disposición cedente.
¿El pulgar cumple con oposición al resto de los dedos?	 <p>por parte del pulgar, este permanece inmóvil, pero presenta oposición al resto de los dedos.</p>
¿El sujeto conserva el reflejo de presión?	Si lo conserva a pesar de sus secuelas.

¿Qué implementos debería adoptar la mano del individuo para atrapar, agarrar, coger objetos?	Una garra o una especie de pinza serían necesarios para simular la prensión.
¿La mano del paciente presenta reflejos motrices de prensión palmar?	Su mano conserva la posición, mas la tarea se le hace difícil y hasta molesta de realizar.
¿Ha tenido el individuo algún tipo de fracturas?	No presenta fracturas ni fisuras.
¿El sujeto es susceptible a padecer fracturas?	Es susceptible, , este gremio de personas tiene muy débil el esqueleto, de manera especial en la zona en la que la atrofia es notoria.

Traumatólogo

Variable Independiente: Secuelas de poliomielitis en extremidades superiores

Pregunta	Respuesta
¿La falta de movimiento por tiempo prolongado, cómo afecta en la realización de tareas cotidianas?	Afecta principalmente en la forma de realizar las tareas, ,, al faltar una parte del cuerpo, la persona siempre busca los medios para realizar las actividades que quiere.
¿Los músculos del individuo aún tienen la capacidad de trabajar en conjunto con tendones, articulaciones, etc.?	Es muy difícil para el paciente, tanto por tendones y músculos, porque no poseen el tamaño ni la fuerza necesaria, pero por otro lado el señor conserva la capacidad de movimiento.
Dentro de los grupos de espasticidad, a cuál pertenece el paciente?	El paciente llega a pertenecer al GRUPO III, mismo que representa la incapacidad total de extender el puño o los dedos, que se asocia con una parálisis mayor de

	extensores y supinadores del puño y los dedos.
¿Cómo podría el individuo generar movimientos coordinados?	Desde el punto de vista médico, yo recomendaría realizar una cirugía a nivel tendinoso, posterior a eso una rehabilitación, para así garantizar los movimientos coordinados.
¿La movilidad llega a un declive?	En este caso sí, sobre todo por el síndrome post poliomielítico que golpearía con un cierto grado de gravedad a su estado actual.
¿Sería muy agresivo generar movimientos artificiales de prensión en la mano del individuo?	Casi siempre resulta doloroso para la persona realizar movimientos forzados.
¿Existe la posibilidad de que, por medio del dispositivo de prensión palmar, se afecte negativamente a la mano y sus componentes?	No necesariamente, pero se debería tomar en cuenta el factor dolor frente a la generación de movimientos
Variable Dependiente: Dispositivo de prensión palmar	
¿Existiría disposición del pulgar para generar movimientos de prensión palmar?	Por su puesto es el uno de los principios de generación de pinza.
¿La generación de prensión palmar, facilitaría la realización de actividades?	Claro, esto le generaría tener una parte del cuerpo “normal”, y representaría mejora en su vida cotidiana.
¿Al generar prensión palmar, el sujeto lograría atrapar, agarrar y coger objetos?	Esas son actividades propias de la prensión palmar, sin embargo, se evalúa cuál es la necesidad más requerida del paciente.
¿Sería necesario tomar en cuenta si el paciente hubiera sufrido de alguna fractura o lesión?	Es sumamente importante saber si el paciente sufrió anteriormente de algún tipo de lesiones, para así no forzar en demasía a la extremidad.
¿En caso de existir problemas de interconexión, se impediría el movimiento de prensión palmar en la mano del individuo?	Claro, hay que tomar en cuenta que todo está interconectado, el sistema nervioso envía la actividad, donde músculos y tendones son

	accionados para realizar “X” actividad. Así que cualquier faltante en el proceso afectaría la realización de cualquier movimiento.
--	--

Ortopedista (Vendedor de productos ortopédicos)

Variable Independiente: Secuelas de poliomielitis en extremidades superiores

¿Los implementos dotados para personas con algún tipo de lesión en su extremidad superior permiten realizar actividades cotidianas?	Depende, muchos de estos sirven para inmovilizar, otros para dar movimiento, para estas personas primero se utilizan férulas que extiendan la extremidad.
¿Al tener una persona secuelas de polio en su extremidad superior, existe algún tipo de ortesis que le ayude a generar fuerza, resistencia o extensión de la mano?	Para extensión se utilizan férulas posicionales, férulas extensoras de mano,
¿Los dispositivos existentes poseen medidas estándar o se adaptan a la medida única de cada persona?	La mayoría vienen en tamaño estándar, pero, si es el caso hay lugares que ayudan a que la prótesis, ortesis o férula sean personalizadas.

Variable Dependiente: Dispositivo de presión palmar

¿Dispositivos que permitan la oposición del pulgar?	Muñequeras, brazaletes, incluso férulas inmovilizadoras.
¿Existen implementos que propicien rigidez en la mano y movilidad en los dedos?	Las férulas activas para nervio radial, por ejemplo, pero se usan mayormente en rehabilitación.
¿Qué se necesita para que el sujeto realice la presión palmar?	Primero que se le hace a la mano, porque el señor presenta espasticidad, por eso tiene la mano siempre cerrada.

¿Qué implementos debería adoptar para generar movimiento de atrapar, agarrar, coger?	Conuerdo con la opinión de la persona especializada en fisioterapia, porque es necesario adoptar una garra o pinza para hacer esta actividad.
¿El tratar de generar prensión palmar en la mano espástica, desemboca en lesiones?	Muy posiblemente, porque son partes que han estado acostumbradas a permanecer en una sola posición.

Anexo 2: Fichas de observación**FICHA DE OBSERVACIÓN****OBJETIVO: Obtener las medidas antropométricas del usuario.**

ESTUDIO

LARGO	MEDIDA (cm)
Mano	14.5
Dedo pulgar	6.5
Dedo índice	9.5
Dedo medio	10
Dedo anular	9
Dedo meñique	6.5

ALTO	MEDIDA (cm)
Brazo	5
Muñeca	4
Dedos	1.6

CIRCUNFERENCIA	MEDIDA (cm)
Brazo	22
Muñeca	15.7
Palma	21

ANÁLISIS:

Las medidas del usuario serán detalladas, puesto que por medio de la obtención de estas se logra aplicar en el modelo computarizado/digital. Se han hecho presentes las mediciones del largo, alto y circunferencia, pasa por las diferentes partes inicia desde la parte proximal a la persona, el brazo, la muñeca, la mano hasta llegar a la parte distal los dedos.

FICHA DE OBSERVACIÓN**OBJETIVO: reconocer las tareas diarias que realiza el usuario.**

ESTUDIO

ACTIVIDADES DEL HOGAR	HORAS DIARIAS ENTRE SEMANA				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Cocinar	1:30	3:00	0:45	0:45	0:45
Planchar	0:15	0:10	0	0:11	0:10
Limpiar	0:30	0:32	0:35	0:35	0:33
Barrer	0:08	0:01	0:03	0:07	0:05

ACTIVIDADES DEL TRABAJO	HORAS DIARIAS ENTRE SEMANA				
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Ver stock	:30	0:05	0:14	0:10	0:15
Sacar cajas	0:15	0:01	0:06	0:05	0:07
Enfundar	0:13	0:0:30	0:05	0:03	0:07
Embarcar	0:10	0:01	0:06	0:04	0:08
Transportar/conducir	3:00	0:30	2:00	0:45	1:00
Cobro	1:00	0	1:15	0	2:00

ANÁLISIS:



Según la tabla de actividades del hogar, se registra mayor actividad durante la acción de cocinar, seguida consecuentemente por la acción de la limpieza.


Según la tabla de actividades del trabajo, se registra que la mayor cantidad de tiempo, la consume el transporte/conducción, seguido por la actividad de ver stock.

FICHA DE OBSERVACIÓN

OBJETIVO: analizar el diámetro propicio para accesorio

ESTUDIO

IMÁGEN	DIÁMETROS (cm)	COMODIDAD	
		SÍ	NO
	1.0	X	
	1.1	X	
	1.2	X	
	1.3	X	
	1.4	X	
	1.5	X	
	1.6	X	
	1.7	X	
	1.8	X	
	1.9	X	
	2.0	X	
	2.1	X	
	2.2	X	
	2.3	X	
	2.4	X	
	2.5	X	
	2.6	X	
	2.7	X	
	2.8	X	
	2.9	X	
	3.0	X	
	3.1	X	
	3.2	X	
	3.3	X	
	3.4	X	

	3.5		X
	3.6		X
	3.7		X
	3.8		X
	3.9		X
	4.0		X

ANÁLISIS:

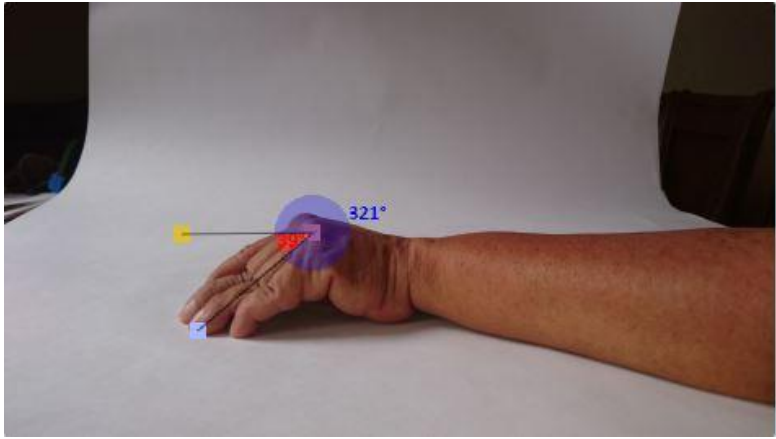
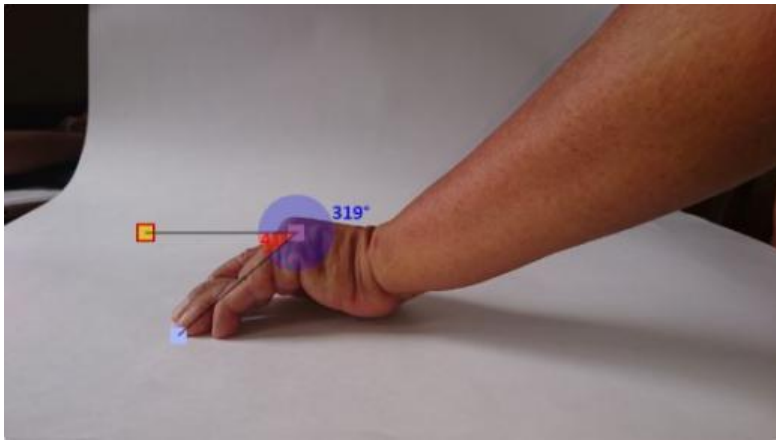
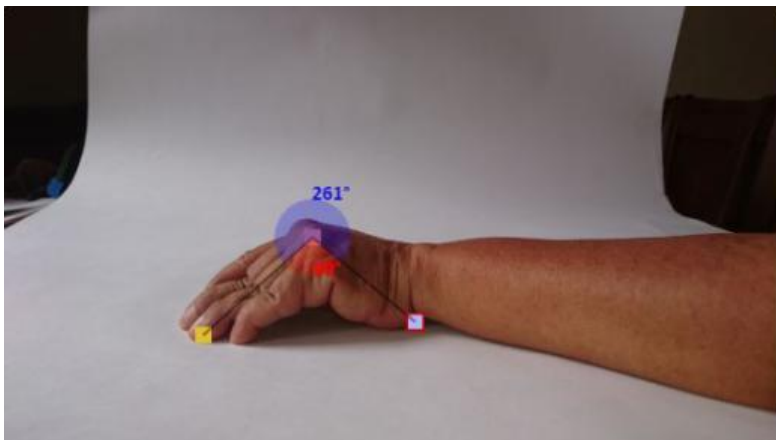
De acuerdo con los datos obtenidos, se ha encontrado que a partir del 1.0 al 3.4 centímetros de diámetro, el individuo realiza la apertura sin mayor problema; mientras

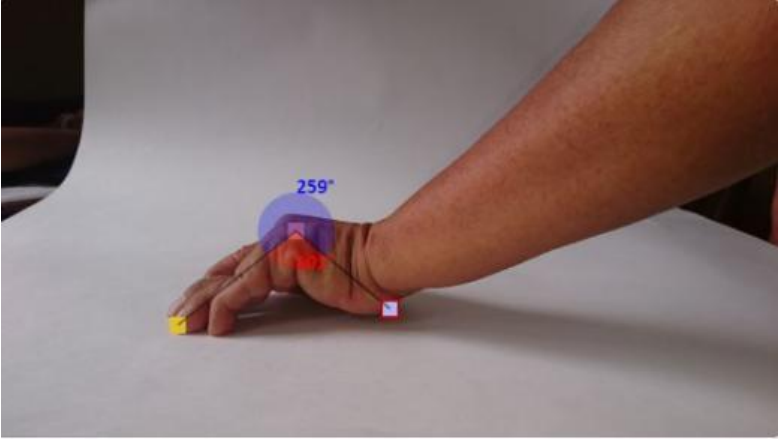
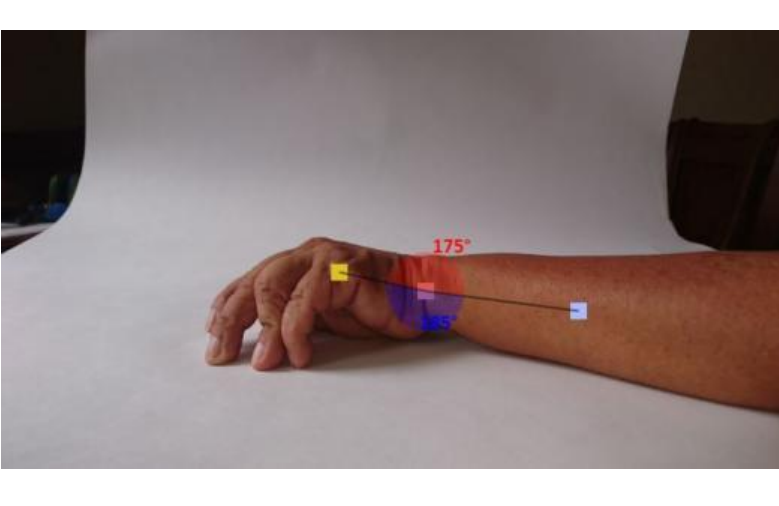
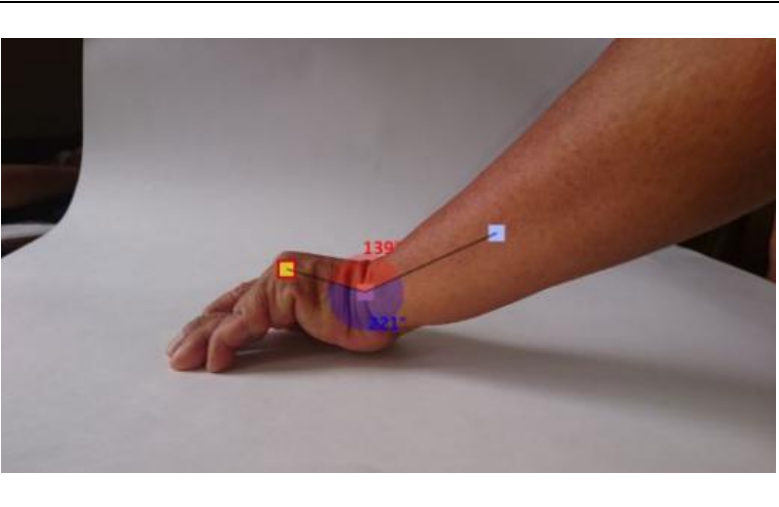
que desde el 3.5 al 4.0 centímetros de diámetro la apertura llega a ser dificultosa y el estudiado presenta incomodidad.

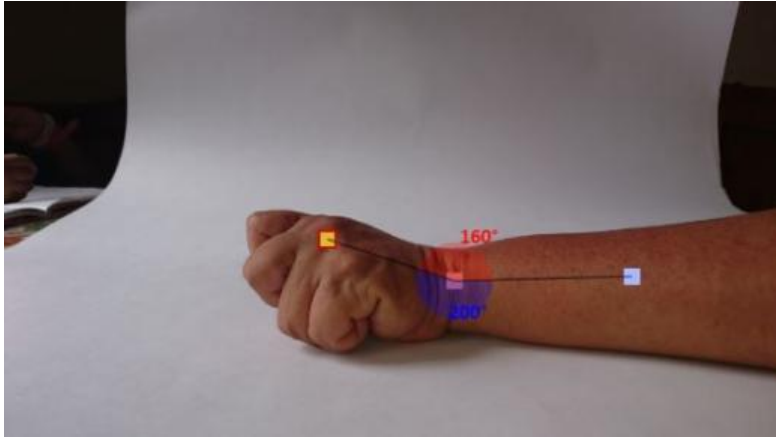
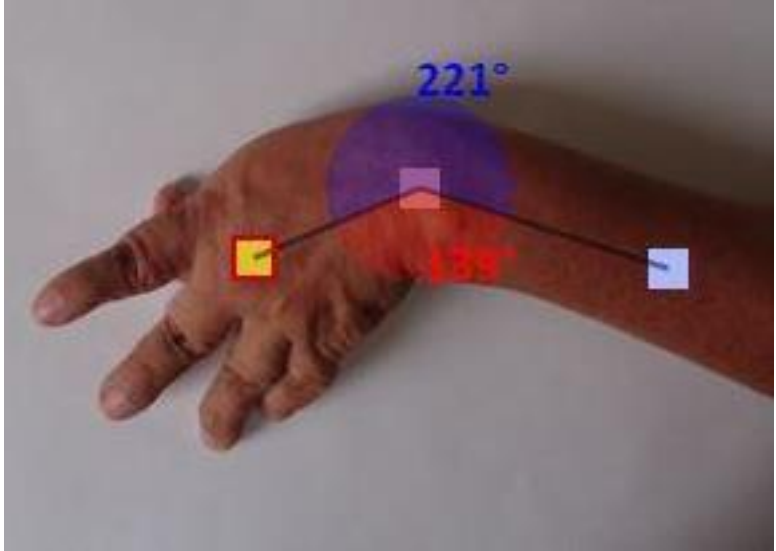
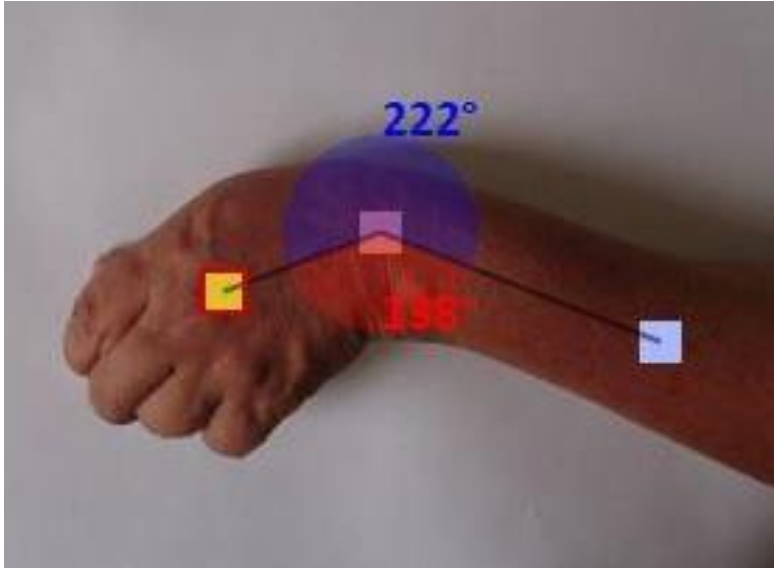
FICHA DE OBSERVACIÓN

OBJETIVO: reconocer los diferentes ángulos que posee el brazo del usuario

ESTUDIO

ÁNGULOS DE ACUERDO A INCLINACIÓN DE LOS DEDOS	ÁNGULOS
 <p>A photograph of a hand with a blue arc indicating an angle of 321°. A yellow marker is on the index finger, a red marker is on the middle finger, and a blue marker is on the ring finger. The hand is resting on a white surface.</p>	<p>A: 321' B: 39'</p>
 <p>A photograph of a hand with a blue arc indicating an angle of 319°. A yellow marker is on the index finger, a red marker is on the middle finger, and a blue marker is on the ring finger. The hand is resting on a white surface.</p>	<p>A: 319' B: 41'</p>
ÁNGULOS DE ACUERDO A APERTURA DE MANO	
 <p>A photograph of a hand with a blue arc indicating an angle of 261°. A yellow marker is on the index finger, a red marker is on the middle finger, and a blue marker is on the ring finger. The hand is resting on a white surface.</p>	<p>A: 261' B: 99'</p>

	A: 259' B: 101'
ÁNGULOS DE ACUERDO A RELACIÓN MANO-MUÑECA-BRAZO	
	A: 175' B: 185'
	A: 139' B: 221'

	<p>A: 160'</p> <p>B: 200'</p>
<p>ÁNGULOS DE ACUERDO A GRADO DE INCLINACIÓN EN RELACIÓN MANO-MUÑECA-BRAZO (vista superior)</p>	
	<p>A: 221'</p> <p>B: 139'</p>
	<p>A: 222'</p> <p>B: 138'</p>

ANÁLISIS:

Se ha reconocido los diferentes ángulos a tomar en cuenta para especificar y generar la prensión de apertura, además, de tomar en cuenta para la proyección al dispositivo.

ÁNGULOS DE ACUERDO A INCLINACIÓN DE LOS DEDOS con una media de ángulo extrínseco de 340' y una media de ángulo intrínseco de 40'.



ÁNGULOS DE ACUERDO A APERTURA DE MANO con una media de ángulo extrínseco de 260' y una media de ángulo intrínseco de 100'.

ÁNGULOS DE ACUERDO A RELACIÓN MANO-MUÑECA-BRAZO con una media de ángulo extrínseco de 167.5' y una media de ángulo intrínseco de 192.5'.

ÁNGULOS DE ACUERDO A GRADO DE INCLINACIÓN EN RELACIÓN MANO-MUÑECA-BRAZO (vista superior) con una media de ángulo extrínseco de 221.5' y una media de ángulo intrínseco de 138.5'.

FICHA DE OBSERVACIÓN**OBJETIVO: identificar la dirección para la prensión.**

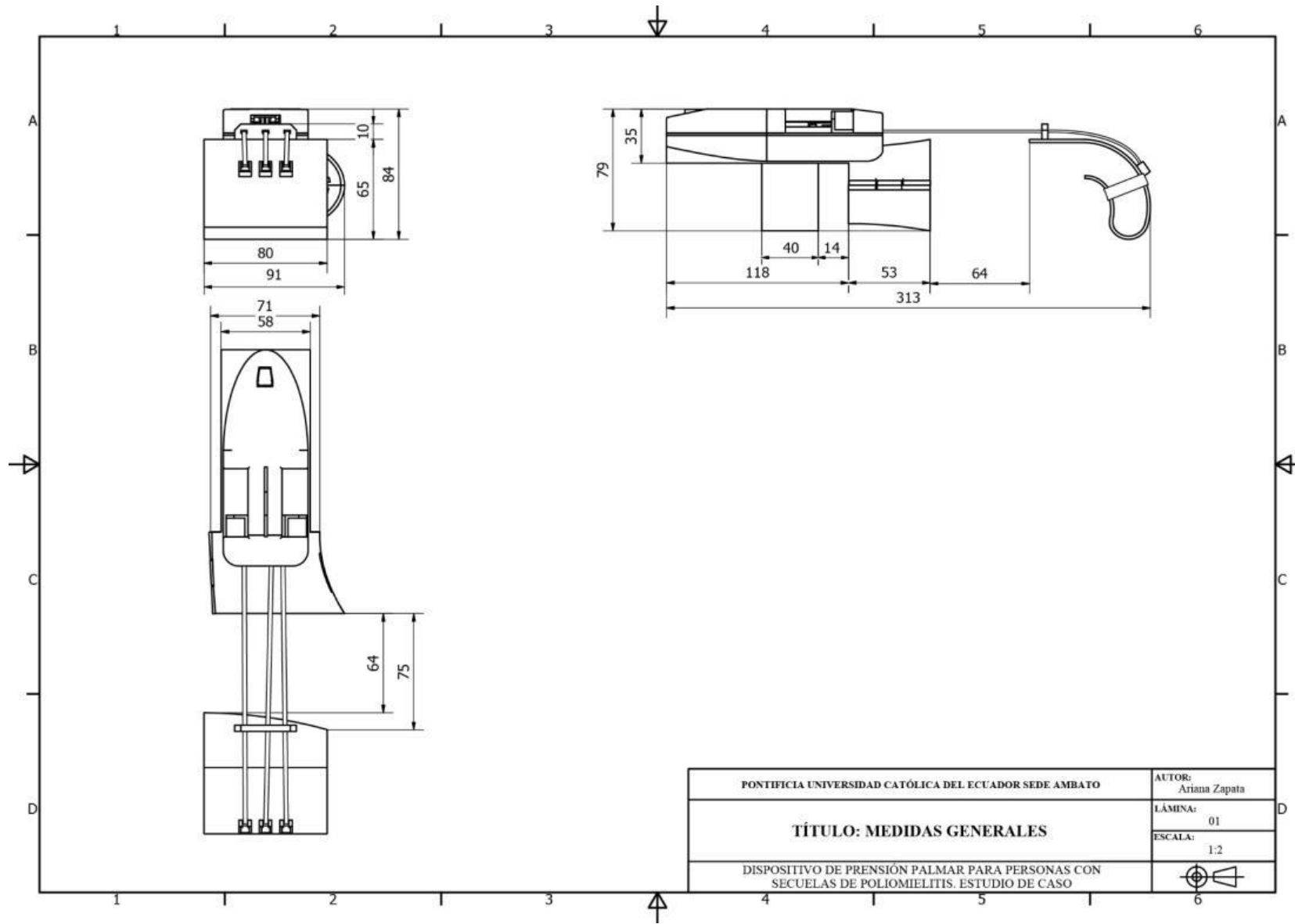
ESTUDIO

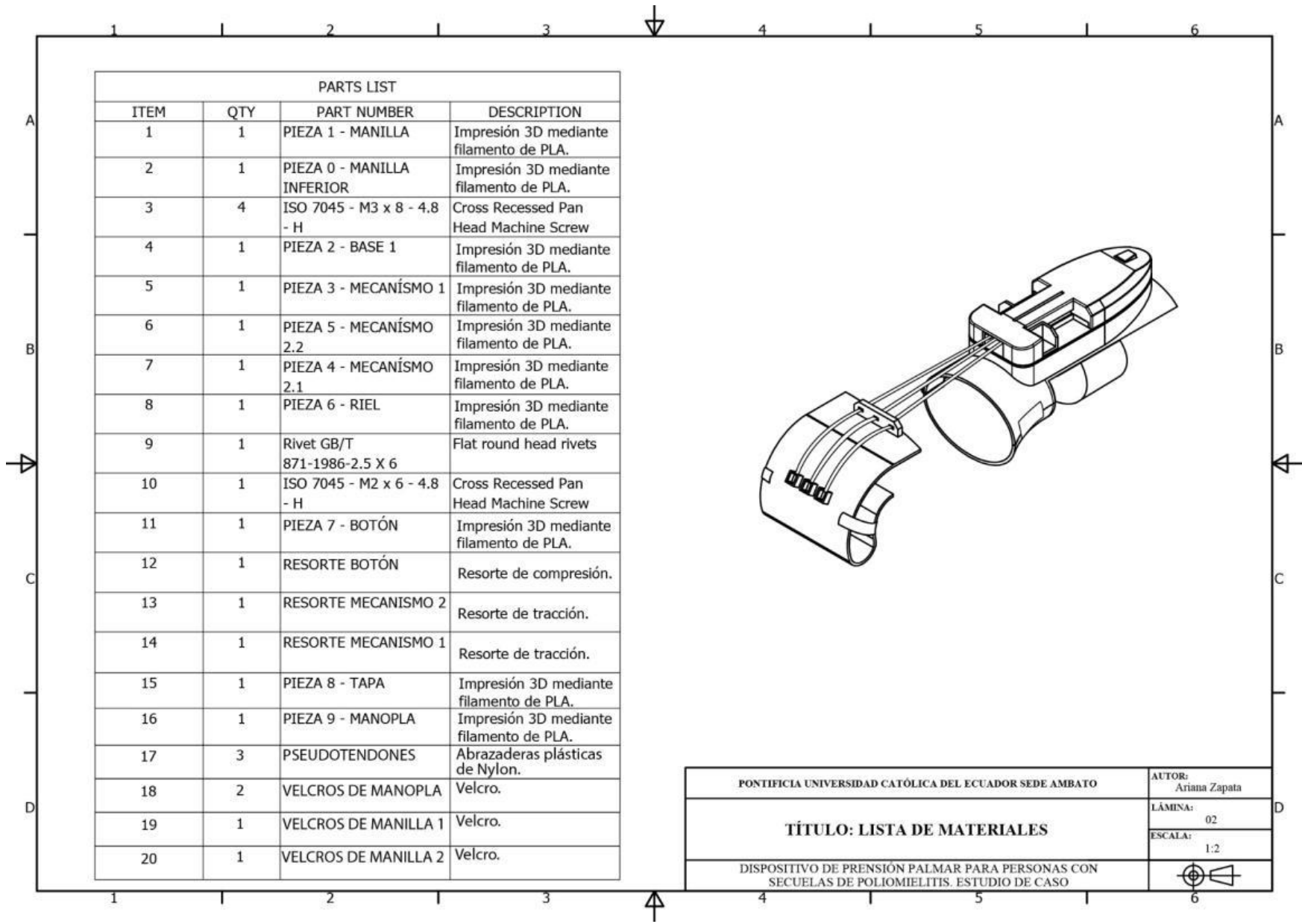
Imagen	Datos de la observación
	Se observó que, al momento de generar el cierre, el paciente no genera ningún tipo de cambio en la posición de su mano, debido a que la mano espástica ya se encuentra cerrada.
	Es claro observar que el futuro usuario, responde con efectividad al momento de recrear una apertura para generar la prensión.

ANÁLISIS:

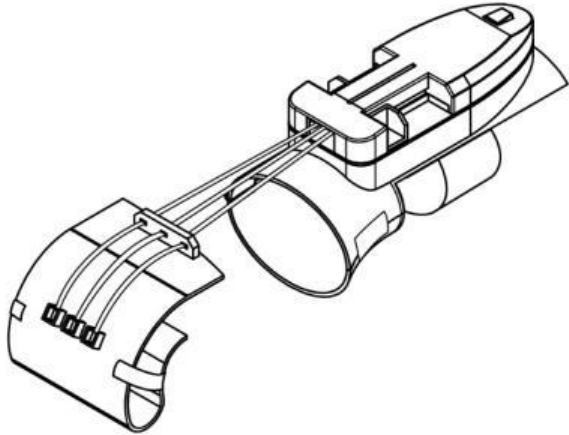
Se identificó que la tarea propicia para concretar la prensión es la de la apertura, también, conocida como extensión en este caso de los dedos de la mano.

Anexo 3: Fichas Técnicas

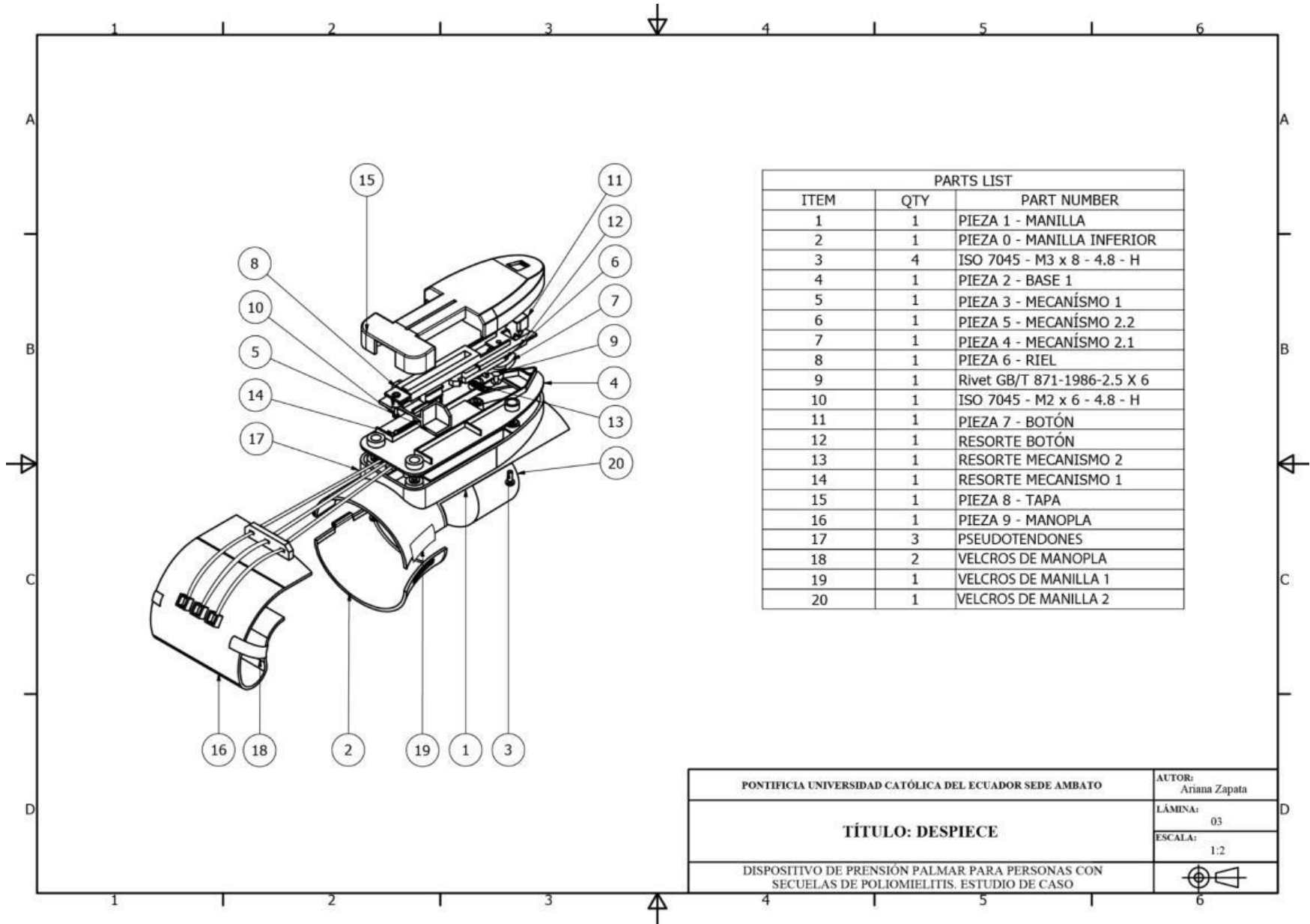





PARTS LIST			
ITEM	QTY	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	1	PIEZA 1 - MANILLA	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
2	1	PIEZA 0 - MANILLA INFERIOR	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
3	4	ISO 7045 - M3 x 8 - 4.8 - H	Cross Recessed Pan Head Machine Screw
4	1	PIEZA 2 - BASE 1	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
5	1	PIEZA 3 - MECANISMO 1	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
6	1	PIEZA 5 - MECANISMO 2.2	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
7	1	PIEZA 4 - MECANISMO 2.1	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
8	1	PIEZA 6 - RIEL	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
9	1	Rivet GB/T 871-1986-2.5 X 6	Flat round head rivets
10	1	ISO 7045 - M2 x 6 - 4.8 - H	Cross Recessed Pan Head Machine Screw
11	1	PIEZA 7 - BOTÓN	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
12	1	RESORTE BOTÓN	Resorte de compresión.
13	1	RESORTE MECANISMO 2	Resorte de tracción.
14	1	RESORTE MECANISMO 1	Resorte de tracción.
15	1	PIEZA 8 - TAPA	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
16	1	PIEZA 9 - MANOPLA	Impresión 3D mediante filamento de PLA.
17	3	PSEUDOTENDONES	Abrazaderas plásticas de Nylon.
18	2	VELCROS DE MANOPLA	Velcro.
19	1	VELCROS DE MANILLA 1	Velcro.
20	1	VELCROS DE MANILLA 2	Velcro.

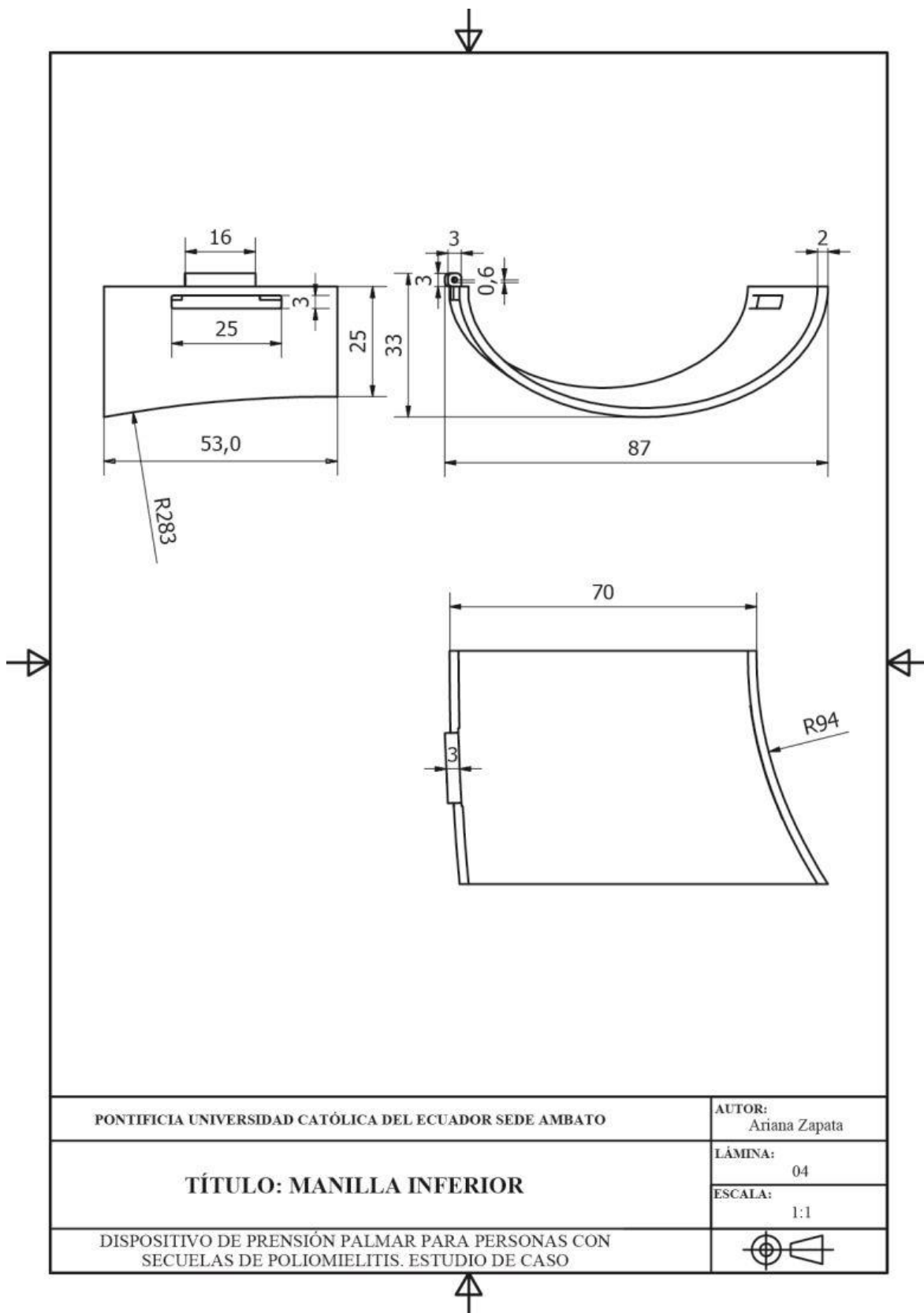


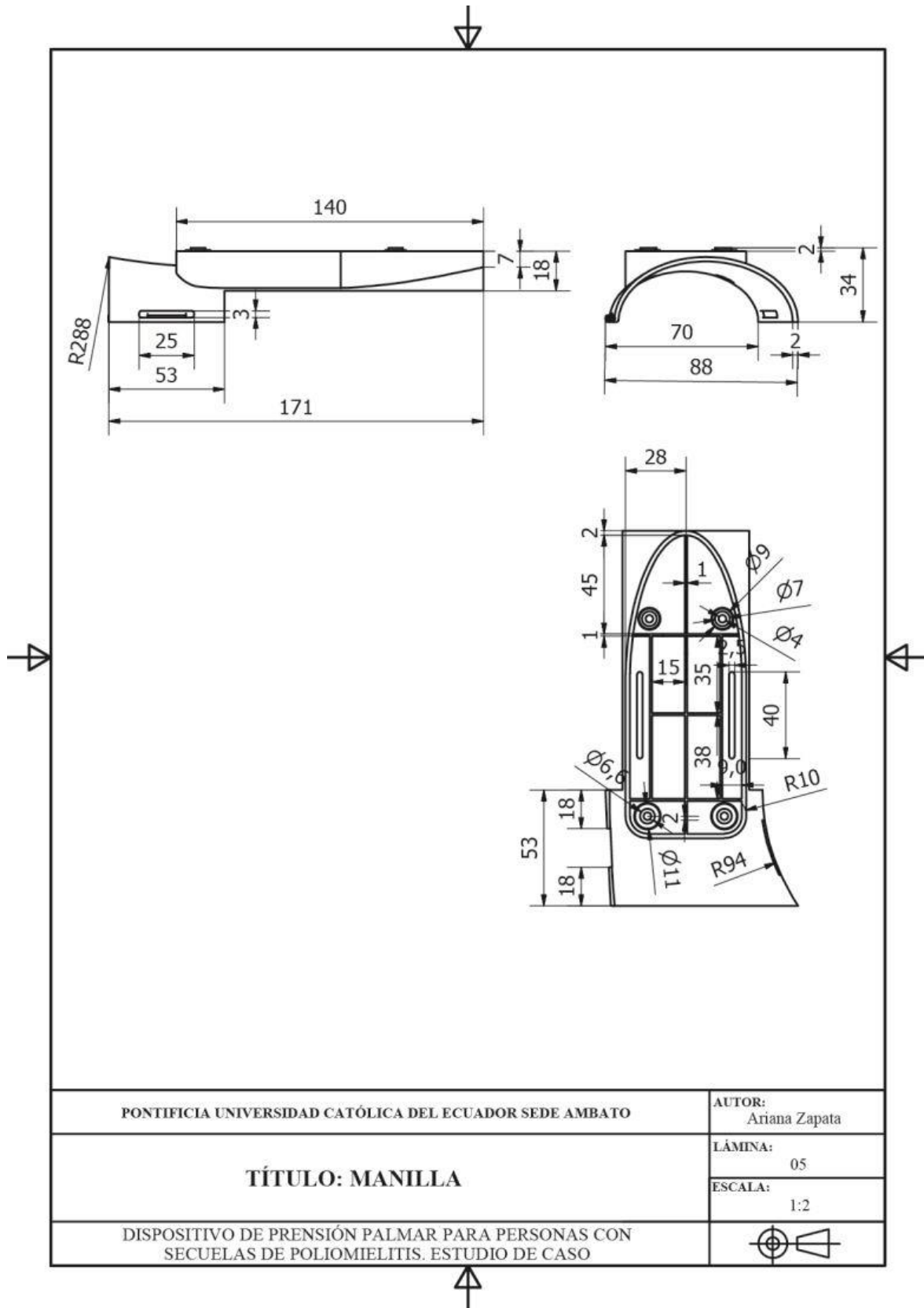
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: Ariana Zapata
TÍTULO: LISTA DE MATERIALES	LÁMINA: 02
	ESCALA: 1:2
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO	




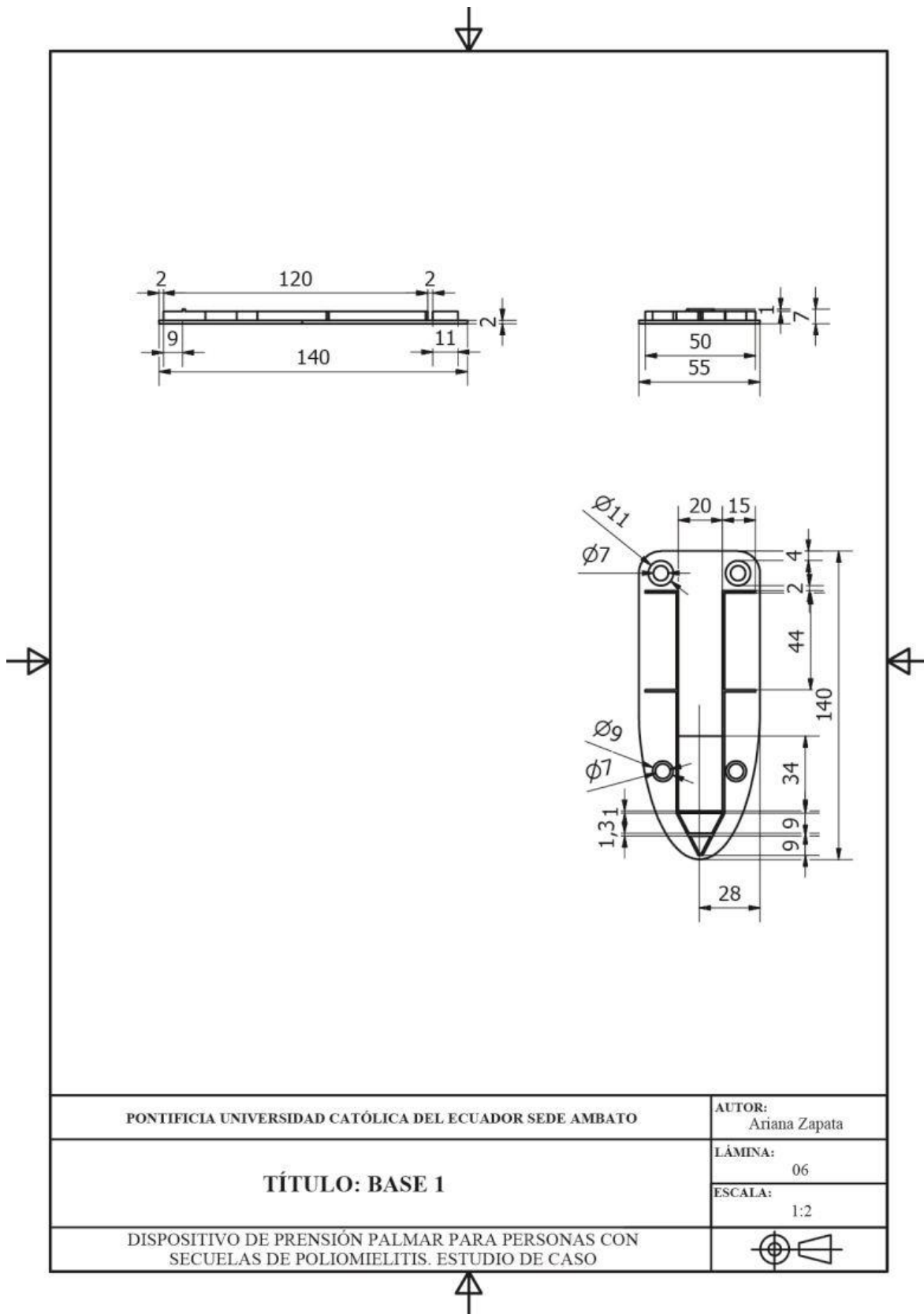
PARTS LIST		
ITEM	QTY	PART NUMBER
1	1	PIEZA 1 - MANILLA
2	1	PIEZA 0 - MANILLA INFERIOR
3	4	ISO 7045 - M3 x 8 - 4.8 - H
4	1	PIEZA 2 - BASE 1
5	1	PIEZA 3 - MECANISMO 1
6	1	PIEZA 5 - MECANISMO 2.2
7	1	PIEZA 4 - MECANISMO 2.1
8	1	PIEZA 6 - RIEL
9	1	Rivet GB/T 871-1986-2.5 X 6
10	1	ISO 7045 - M2 x 6 - 4.8 - H
11	1	PIEZA 7 - BOTÓN
12	1	RESORTE BOTÓN
13	1	RESORTE MECANISMO 2
14	1	RESORTE MECANISMO 1
15	1	PIEZA 8 - TAPA
16	1	PIEZA 9 - MANOPLA
17	3	PSEUDOTENDONES
18	2	VELCROS DE MANOPLA
19	1	VELCROS DE MANILLA 1
20	1	VELCROS DE MANILLA 2

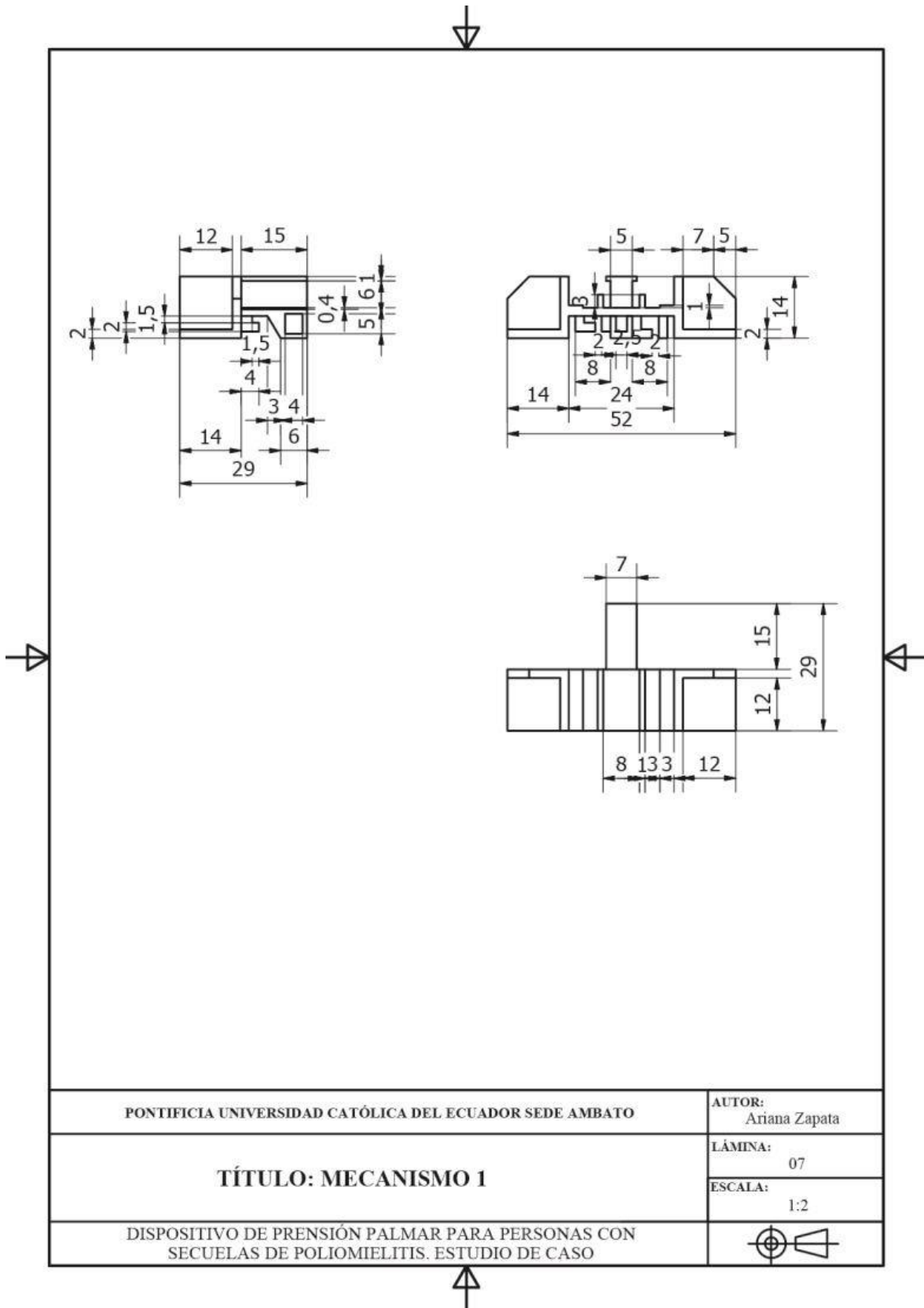
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO	AUTOR: Ariana Zapata
TÍTULO: DESPIECE	LÁMINA: 03
	ESCALA: 1:2
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO	





<p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO</p>	<p>AUTOR: Ariana Zapata</p>
<p>TÍTULO: MANILLA</p>	<p>LÁMINA: 05</p>
	<p>ESCALA: 1:2</p>
<p>DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO</p>	





PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO

AUTOR:
Ariana Zapata

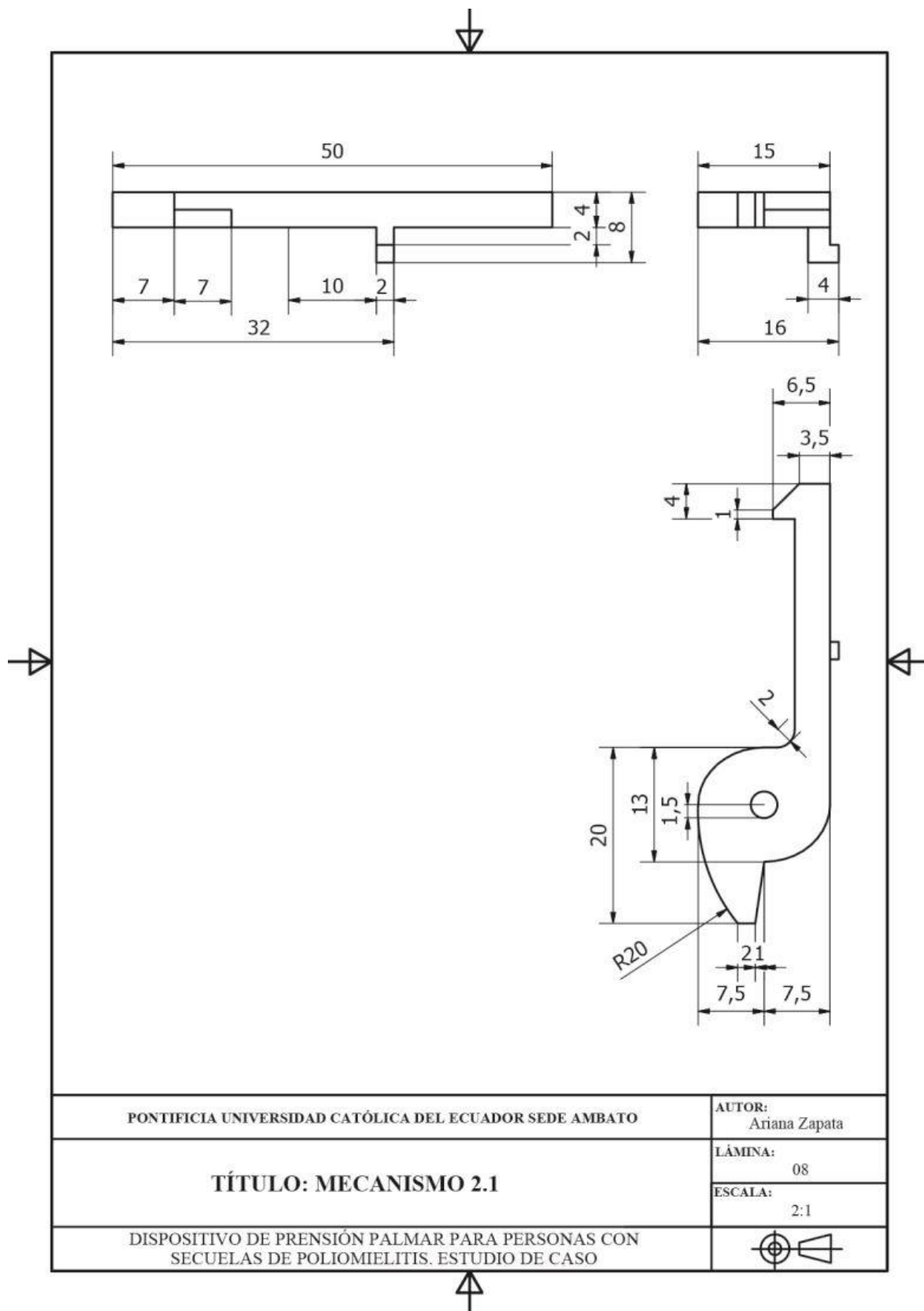
TÍTULO: MECANISMO 1

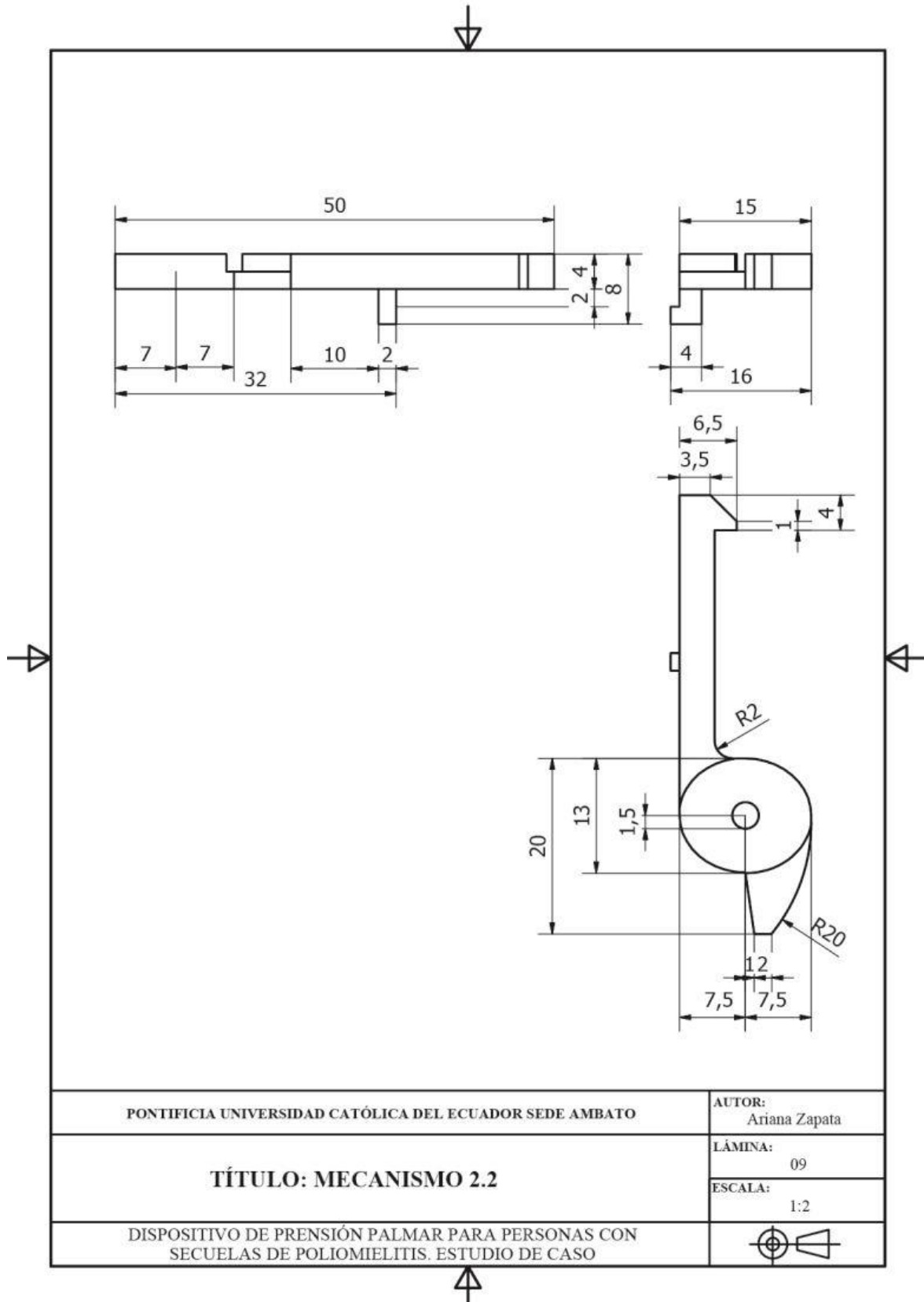
LÁMINA:
07

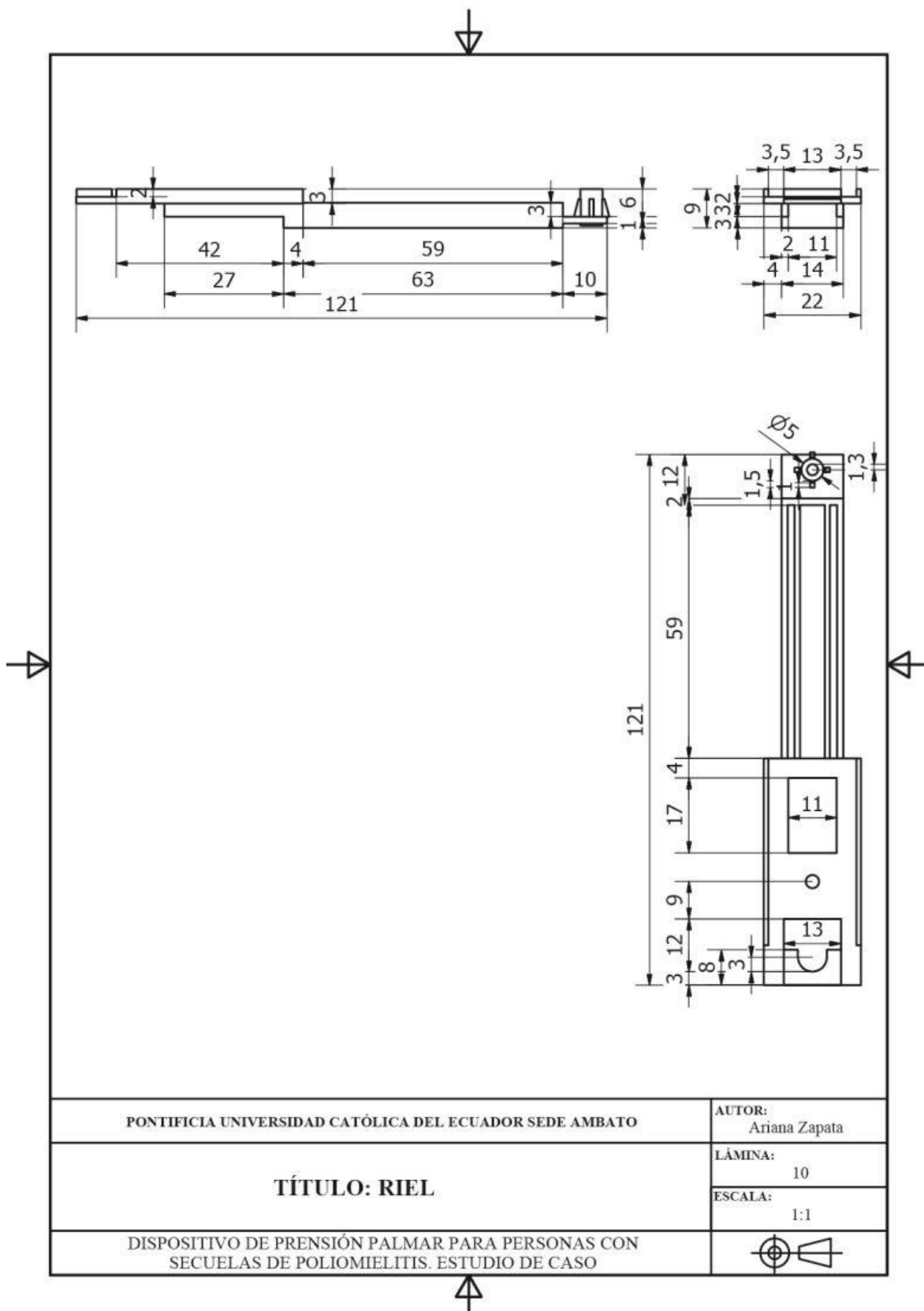
ESCALA:
1:2

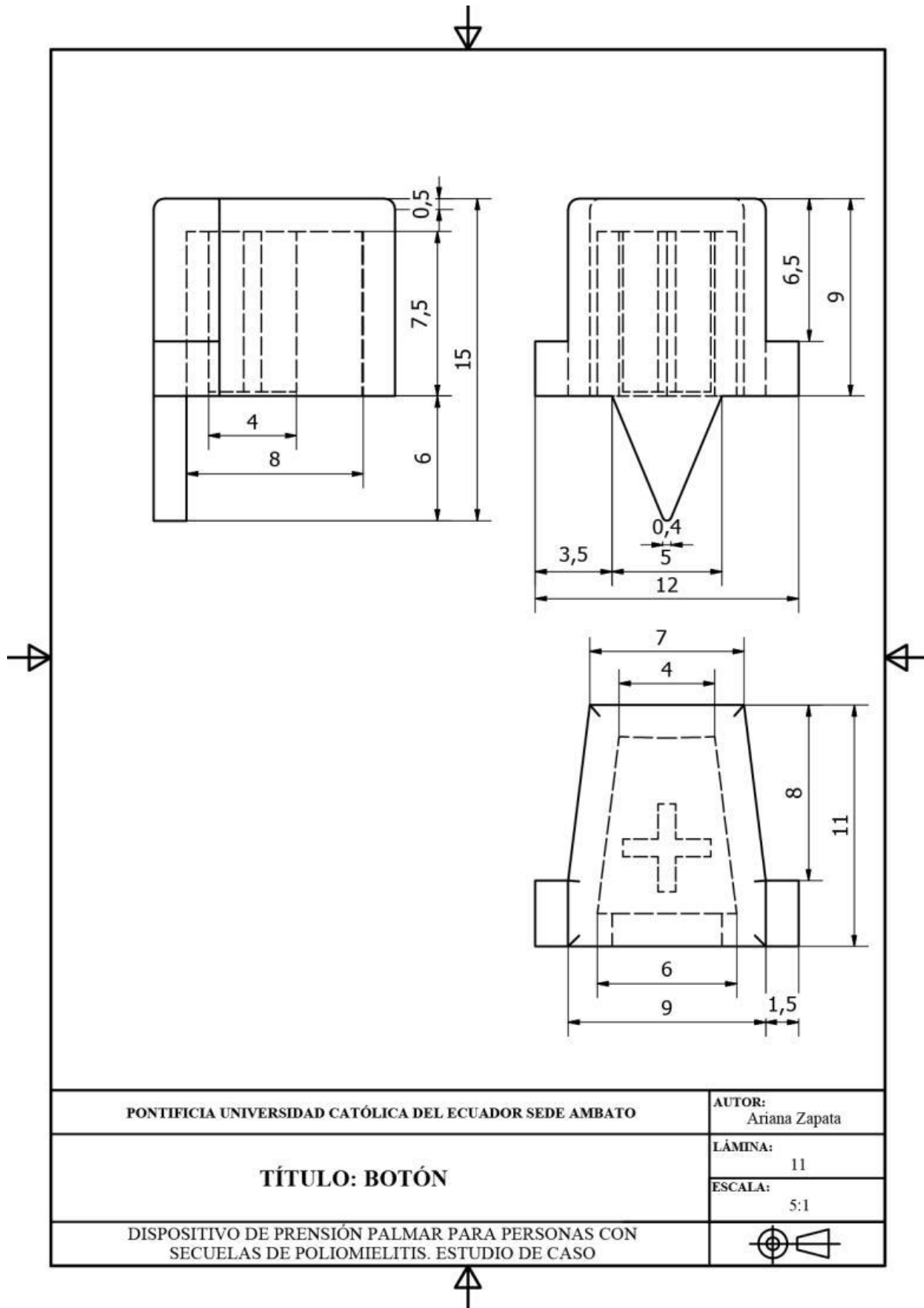
DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON
SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO











PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO

AUTOR:
Ariana Zapata

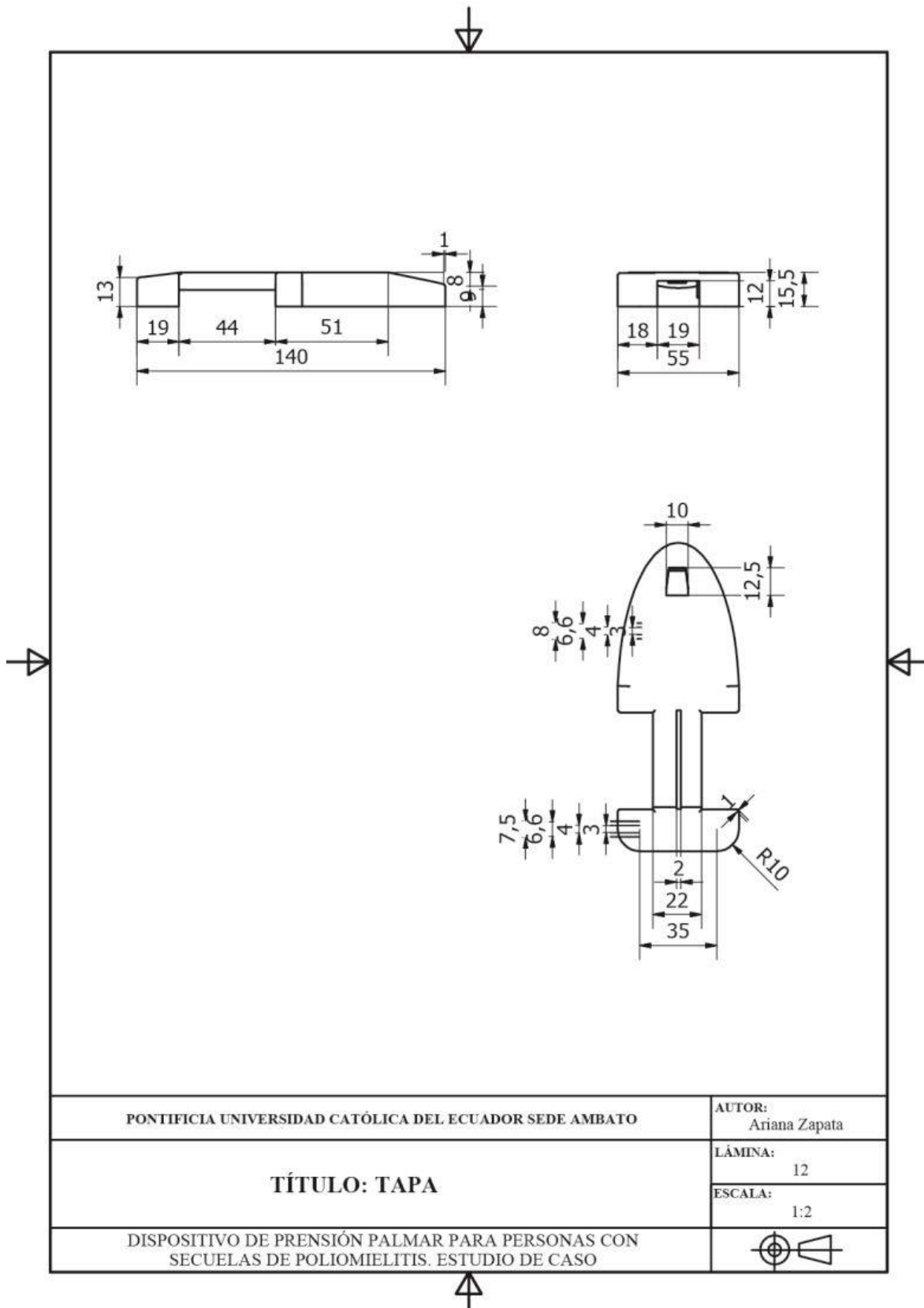
TÍTULO: BOTÓN

LÁMINA:
11

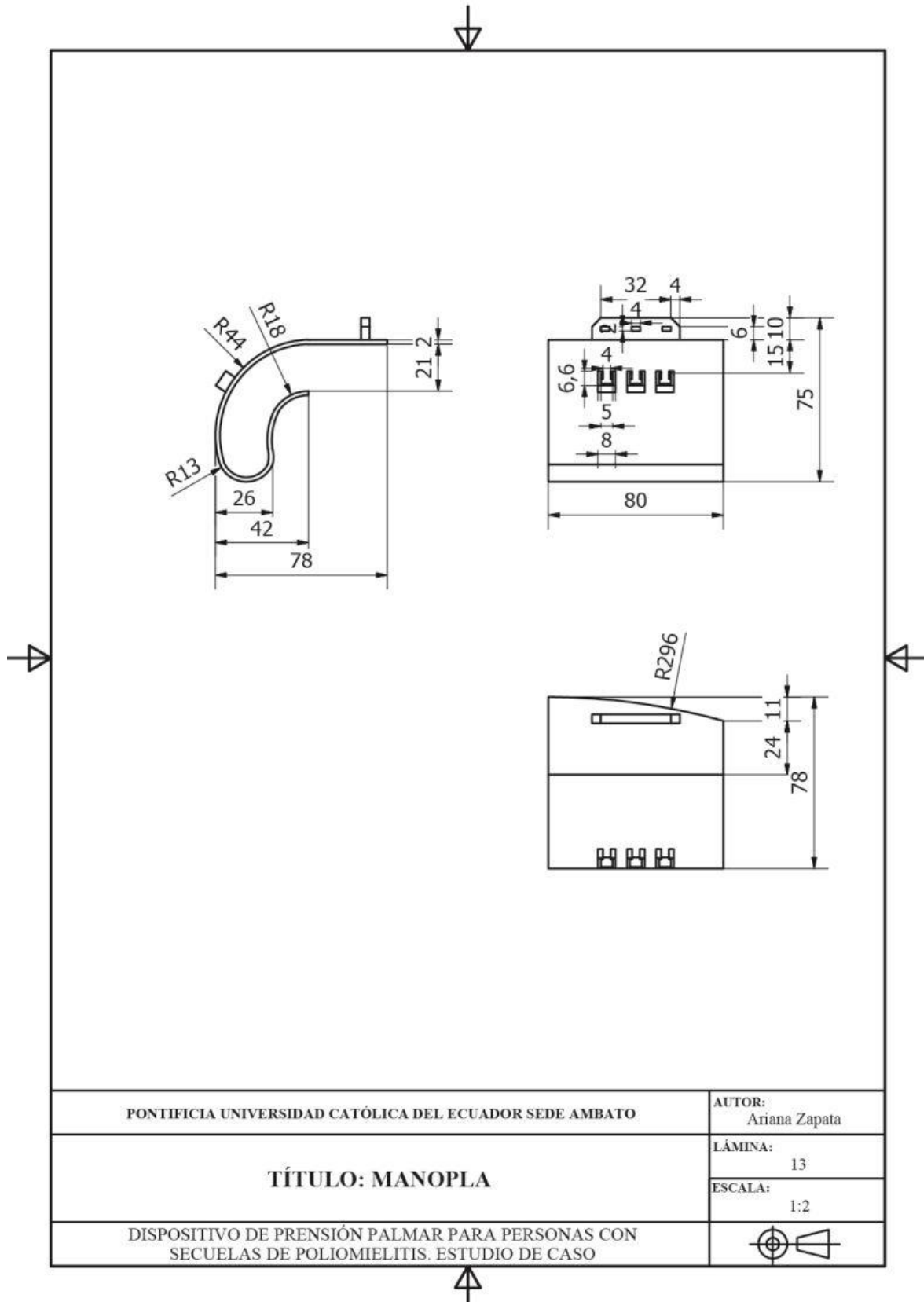
ESCALA:
5:1


DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO





<p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO</p>	<p>AUTOR: Ariana Zapata</p>
<p>TÍTULO: TAPA</p>	<p>LÁMINA: 12</p>
	<p>ESCALA: 1:2</p>
<p>DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO</p>	



<p>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE AMBATO</p>	<p>AUTOR: Ariana Zapata</p>
<p>TÍTULO: MANOPLA</p>	<p>LÁMINA: 13</p>
	<p>ESCALA: 1:2</p>
<p>DISPOSITIVO DE PRENSIÓN PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO</p>	

Anexo 4: Evaluación de la Satisfacción

ENCUESTA

TEMA: DISPOSITIVO DE PRENSION PALMAR PARA PERSONAS CON SECUELAS DE POLIOMIELITIS. ESTUDIO DE CASO

Evaluación de satisfacción de las necesidades del usuario

Seleccione con una X la opción que convenga, siendo uno (1) INSATISFECHO, dos (2) POCO SATISFECHO, tres (3) MEDIANAMENTE SATISFECHO, cuatro (4) SATISFECHO y cinco (5) SUMAMENTE SATISFECHO, con el fin de medir las variables.

1. ¿El objeto cuenta con mecanismos de ajuste?

1	2	3	4	5
				X

2. ¿El objeto tiene un peso ligero?

1	2	3	4	5
			X	

3. ¿Se comprende (se da a conocer) la forma de uso del objeto a simple vista?

1	2	3	4	5
				X

4. ¿Cree usted que las partes del dispositivo funcionan como un todo (de manera automática)?

1	2	3	4	5
			X	

5. ¿El tamaño del dispositivo corresponde a sus medidas requeridas?

1	2	3	4	5
				X

6. ¿El material le resulta tóxico?

1	2	3	4	5
				X

7. ¿El dispositivo le brinda seguridad?

1	2	3	4	5
			X	

8. ¿El dispositivo le ayuda a sentirse autosuficiente?

1	2	3	4	5
				X

9. ¿Los materiales utilizados le brindan comodidad al contacto con la piel?

1	2	3	4	5
				X

10. ¿El dispositivo le resulta ser fácil de transportar?

1	2	3	4	5
				X

11. ¿Existe facilidad al momento de limpiar el dispositivo?

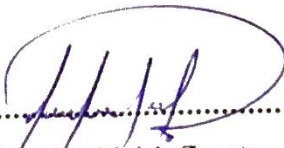
1	2	3	4	5
			X	

12. ¿El objeto se recalienta al exponerse al calor?

1	2	3	4	5
			X	

13. ¿Los componentes son sustituibles?

1	2	3	4	5
				X



Firma Sr. Vinicio Zapata

(Usuario del Estudio de Caso)