

Dispositivo como dotación de un hospital, para la prevención del pie caído en
pacientes críticos de la UCI (Unidad de cuidados intensivos)

CLAUDIA ANDREA ARANGO ROBLEDO
ANGELA MARIA TOBON VASQUEZ

Universidad Icesi
Facultad de Ingeniería
Programa de Diseño Industrial
Santiago de Cali
2014

Dispositivo como dotación de un hospital, para la prevención del pie caído en
pacientes críticos de la UCI (Unidad de cuidados intensivos)

CLAUDIA ANDREA ARANGO ROBLEDO
ANGELA MARIA TOBON VASQUEZ

Proyecto de grado

DORIS ARNOT JAMES
Diseñadora Industrial. M.A.

Universidad Icesi
Facultad de Ingeniería
Programa de Diseño Industrial
Santiago de Cali
2014

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios que siempre está a nuestro lado y nos ilumina para alcanzar nuestras metas.

Agradecemos a nuestra tutora Doris Arnot James por su paciencia y su disponibilidad permanente para guiarnos en todo momento.

A la Doctora Martha Lucia Vasquez Truissi quien nos contactó directamente con todas las personas expertas en el tema y que de igual manera, junto con Luz Elena Rojas se desarrollaron como tutoras extra en cuanto al tema del pie caído.

De igual manera agradecemos a los docentes de la facultad de salud de la Universidad del Valle que intervinieron de una u otra manera en nuestro trabajo por sus aportes valiosos en este proceso de formación y a los integrantes de la UCI del hospital universitario que estuvieron siempre dispuestos a recibirnos en las visitas de trabajo de campo.

A nuestros padres por el apoyo incondicional tanto emocional como económico, Y a todas las personas que nos brindaron su apoyo para culminar este trabajo.

Gracias

Índice

ÍNDICE	4
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	8
LISTA DE ANEXOS.....	10
GLOSARIO	10
ABSTRACT.....	12
RESUMEN	13
INTRODUCCIÓN.....	15
FICHA TÉCNICA	16
PROBLEMA.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	19
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	20
JUSTIFICACIÓN	20
OBJETIVOS	21
<i>OBJETIVO GENERAL</i>	21
<i>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</i>	21
VIABILIDAD	21
METODOLOGÍA	22
MARCO TEÓRICO	23
Capítulo 1: Contexto.....	23
DEFINICIÓN DE HOSPITAL.....	23
UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVOS	24
HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE	26
UCI (UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS) DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE	26
DOTACIONES DE LA UCI	28
CAPITULO 2: USUARIO + PROBLEMÁTICA.....	29
Definición del pie caído	31
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PIE CAÍDO.....	31
Causas del pie caído.....	32
CONSECUENCIAS DE PIE CAIDO.....	34
ANATOMÍA DE LOS MIEMBROS INFERIORES	35

ANATOMÍA DE TOBILLO.....	35
MOVIMIENTO DEL TOBILLO	36
MOVIMIENTOS DEL PIE	38
MOVIMIENTO DE LOS DEDOS DEL PIE	39
BIOMECÁNICA Y BIÓNICA.....	41
Capítulo 3: Ayudas técnicas.....	42
DEFINICIÓN DE ÓRTESIS	42
TIPOS DE ÓRTESIS.....	43
TIPOS DE MATERIALES PARA ORTESIS	44
CAPITULO 4: FERULAJE PARA PIERNA	
DEFINICIÓN GENERAL	49
TIPOS DE FÉRULAJE PARA MIEMBRO INFERIOR.....	49
Ferulaje de prevención en instituciones de salud publica.....	51
RESULTADOS.....	53
DISCUSIÓN.....	53
<u>MARCO CONCEPTUAL.....</u>	55
HIPÓTESIS DE DISEÑO	55
DETERMINANTES.....	55
REQUERIMIENTOS	56
CONCEPTO	58
PROCESO DE PROPUESTA	58
Propuesta final.....	60
<u>PRODUCCIÓN.....</u>	66
Procesos.....	69
Proveedores.....	69
Despiece y ensamblado.....	70
Planos generales.....	71
Distribución de planta y diagrama de flujo.....	72
Balanceo de línea	74
<u>IMPACTO AMBIENTAL.....</u>	75
ANÁLISIS DE CONTEXTO DE USO.....	75
VISIÓN GENERAL DEL PRODUCTO	76
Perfil ambiental del producto.....	76

Matriz met77
Cuantificación del impacto ambiental78
Conceptos y estrategias de eco-diseño implementadas.....78

ASPECTOS DE COSTOS.....80

SEGMENTACIÓN DEL MERCADO 82
CLIENTE, USUARIO, CONSUMIDOR: 83
MERCADO POTENCIAL: 83

CONCLUSIONES86

ANEXOS/APÉNDICES93

A

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. Plásticos.....	46
TABLA 2. Elastómeros.....	47
TABLA 3. Perfil ambiental del producto. A.Arango, A.Tobon (2014).....	76
TABLA 4. Cuantificación del impacto ambiental. Perfil ambiental del producto. A.Arango, A.Tobon (2014).....	78

LISTA DE ILUSTRACIONES

FIG. 1 Desfibrilador portátil con marca pasos estreno. Fuente: Catálogo médico(2011).....	28
FIG. 2 Ventilador de traslado. Fuente: : Catálogo médico(2011).....	28
FIG. 3 Negatoscopio cuadropes. Fuente: : Catálogo médico(2011).....	28
FIG. 4 Camillas de traslado. Fuente: Medical expo (2014).....	28
FIG. 5 Carro de paro. Fuente: Medical expo (2014).....	28
FIG. 6 Carro de procedimientos. Fuente: Medical expo (2014).....	28
FIG. 7 Equipo de rayos x portátil. Fuente: Catálogo médico (2011).....	28
FIG. 8 Cama clínica de intensivo con colchón antiescaras. Fuente:Ortopediamima (2013).....	28
FIG. 9 Monitor Cardíaco portátil. Fuente:Generltat Valencia (2004).....	28
FIG.10 Tipo de pie. Fuente: blog spot (2009).....	30
FIG.11 Pie caído. Fuente: Octavio Martinez (2011).....	31
FIG.12 Pie caído. Fuente: Anabell Franco (2010).....	31
FIG.13 Pie caído. Fuente: Cento caren neurore rehabilitación (2009).....	31
FIG.14 Pie pendular. Fuente: Charlot mariet tooth (2010).....	31
FIG.15 - FIG.16 Movimientos extremidad inferior. Fuente: Sport science and medicine (2004).	32
FIG.17 Músculos dorsi flexores. Fuente: cliniadam (2002).....	33
FIG.18 – FIG.19 Articulación tobillo. Fuente:Curso de formación Iyengar (2012)...	33
FIG.20 Tibial anterior. Fuente vitonica (2009).....	34
FIG.21 Marcha de estepaje. Fuente: neurocenter (2014).....	34
FIG.22 Articulación del tobillo. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013).....	35
FIG.23 Rango de movimiento del tobillo. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013).....	36
FIG.24 Rango de movimientos del tobillo. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013).....	37
FIG.25 Rango de movimientos del tobillo. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013).....	37
FIG.26 Músculos del pie. Fuente: Cuerpo gimnasion (2014).....	38
FIG.27 Planos atómicos. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013).....	38
FIG.28 Planos atómicos. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013).....	39
FIG.29 Estructura muscular del pie. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013).....	40
FIG.30 Rango de movimientos de los dedos. Fuente: Anatomía y movimiento humano (capítulo2, 2013)	40
FIG.32 Ferulas rígidas. Fuente: Medical expo (2014).....	50
FIG.33 Ferulas rígidas. Fuente:Paginas amarillas(2008).....	50
FIG.34 Ferulas rígidas. Fuente: Princinico wordpress(2011).....	50

FIG.35 Ferulas rígidas. Fuente: Harzon med equip(2013).....	50
FIG.36 Ferulas rígidas. Fuente:Medical expo (2014).....	50
FIG.37 Ferulas rígidas. Fuente: Vision farma (2010).....	50
FIG.38 Ferulas rígidas. Fuente: Hospital domicilio (2008).....	51
FIG.39 Ferulas rígidas. Fuente: Leticia san martin rodriguez (2005).....	51
FIG.40 Ferulas provicionales para la prevención del pie caído. Fuente: Universidad del Valle, Laboratorio de salu ocupacional (2014).....	52
FIG.41 Ferulas rígidas. Fuente:Vision farma (2013).....	52
FIG.42 BOM. Fuente: Arango A. Tobon A. (2014).....	66
FIG.43 Procesos. Arango A. Tobon A. (2014).....	69
FIG.44 Proveedores materiales. Arango A. Tobon A (2014).....	69
FIG 45. Despiece. Arango A. Tobon A (2014).....	70
FIG.46 Planos generales . Arango A. Tobon A (2014).....	71
FIG.47 Distribución de planta Arango. A Tobon A. (2014).....	72
FIG.48 Diagrama de flujo. Arango. A Tobon A. (2014).....	73
FIG.49 Balanceo en línea. Arango. A Tobon A. (2014).....	74
FIG.50 Perfil ambiental del producto. Fuente: A. Diaz (2013).....	76
FIG.51 Perfil ambiental del producto. A.Arango, A.Tobon (2014).....	77
FIG.52 Matriz MET. A.Arango, A.Tobon (2014).....	77
FIG.53 Rueda estratégica Eco-diseño. A.Arango, A.Tobon (2014).....	79
FIG.54 Modelo de negocio CANVAS.....	81
FIG 55. Logotipo PREVAK.....	84

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 Cronograma.....	93
Anexo 2 Costos.....	93
Anexo 3 Costos totales.....	94
Anexo 4 Cuidados intensivos.....	94
Anexo 5 Sistematización de limpieza.....	95
Anexo 6 Planos constructivos.....	96

GLOSARIO

Accidente cerebrovascular: Un accidente cerebrovascular sucede cuando el flujo de sangre a una parte del cerebro se detiene. Algunas veces, se denomina "ataque cerebral". Si el flujo sanguíneo se detiene por más de pocos segundos, el cerebro no puede recibir nutrientes y oxígeno. Las células cerebrales pueden morir, lo que causa daño permanente.

Antropometría: Estudio de las proporciones y las medidas del cuerpo humano.

Asepsia: Ausencia de gérmenes que puedan provocar una infección.

Asistencia ventilatoria: es una estrategia terapéutica que consiste en remplazar o asistir mecánicamente la ventilación pulmonar espontánea cuando ésta es inexistente o ineficaz para la vida. Para llevar a cabo la ventilación mecánica se puede recurrir o bien a una máquina (ventilador mecánico) o bien a una persona bombeando el aire manualmente mediante la compresión de una bolsa o fuelle de aire.

Bloqueo neuromuscular: Este se usa como un adjunto a la anestesia general para inducir parálisis, para que la cirugía, especialmente abdominal e intratorácica, pueda ocurrir con menos complicaciones. Debido a que el bloqueo neuromuscular puede paralizar los músculos encargados de la respiración, la ventilación mecánica debe estar disponible para mantener una respiración adecuada durante la operación.

Desplazamiento natural bípedo: llevar a cabo la marcha. (caminar en dos pies).

Elementos hospitalarios: Dotaciones con las cuales una entidad de salud cuenta para llevar a cabo procesos quirúrgicos, consultas, curaciones, etc.

Ergonomía: Estudio de las condiciones de adaptación de, en este caso, un dispositivo para la prevención del pie caído, teniendo en cuenta las características físicas y psicológicas del usuario directo e indirecto para el cual fue diseñado dicho dispositivo.

Líquidos corporales: son aquellas sustancias que se producen en el interior de los seres vivos, ya pueden ser líquidos o gases, incluso los sólidos finamente pulverizados. Estos al ser retenidos en el cuerpo, como la inflamación producida por el linfa, pueden alterar el tamaño del órgano que los retiene. (por ej: retención de líquidos en el pie, trae como consecuencia el aumento del tamaño del mismo).

Neonatos: Individuo recién nacido.

Neuropatía: Enfermedad del sistema nervioso, especialmente la no inflamatoria.

Órtesis: Dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético.

Pie pendular: sinónimo de pie caído.

Posición supina: es una posición anatómica del cuerpo que se caracteriza por estar acostado boca arriba, generalmente en un plano paralelo al suelo.

Sedación: acción que se lleva a cabo por medio una sustancia química (sedante) que deprime el sistema nervioso (SNC), resultando en efectos potenciadores o contradictorios entre: calma, relajación, reducción de la ansiedad, adormecimiento, reducción de la respiración, habla trabada, euforia, disminución del juicio crítico, y retardo de ciertos reflejos.

UCI: Unidad de cuidados intensivos.

ABSTRACT

Purpose – With this investigation a stage within the design system will be reached in which the intended design will fulfill the necessities of the users (both direct and indirect) that use the device for the prevention of a fallen foot.

Methods – The focus that will be given to the investigation is a mixed focus (both qualitative and quantitative)

Weekly meeting with specialized personnel in the field: physical therapists, nurses, doctors, occupational therapists from la Universidad del Valle (health faculty) and the foundation Valle del Lili.

Photographic records from the UCI (intensive care unit) from HUV (Hospital Universitario del Valle) where the use of the medical equipment will be evidenced, the context of where the patient is during his hospital stay with the purpose of finding out in what conditions the medical staff intends to prevent the contracture that is produced by a fallen foot.

A survey conducted to teachers of nursing, physical therapy, occupational therapy, and doctor students that are well informed of the health impact that this contracture generates when it is suffered. The purpose is to find out the expectations and necessities of the direct and indirect user at the time of using the preventing device that resulted from the design process.

Results – The prevention of the contracture that is produced by a fallen foot with the device PREVARK (endowment of the hospital) brings benefits not only for the patients and their family members but for the hospital as well, since the prevention of a fallen foot diminishes the patients hospital stay, the family members do not need to assume the extra costs and the hospital will benefit not only with costs but with the time of rehabilitation for each patient.

With the prevention of a fallen foot the patient will be able to have early mobilization once their bedridden period has culminated in the intensive care unit. It is safe to say that the prevention of a fallen foot is not sufficient as such but the optimal prevention of such is. Understand that by optimal prevention it is meant that secondary effects are avoided (sores, bedsores, ulcers and lacerations) from the prevention of a fallen foot with the existing elements.

For the family members it is of great assistance that extra costs aren't generated so they can provide their loves ones the possibility of having a splint made to their measure for the prevention of a fallen foot. The hospitals, IPS and EPS would

count with economic benefits from having a major rotation of patients, incrementing the opportunities of available beds in the UCI (intensive care unit)

Originality and value of the investigation – If the hospitals had this device as an endowment, this being a device that is safe, practical, efficient, comfortable, dimensionally adaptable, economic and of easy storage that helps to prevent in an optimal manner the contracture that produces a fallen foot, the quality of life of the patient will improve the costs that the patients family members have during the hospital stay as well as the health entities costs and in this way a great accomplishment will occur in Colombia's health field.

Keywords – Contracture, fallen foot, intensive care unit, physical therapists, physical therapy, supine position, bedridden patient, altered muscle tone, clinic, specialized doctors, hospital professors

RESUMEN

Propósito – Con esta investigación se llegará a una etapa de diseño que cumpla con las necesidades de los usuarios (directo e indirecto) que hagan uso del dispositivo para la prevención del pie caído.

Metodología – El enfoque que se le dará a la investigación es de enfoque mixto (estudio cuantitativo y cualitativo)

Reuniones semanales con personas especializadas en el tema: fisioterapeutas, enfermeros, médicos, terapeutas ocupacionales de la Universidad del Valle (facultad de salud) y Fundación Valle del Lili.

Registro fotográfico de la UCI (unidad de cuidados intensivos) del HUV (Hospital Universitario del Valle) donde se evidenciará el uso de los equipos médicos, el contexto donde se encuentra el paciente durante su estancia hospitalaria con el fin de conocer en qué condiciones el personal de la salud intenta prevenir la contractura que produce el pie caído.

Encuesta a docentes de enfermería, fisioterapeutas, enfermeros, médicos que conocen el impacto médico que esta contractura genera cuando es padecida. Con el fin de conocer la expectativas y necesidades del usuario directo e indirecto a la hora de usar el dispositivo de prevención resultante del proceso de diseño.

Resultados - La prevención de la contractura que produce el pie caído con el dispositivo PREVARK (dotación del hospital) trae beneficios tanto para el paciente

y los familiares como para el mismo hospital, ya que al prevenir el pie caído la estancia hospitalaria del paciente disminuye, los familiares no deben asumir costos extras y el hospital se verá beneficiado tanto en costos como el tiempo de rehabilitación de cada paciente.

Con la prevención del pie caído el paciente podrá llevar acabo apenas culmine su periodo de postración en la unidad de cuidados intensivos, la marcha que permite la movilización temprana. Cabe decir que no es suficiente la prevención como tal del pie caído sino la prevención optima del mismo. Entiéndase por prevención optima cuando se evitan las consecuencias secundarias (yagas, escaras, úlceras y laceraciones) de la prevención del pie caído con los elementos existentes.

Para los familiares es de gran ayuda que no se generen gastos extra para brindarles a sus seres queridos la posibilidad de tener férulas a la medida para la prevención del pie caído.

Los hospitales, IPS y EPS contarían con beneficios económicos al tener una mayor rotación de pacientes, incrementando la oportunidad de camas disponibles en la UCI (unidad de cuidados intensivos)

Originalidad y valor de la investigación – Si los hospitales tuvieran este dispositivo como dotación, siendo éste un dispositivo seguro, práctico, eficiente, cómodo, adaptable dimensionalmente, económico y de fácil almacenamiento que ayude a prevenir de manera óptima la contractura que produce el pie caído, la calidad de vida del paciente mejoraría los gastos de los familiares del paciente durante la estancia del mismo disminuirían al igual que los de las entidades de salud logrando así un gran avance en el campo de la salud colombiana.

Palabras claves – Contractura, pie caído, UCI, Fisioterapeuta, Fisioterapia, Posición supina, paciente postrado , tono alterado, clínica , médicos especializados, dotación hospitalaria.

INTRODUCCIÓN

Las personas sin discapacidades físicas realizan actividades cotidianas que se convierten en procesos inadvertidos. Una de ellas: caminar. Estas mismas actividades, pueden resultar ser una realidad de mucho cuidado y a veces algo imposible de llevar a cabo para personas con alguna discapacidad física causada por múltiples razones.

Para este proyecto solo se trabajará sobre la incidencia del pie caído lo cual puede ser un impedimento para una marcha funcional, en una persona.

A lo largo del documento se expondrán temas que soporten la problemática y la solución a la que se quiso llegar. A continuación se hará una breve descripción de cuál es el problema y cómo el diseño industrial puede abordar esta problemática.

El pie caído es una condición caracterizada por la dificultad de levantar la parte delantera del pie, que afecta física y psicológicamente a la persona que lo padece. Lo anterior ocasionando la pérdida de movilidad, fuerza y sensibilidad, como consecuencia del daño ya sea neurológico o muscular, ocasiona caídas frecuentes, tropiezos y accidentes que afectan la posibilidad de desplazarse de manera normal, generándose movimientos bruscos, y desorientados en comparación con la marcha normal (Reyes 2008).

Por medio del diseño industrial, siendo ésta una disciplina que busca el desarrollo del mejoramiento de la calidad de vida, se logró encontrar una solución que satisface las condiciones: ergonómicas, funcionales, estéticas, formales y estructurales que brinden la solución a las necesidades de los pacientes críticos de la UCI, propensos a padecer pie caído. Para esto fue necesario vincular el diseño con diferentes ciencias como la antropometría, ergonomía, biomecánica, biónica, fisiología, anatomía entre otras, que permitieron aproximaciones más exactas a la solución.

Teniendo finalmente un dispositivo estandarizado dimensionalmente, que era lo que se quería desde el inicio, para convertirlo en dotación de instituciones de salud pública. Este dispositivo al tener propiedades de adaptabilidad dimensional, asegura que todos los pacientes hospitalizados en las UCI tengan la oportunidad de usarlo y prevenir desde el primer día, la contractura que los afecta a la hora de salir de su hospitalización. Cabe decir que el dispositivo además de poderse adaptar a diferentes piernas-pies, cuenta con mecanismos automatizados que permiten terapias preventivas tanto de la contractura muscular, como de las úlceras por presión que se generan por elementos muy apretados.

FICHA TÉCNICA

PROBLEMA

Los pacientes críticos con asistencia ventilatoria en las UCI, debido al reposo prolongado en posición supina, son candidatos a presentar el pie caído.

El pie caído o pie pendular es un trastorno neuromuscular que afecta la capacidad de las personas para poder caminar porque se produce una contractura en esa área (Donaghy 2001). Este trastorno ocurre por diversas causas; pero para el presente trabajo sólo se tendrá en cuenta una de ellas, la cual es el reposo prolongado en cama de pacientes críticos en las unidades de cuidados intensivos que han tenido un diagnóstico como por ejemplo un accidente cerebrovascular, trauma (arma de fuego), o cualquier causa para lo cual se necesite sedación y bloqueo neuromuscular en el paciente ventilado. Lo anterior exceptuando algunos casos como lo son pacientes quemados, pacientes diabéticos, neonatos y niños, ya que ellos requieren un cuidado especial.

Esta situación se complica porque además de la asistencia ventilatoria asistida, estos pacientes están desnutridos, tienen inflamación generalizada, además están usando fármacos como corticosteroides¹ que contribuyen a incrementar la atrofia muscular.

La falta de movilidad, como lo indican Nava y Ambrosino (2000), produce además de pérdida muscular, poli neuropatía que para el caso del pie ocasiona pérdida de la funcionalidad.

En las Unidades de Cuidado Intensivo, a pesar de los esfuerzos que el personal de salud hace para mantener la alineación postural del pie, es decir posición neutra (90°) y mantener la actividad circulatoria del paciente, éstos resultan infructuosos pues en condiciones normales una persona solo durante el sueño debe realizar cambios posturales cada 11.6 minutos. (Wilches,2011)

El reposo prologado en pacientes inconscientes, sedados y/o con tono alterado² produce complicaciones, entre ellas el pie caído, el cual se busca rehabilitar férulas y terapias, en vez de prevenirlo desde un comienzo.

Las férulas posibilitan para que anatómicamente el pie conserve la postura cuando hay un déficit motor establecido.

¹ Corticosteroides: Son hormonas que se producen en la glándula suprarrenal y que tiene numerosas funciones en el organismo, cómo: controlar el estrés, intervenir en la inflamación y regular las secreciones de otras hormonas.

² Tono alterado: Alteración en la regulación en la tensión muscular.

Actualmente estas férulas son elaboradas con diferentes materiales rígidos lo que incrementa la posibilidad de úlceras por presión además de que deben ser cambiadas en la medida en que el volumen del pie aumenta o disminuye por la retención o eliminación de líquidos corporales.

En nuestro medio no se encuentran estadísticamente cifras sobre la incidencia de pie caído. No obstante según la experiencia de la jefe servicio de terapia respiratoria Olga Chapetón de la clínica Valle del Lili y el fisioterapeuta Miguel Valencia del Hospital Universitario del Valle, se afirma que desde un 77% hasta un 90% los pacientes de estancia prolongada (es decir mayor a 7 días) están predispuestos a sufrir de pie caído si el personal encargado de la salud no cuenta con los elementos necesarios para prevenir dicha alteración. Esto lo que puede evidenciar es la gran población que se encuentra vulnerable al llegar a la unidad de cuidados intensivos y a salir con problemas diferentes a su problema inicial con el que fue diagnosticado para llevar a cabo su hospitalización.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los pacientes en reposo prolongado, inconscientes y con tono alterado, que se encuentran hospitalizados en la UCI, suelen, como se ha dicho anteriormente, tener un mayor riesgo de presentar contracturas musculares, que pueden llevar a un pie caído, el cual se puede evitar con el uso de férulas que ayudan a mantener la integridad articular de los pies (Geobers 2001a, 2001b) o en su defecto rollos, almohadas, pieceros y cuñas que no ayudan a evitar la caída del pie de manera definitiva (Wilches E 2011).

A pesar de los esfuerzos del personal de la salud para evitar la caída del pie mediante elementos provisionales, no se ha explorado suficientemente la elaboración de dispositivos que no solamente se acomoden a la condición anatómica de la extremidad sino también a las diferentes condiciones que hagan que varíen el diámetro de la pantorrilla y el pie.

Cabe decir que dados los cambios en cuanto al volumen en esta área del cuerpo, se requiere cambiar de férula constantemente, además los pacientes que llegan a la UCI tienen características morfológicas diferentes a otros, para que ésta se adapte a la masa muscular que se requiere en el momento. Esto tiene implicaciones de tipo económico para las familias que asumen los gastos de los pacientes. Adicional a esto el riesgo en la utilización de las férulas actuales para las extremidades inferiores, es que se produzcan úlceras por presión, complicando la situación y recuperación temprana del paciente

La prevención del pie caído durante el tiempo de reposo absoluto del paciente en una UCI es uno de los casos que podría determinar de manera importante que los

pacientes puedan iniciar la deambulaci3n temprana (tema con el cual se est1 trabajando en la Universidad Icesi para proyecto de grado de las estudiantes Andrea Jaramillo Carbonell y Mar1a Camila Quintana). Lo anterior no garantiza que si la contractura se evita el paciente de por hecho que pueda caminar, pues a la hora de llevar a cabo la marcha puede haber otro tipo de complicaciones que no tengan nada que ver con el pie ca1do.

Lo que s1 se puede decir es que en cuanto al problema con el que se trabajar1 en este proyecto, si se logra evitar la contractura a nivel del tobillo, se lograr1 disminuir gastos hospitalarios y a su vez la disminuci3n de d1as de estancia hospitalaria. Adem1s de la disminuci3n en los costos, la prevenci3n del pie ca1do redundar1 en la calidad de vida del paciente porque previene el dolor resultante y se facilitar1 para que la deambulaci3n se lleve a cabo en el menor tiempo posible, en cuanto a pie ca1do.

DELIMITACI3N

Las condiciones de un paciente en la UCI pueden variar ampliamente en cuanto a la cantidad de tiempo que permanece en reposo prolongado, pues puede variar entre d1as y a1os de estad1a. Nuestra investigaci3n se puede delimitar espacialmente en centros de salud de nivel cuatro lo que significa que cuenta con infraestructura y personal capaz de brindar atenciones complejas a la poblaci3n. Presta servicios m1dicos quir1rgicos en hospitalizaci3n o ambulatoria a las personas afectadas de patolog1as complejas que requieren cuidados especializados sofisticados.

Los delimitantes a los cuales est1 sujeto la problem1tica son:

- La asepsia es indispensable en todos los aspectos de la UCI.
- Protocolo m1dico
- Rutinas medicas
- El estado cr1tico del paciente
- El espacio reducido en las habitaciones.
- Elemento no invasivo
- Personal de salud disponible para adaptar el dispositivo al paciente y dar inicio a su funcionamiento automatizado por sesiones.

CONSECUENCIAS

Cuando no hay una prevención del pie pendular o pie caído se presentan dificultades para llevar a cabo el desplazamiento natural bípedo, disminución en el rango de movimientos, pérdida de la coordinación y la sensibilidad.

Muchos pacientes que sufren de este trastorno desarrollan contracturas que resultan en deformidades de los pies. Esto se debe a que a medida que se debilitan algunos músculos alrededor de una articulación, otros permanecen fuertes, contrayendo y tensionando la articulación, y con el paso del tiempo los huesos alrededor de la articulación se desplazan a posiciones anormales.

La prevención del pie caído durante el tiempo de reposo absoluto del paciente en una UCI determina de manera importante que los pacientes puedan iniciar la deambulacion temprana. Por lo tanto si se evita la contractura a nivel del tobillo, se logrará disminuir gastos hospitalarios y a su vez la disminución de días de la estancia hospitalaria. Además de la disminución en los costos, la prevención del pie caído redundará en la calidad de vida del paciente porque previene el dolor resultante .

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

¿Qué características debe tener un dispositivo que haga parte de los elementos hospitalarios de la institución de salud, para prevenir el pie caído o pie pendular de manera efectiva en pacientes críticos en reposo prolongado en una UCI?

Sistematización del problema

*¿Cómo la anatomía y biomecánica del pie (músculos, ligamentos, tendones, inervación, ángulos, posiciones) debe articularse con el dispositivo que se diseñe para evitar el pie caído?

*¿Cuáles son las zonas de presión en el pie que pueden presentarse en una persona que esté en estado crítico en una UCI?

*¿Cuáles son los materiales adecuados (asepsia, comodidad, funcionalidad, adaptabilidad dimensional, de fácil almacenamiento, entre otras)...para un dispositivo de protección para evitar el pie caído, en pacientes en UCI?

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Por medio del diseño industrial y un proceso de investigación de los factores que afectan el proyecto como: la seguridad, desarrollo físico, dimensiones, ergonomía, materiales, asepsia, funcionamiento etc. se logrará la generación de una alternativa de diseño que cumpla con los requerimientos propios de la problemática, que prevenga del pie caído o pie pendular a los pacientes críticos que se encuentran en la UCI.

Con este proyecto se busca comprobar que por medio de un dispositivo preventivo, los pacientes críticos de cuidados intensivos en reposo prolongado, por causas como: politraumatismo, coma inducido, accidente cerebro vascular entre otros casos, que requieran sedación y/o bloqueo neuromuscular no presenten pie caído.

Lo anterior se logrará por medio de experimentación, teniendo la experiencia de conocer de cerca y a fondo férulas actuales, materiales adecuados para uso médico; visitando las diferentes UCI, entrevistando profesionales en el tema, como fisioterapeutas, enfermeros y distinto personal de la salud.

JUSTIFICACIÓN

Las personas sin discapacidades físicas realizan actividades cotidianas que se convierten en procesos inadvertidos. Una de ellas: caminar. Estas mismas actividades pueden resultar ser una realidad de mucho cuidado y a veces algo imposible de llevar a cabo.

El pie caído es una enfermedad que afecta física y psicológicamente a la persona que lo padece. La pérdida de movilidad, fuerza y sensibilidad ocasiona caídas frecuentes, tropiezos y accidentes que afectan la posibilidad de desplazarse de manera normal, generándose movimientos Bruscos, y desorientados en comparación con la marcha normal (Reyes 2008).

Por medio del diseño industrial, siendo esta una disciplina que busca el desarrollo del mejoramiento de la calidad de vida, se pretende encontrar una solución que satisfaga las condiciones, ergonómicas, funcionales, estéticas, formales, y estructurales que brinden la solución de las necesidades de las personas que sufren pie caído, para esto es necesario vincular el diseño con diferentes ciencias como la antropometría,ergonomía,biomecánica, fisiología, anatomía entre otras , que permitirán aproximaciones más exactas a la solución.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar un dispositivo que haga parte de los elementos hospitalarios de la institución de salud, para prevenir el pie caído o pie pendular de manera efectiva en pacientes críticos en reposo prolongado en una UCI.

Objetivos específicos

- * Desarrollar un dispositivo que vaya acorde con los elementos hospitalarios que tienen las UCI.
- * Minimizar costos a los pacientes en tratamientos de recuperación ajenos a su problema inicial.
- * Mejorar la calidad de vida en los pacientes que se encuentran en la UCI en su recuperación, en cuanto a pie caído.
- * Desarrollar un dispositivo que sea de posible y de fácil almacenamiento.
- * Desarrollar un dispositivo que prevenga el pie caído y a su vez permita la interacción del personal de apoyo o en su defecto que el dispositivo por si solo satisfaga necesidades secundarias.

VIABILIDAD

Este proyecto es viable, principalmente porque hay un grupo de investigación en la Facultad de Salud de la Universidad del Valle, que en sus líneas de trabajo está el manejo de pacientes en UCI, por lo tanto este proyecto daría insumos importantes para el desarrollo de investigación. Esto quiere decir que la propuesta es pertinente y coherente y cuenta con un respaldo científico.

La Universidad del Valle, ha sido el puente con el hospital donde se realizaría parte del proyecto, ha permitido y seguirá permitiendo llevar a cabo visitas de campo en la UCI, obtener registro fotográfico y realizar entrevistas al personal de salud que maneja este tipo de pacientes..., con el fin de poder recolectar la información necesaria para el desarrollo del proyecto que realiza en la Universidad Icesi.

La propuesta cuenta con dos estudiantes que tienen el tiempo y la disposición necesaria que requiere para alcanzar los objetivos propuestos. Del mismo modo se cuenta con los recursos económicos para realizar dicho proyecto.

El proyecto se divide en dos etapas, las cuales se llevarán a cabo en un periodo de nueve meses. La primera es la fase investigativa y la segunda la generación de la propuesta de diseño, la cual deberá concluir con la realización de un prototipo, el cual deberá ser llevado a la comprobación.

METODOLOGÍA

Para este proyecto de investigación se tuvo un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo)

De carácter cualitativo ya que se debió recolectar información de todo tipo, tanto de los pacientes, del hospital, y el personal de salud. Y cuantitativo ya que se tuvo que tener en cuenta información como: las medidas antropométricas del pie, los ángulos en el que el pie debe permanecer de manera adecuada, lo que ya existe en el mercado para tratar y prevenir este trastorno, cómo el hospital es dotado y/o subsidiado, entre otros que se desarrollaron a lo largo de este documento.

El alcance investigativo de este proyecto fue de tipo descriptivo, ya que se debió analizar una variedad de conceptos, especificar las diferentes variables y características de la situación, lo cual permitió profundizar en diferentes enfoques y alternativas para desarrollar el dispositivo.

Por otro lado también fue aplicativo, ya que los conocimientos adquiridos fueron utilizados y aplicados para la generación de una propuesta de diseño que resuelva la problemática presentada. Y por último fue y seguirá siendo experimental, ya que se debe llevar a cabo una verificación de que el dispositivo funcione de manera efectiva con/en el miembro inferior.

MARCO TEÓRICO

La siguiente información dará contexto a los temas a tratar en el proyecto. Se explicarán temas tales como la definición del trastorno del pie caído, el Hospital Universitario del Valle, las unidades de cuidado intensivo en general, el estado del arte en órtesis para pie caído y materiales generales para la elaboración de órtesis, entre otros.

CONTENIDO DEL MARCO TEÓRICO

CAPITULO 1: CONTEXTO

- Definición Hospital
- Unidad de cuidados intensivos
- Hospital Universitario del Valle
- Unidad de cuidados intensivos del Hospital Universitario del Valle
- Dotación de la UCI

○ DEFINICIÓN DE HOSPITAL

Para contextualizar el proyecto se iniciará dando la definición de cuál es el significado de un hospital y su concepto. Lugar en el cual se desarrollará el proyecto.

Se conoce como hospital al espacio en el que se desarrollan servicios vinculados con la salud pública. En la antigüedad se dio origen a este término por la palabra "hospes" que traduce huésped y que después se derivó en "hospitalis. Se conocía como un establecimiento donde se llevaban a cabo tareas de caridad. Posterior a esto se empezó a asociar con los problemas relacionados con la salud.³

Los hospitales tienen diferentes unidades que cumplen unas tareas específicas. En este caso se trabajará de la mano con la unidad de cuidados intensivos, una de las unidades más importantes de los hospitales, ya que en esta se encuentran los pacientes más críticos.

³ Copyright © 2008-2014 - Definiciones disponible en <http://definición.de/hospital/#ixzz2yK9fQ3Zc>

○ UNIDAD DE CUIDADO INTENSIVOS

La unidad de cuidados intensivos (UCI) en los hospitales es un servicio de alta complejidad cuyo objetivo es brindar un cuidado integral a aquellas personas en condiciones críticas de salud, que son hospitalizadas ahí, porque su diagnóstico sólo puede tratarse con la tecnología con la cual la UCI cuenta.

Con respecto a la tecnología de la UCI hay diversidad de equipos que permiten conocer algunas variables fisiológicas, contribuir a la interpretación de la situación clínica del paciente y enfocar la terapéutica, los cuales pueden ocasionar discomfort en el paciente debido a que están adheridos a la piel, y algunos pueden transgredir las barreras naturales y limitar la autonomía, la movilidad y el bienestar.

La superficie mínima por cubículo para pacientes adultos y pediátricos es de 12.00 M2 con lado mínimo de 3.0 más y dispone de un lavamanos quirúrgico por cada dos cubículos.

Toda unidad de cuidados intensivos debe tener unas características y seguir unas especificaciones físicas, establecidas por el ministerio de salud, que se encuentra en el manual de estándares de las condiciones tecnológicas y científicas de sistema único de habilitación de prestadores y servicios de salud.⁴ Que son las siguientes:

- Puesto de enfermería o de control y monitoreo con todos los ambientes de apoyo
- Depósito de medicamentos y dispositivos médicos.
- Depósito de equipos y material esterilizado.
- Cubículos independientes con barrera física traslúcida, con la dotación necesaria para el monitoreo permanente, disponibilidad de tomas para gases medicinales (oxígeno, aire comprimido y vacío).
- Ambiente de reanimación o procedimientos con características similares al de Urgencias.
- Vestuario y filtro de acceso para visitantes con lavamanos.
- Cuarto de aseo, entre otras.

⁴ Disponible en: ANEXO TÉCNICO 1 – RESOLUCIÓN NUMERO 001439 DE 20022002 <http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/colombia/salud/resolucion.pdf>

El puesto de control y monitoreo debe estar centralizado con respecto a los cubículos, ya que de esta forma se observará directamente al paciente.

Se deberá disponer de iluminación natural para los diferentes ambientes, no obstante el aire de ventilación debe ser controlado, garantizando condiciones ambientales de confort térmico que oscilan entre 18°C y 22°C de temperatura y una humedad relativa entre el 40% y el 70% y un mínimo de 6 a 15 recambios de aire / hora, para garantizar el máximo nivel de asepsia.

El área de trabajo sucio, el cuarto de aseo, depósito de basuras y ropa sucia, deberán disponerse de tal manera que no ofrezcan riesgo de infección para los pacientes.

En cada cubículo deben existir las siguientes salidas eléctricas mínimas:

- Cinco (5) tomas dobles para 110 voltios, 15 amperios
- Dos (2) tomas dobles reguladas. 110 voltios, 15 amperios
- Una (1) toma trifásica de 220 voltios, 25 amperios
- Salida para lámpara de cabecera.
- Salida para lámpara de examen.
- Salida para luz nocturna tipo penumbra a máximo 40 cms del piso.

Todas las conexiones deben estar alimentadas por los sistemas normales y de emergencia y conectadas a tierra en forma única.

Como se ha mencionado anteriormente la unidad de cuidados intensivos cuenta con diferentes elementos hospitalarios, los cuales son dotados por los subsidios que el Estado otorga a los servicios de salud pública, tema del cual se hablará en el capítulo "dotación de las UCI". Se puede ver que cada cubículo debe contar con lo necesario que requiere un paciente en estado crítico para vivir de manera digna.

Se evidencia poca consideración a los problemas que se generan como consecuencia de la prolongada estadía de los pacientes y por la posición corporal en la que permanecen. Como no hay un sistema de prevención (ya sea una ayuda económica para los familiares responsables de los pacientes, encargados de proveerles elementos externos a lo que su servicio médico les puede ofrecer, o un elemento que haga parte del hospital) los médicos o enfermeras recurren a métodos provisionales que no cumplen con lo esperado o en su defecto traen más problemas.

Es por esto que no se encuentran elementos del hospital que prevengan desde un principio problemas como el trastorno del pie caído, el cual se explicará a lo largo de este documento.

○ HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE

El Hospital Universitario del Valle es una entidad pública, es decir una empresa social del Estado, de alta complejidad, ubicada en la ciudad Santiago de Cali. Presta servicios de salud a población afiliada y no afiliada al sistema de Seguridad Social en Salud de Colombia y a través de convenios con Empresas Promotoras de Salud de los regímenes contributivo, subsidiado, regímenes especiales, Secretarías de Salud de Entes Territoriales, Aseguradoras de víctimas de accidentes de tránsito y otras aseguradoras de riesgos en salud. Como entidad pública ha implementado el modelo estándar de control Interno e iniciado el desarrollo del Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9001:2000⁵, en algunos de sus procesos. (www.huv.gov.co, 2006)

Cuenta con un amplio portafolio de servicios como urgencias, servicios de hospitalización, servicios quirúrgicos, servicios consulta externa, ayudas diagnósticas y complementarias, transporte asistencial, entre otros.

Se clasifica como un hospital de tercer nivel, es decir, puede dar atención integral a cualquier padecimiento del paciente ya que cuenta con todas las áreas de especialidad existentes.

El Hospital Universitario del Valle va a trabajar de la mano con este proyecto, ya que servirá como lugar de comprobación y experimentación. Permitirá conocer más de cerca el problema y todo lo que éste afecta, y esto ayudará a que la solución o propuesta final sea la más acertada.

○ UCI (Unidad de cuidados intensivos) DEL HOSPITAL UNIVERSITARIO DEL VALLE

La unidad de cuidados intensivos del Hospital Universitario del Valle fue creada para dar atención de complejidad a todas aquellas personas críticamente enfermas y con alto riesgo de morir, por esta razón las unidades disponen de cubículos, tecnología acorde a los nuevos tiempos y los más altos estándares de calidad y servicio.

Cuenta con siete UCI, cada una con diez camas separadas en amplios cubículos unipersonales, poseen aire acondicionado central y permite la intervención quirúrgica de los pacientes que por su patología lo necesiten.

⁵ Disponible en : http://www.ucongreso.edu.ar/grado/carreras/lsi/2006/ele_calsof/Norma_ISO_9001-2000.pdf

La tecnología es acorde a los nuevos tiempos y los más altos estándares de calidad y servicio. Cada cubículo está dotado de monitoreo electrocardiográfico continuo, presiones invasivas y no invasivas, gasto cardiaco, pulso oximetría y ventilación mecánica invasiva y no invasiva.

Aparte de los elementos físicos, las UCI cuentan con un personal médico integrado por: un médico general y un médico especialista en cuidados intensivos, un(a) enfermero(a) por cada tres o cuatro pacientes, auxiliares de enfermería, un fisioterapeuta, y un terapeuta respiratorio.

Como se expuso anteriormente las UCI del Hospital Universitario del Valle cuentan con los elementos obligatorios y necesarios para atender pacientes críticos. Existen falencias en la posesión de elementos hospitalarios que podrían mejorar con la intervención del diseño industrial, como se hará en este proyecto con el caso del pie caído.

○ DOTACIONES DE LA UCI

Estos son algunos elementos esenciales que se encuentran en la UCI.



FIG 1. DESFIBRILADOR PORTATIL CON MARCA PASOS EXTERNO



FIG 2. VENTILADOR DE TRASLADO



FIG 3. NEGATOSCOPIO CUADRUPLES

Fuente : Catalogo medico (2011)



FIG 4. CAMILLAS DE TRASLADO



FIG 5. CARRO DE PARO



FIG 6. CARRO DE PROCEDIMIENTOS

Fuente : Medical expo (2014)



FIG 7. EQUIPO DE RAYOS X PORTATIL
Fuente: Catalogo medico (2011)



FIG 8. CAMA CLINICA DE INTENSIVO CON COLCHON ANTIESCARAS
Fuente: Ortopediamima (2013)



FIG 9. MONITOR CARDIACO PORTATIL
Fuente: Generat Valencia (2004)

Los materiales más utilizados para la fabricación de los elementos hospitalarios son los plásticos como el ABS, acero inoxidable (calibre 18, 20, 22), lámina de cold rolled (calibre 20, 22) entre otros. En las imágenes anteriores se puede evidenciar la paleta de colores (blanco, azul en diferentes tonalidades, grises, y verde azulado) que son frecuentemente usados en estos elementos.

Según el fisioterapeuta Miguel Valencia, quien hace parte del sindicato de trabajadores del Hospital Universitario del Valle: "Cada Septiembre, el equipo administrativo del Hospital Universitario del Valle hace un presupuesto para el siguiente año. Por ejemplo: el hospital presupuesta que en el siguiente año se necesitarán \$240.000 millones de pesos. Ese monto de dinero el hospital lo divide de manera equitativa según la necesidad de cada servicio a pagar.

Como el hospital es una IPS, y las IPS desde 1993, cuando entró en vigencia la ley 100, los hospitales públicos se volvieron empresas sociales del Estado, lo que significa es que éstas sean auto sostenibles. Es decir que si el hospital se va a gastar \$240.000 millones de pesos en el siguiente año, el hospital debe vender servicios por ese monto de dinero. Para llegar a esto el hospital busca negociar con las diferentes EPS hasta recaudar lo presupuestado. Fuera de esto el hospital recibe un porcentaje de las <<rentas cedidas otorgadas>> por la gobernación del Valle. Esto es un «regalo» ya que este dinero viene de los diferentes trámites que la población realiza en la gobernación. De esta manera el Hospital Universitario del Valle va adquiriendo ingresos para suplir necesidades.

En cuanto a las dotaciones de la UCI, el personal administrativo llega a un consenso para destinar algún dinero a los elementos requeridos."

Con esta información se logra rescatar que si este proyecto se llegara a comercializar, inicialmente llegaría a las casas ortopédicas, y posterior a eso el hospital decide si adquirirlo en masa o no; ya sea el universitario o cualquier entidad de salud pública/privada que tenga recursos para enriquecer sus instalaciones.

CAPITULO 2 : USUARIO + PLOBLEMATICA

- Definición de pie caído
- Características físicas
- Causas
- Consecuencias
- Anatomía del miembro inferior
- Anatomía del tobillo
- Movimientos del tobillo
- Anatomía del pie
- Movimiento del pie

- Movimientos de los dedos

Es importante recalcar que el producto a diseñar aparte del usuario directo, que es el paciente propenso a sufrir el trastorno de pie caído, tendrá usuarios indirectos los cuales serían el personal de la salud que brinda ayuda a dichos pacientes.

Debido a que los usuarios directos del dispositivo a diseñar, pueden presentar diversas características antropométricas, se debe tener en cuenta que al ser un dispositivo de talla universal, no se debe diseñar un producto excluyente. Pues dentro de las características antropométricas que se encuentran día a día en un paciente en cuanto a miembros inferiores son por ejemplo: pantorrillas de pequeños y grandes diámetros en cuanto a masa muscular que se encuentran en un rango desde 25cm hasta 55cm, huesos más largos (en el caso del tibial anterior, es decir la espinilla) que se encuentran en un rango de 25cm hasta 46cm, presentar pie griego, egipcio o polinesio (el largo de los dedos) (ver FIG.10), tener empeines altos, presentar diversos diámetros en los talones, variar en la longitud del pie que se evidencia con las tallas universales de calzado que en este caso iría desde la talla 34 hasta la 42, el paciente también puede poseer deformidades óseas como el *hallux valgus* (juanete) que es la más común en la población colombiana.

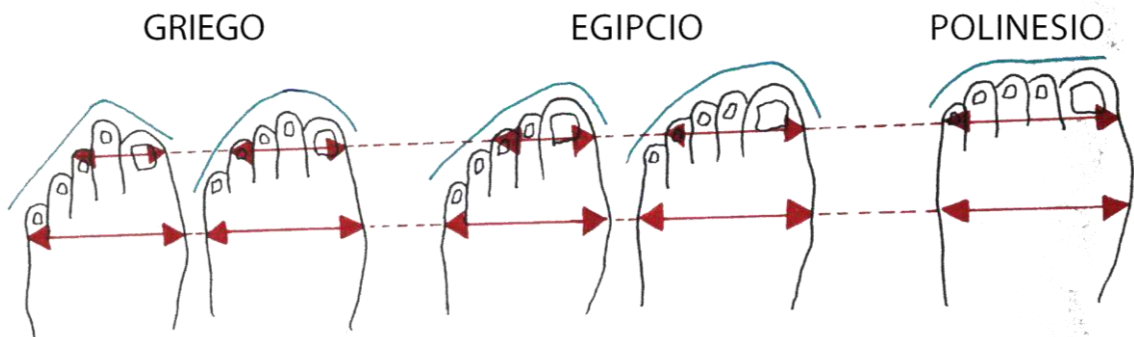


FIG 10. TIPOS DE PIE. Fuente: Blog Spot (2009)

A continuación se explicarán ampliamente los elementos que abarcan la problemática inicial, dando la definición de pie caído, sus características físicas o apariencia, y sus causas y consecuencias. Posterior a eso se hablará de la anatomía de miembros inferiores y datos a tener en cuenta para el diseño final tales como las posiciones, y ángulos correctos y necesarios para el pie y los movimientos del mismo.

○ DEFINICIÓN DE PIE CAIDO

El término pie caído o pie pendular se utiliza comúnmente para referirse a la contractura⁶ de los músculos en la articulación del tobillo. Como se mencionó anteriormente en la introducción al problema; éste, como lo afirman los médicos Stewart G. Eidelson, MD y Susan Spinasant(2009), es un trastorno neuromuscular (nervio y músculo) anormal que afecta la capacidad del paciente de levantar el pie a la altura del tobillo. El pie pendular se caracteriza además por una incapacidad de apuntar los dedos del pie hacia el cuerpo (dorsiflexión) o mover el pie a la altura del tobillo hacia adentro o hacia afuera. La pérdida de funciones puede estar acompañada por dolor, debilidad y entumecimiento.⁷

○ CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE PIE CAÍDO

La apariencia de un pie caído, evidencia un descenso de la parte anterior (empeine) del pie, aumentando el ángulo entre éste y la espinilla que normalmente debería ser 90°. Lo anterior se puede explicar mejor a manera de imagen. Las siguientes fotografías son de diferentes pacientes que no contaron con prevención a este problema y que pudieron ser causadas por diferentes entidades patológicas. (Ver FIG 11-12-13-14).



FIG 11. PIE CAIDO Fuente: Octavio Martinez (2011)



FIG 12. PIE CAIDO Fuente: Anabell Franco (2010)



FIG 13. PIE CAIDO. Fuente:Cento Caren Neurorehabilitación (2009)



FIG 14. PIE PENDULAR. Fuente: Chariot Mariet Tooth(2010)

⁶ Contractura: estado de rigidez involuntaria de un músculo. Disponible en: es.thefreedictionary.com/contractura

⁷ <http://www.spineuniverse.com/espanol/estenosis-espinal/pie-pendular-caido-marcha-estepaje>

Estas imágenes evidencian la contractura y la deformación que sufre el pie cuando no se previene y se deja avanzar el trastorno. Todas las imágenes muestran que el pie ya está caído y que es necesario un tratamiento recuperativo y es posible que requieran cirugía.

El pie debe permanecer en posición neutral es decir en un ángulo de 90° , pero cuando éste sufre el trastorno, puede quedar en un ángulo de 150° o 160° . (VER FIG 12^a)

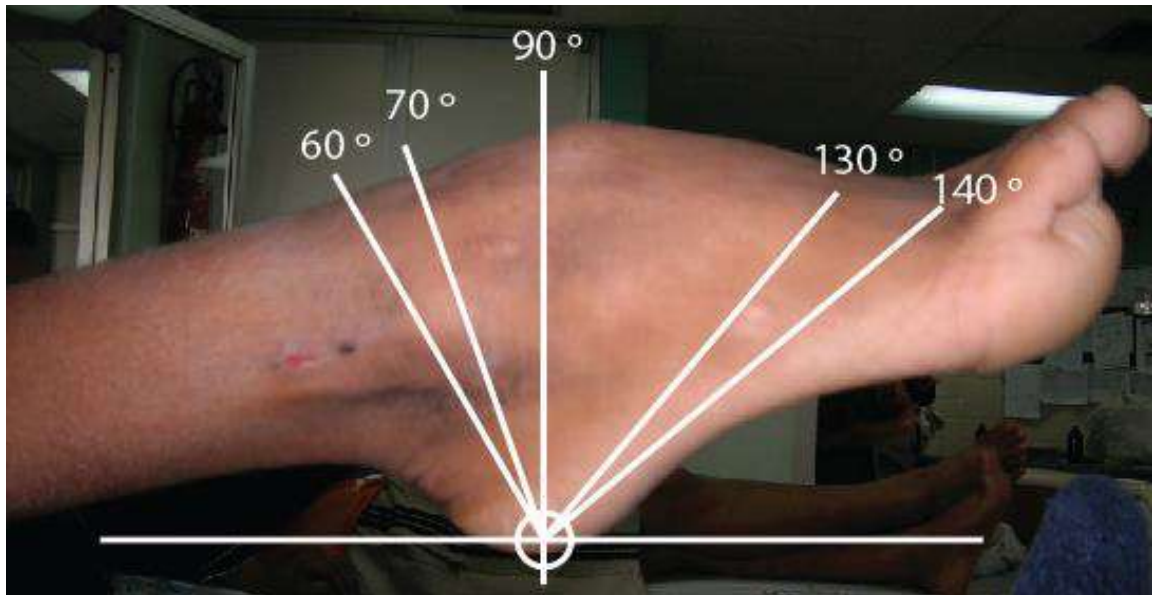
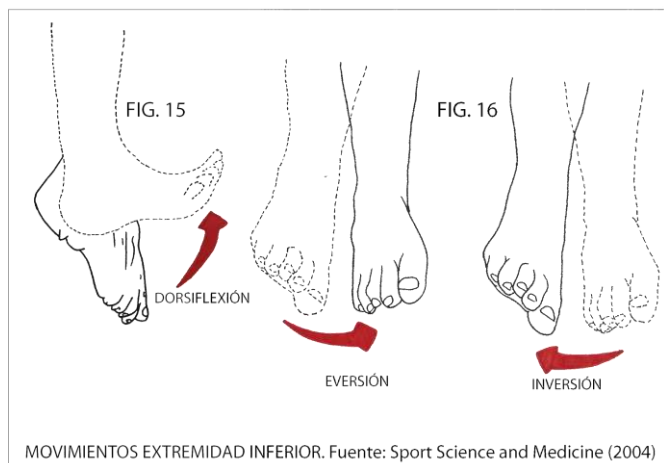


FIG 12a PIE CAÍDO (ángulos)

○ CAUSAS DE PIE CAIDO

Este trastorno puede surgir de diferentes enfermedades neuromusculares o también en unidades de cuidados intensivos, refiriéndose específicamente al reposo prolongado en cama en posición supina⁸ con sedación y bloqueo neuromuscular, como consecuencia de por ejemplo; derrame cerebral, esclerosis múltiple, lesiones medulares, parálisis cerebral



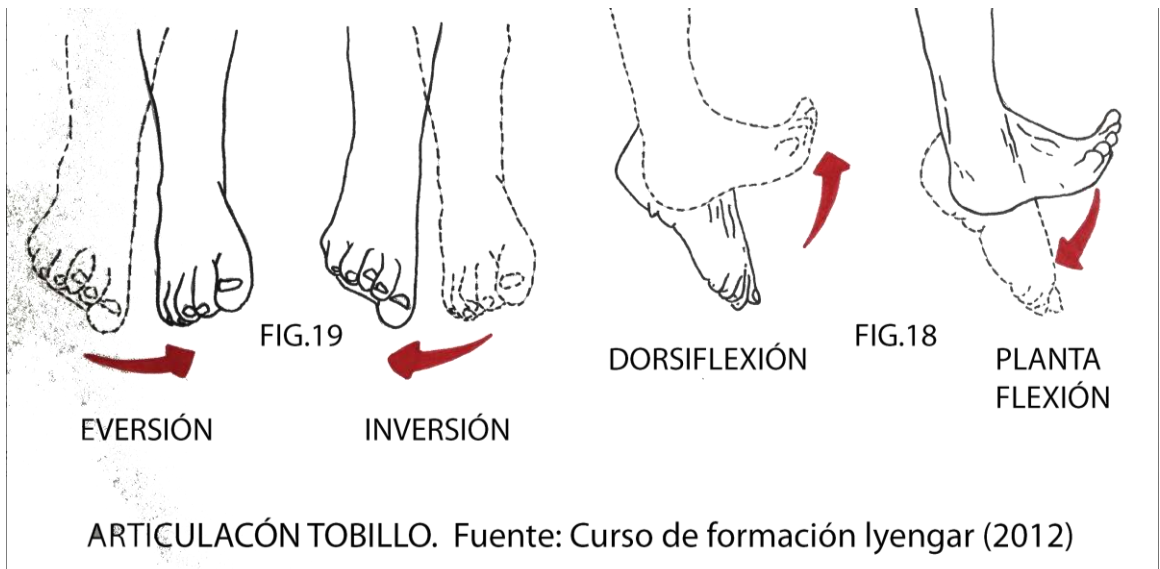
⁸ Posición supina: posición de una persona que esta tendida sobre el dorso. Disponible en: www.definición.de/supina/

espástica, politraumatismo, accidente cerebro vascular, estado de coma, trauma por arma de fuego, entre otras causas, en las cuales el paciente no tiene control alguno sobre el movimiento de sus extremidades inferiores. Por razones como la gravedad, el pie puede tender a caerse, impidiendo al paciente poder “apuntar los dedos del pie hacia el cuerpo (dorsiflexión)(ver FIG. 15.) o mover el pie a la altura del tobillo hacia adentro o hacia fuera (ver FIG.16). La pérdida de funciones puede estar acompañada por dolor, debilidad y entumecimiento.”⁹



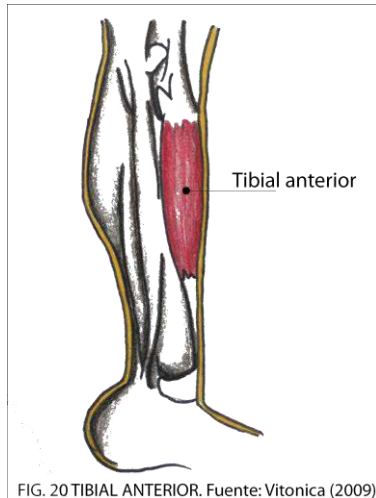
“La causa principal del pie caído es la debilidad de los músculos dorsiflexores del tobillo, principalmente el tibial anterior (ver FIG 17), pero con contribuciones importantes de debilidad de los extensores largos (ver FIG 17) de los dedos del pie. Un efecto secundario significativo de esta debilidad es el acortamiento y la contractura del tendón de Aquiles o calcáneo (ver FIG.17).

Sin embargo, el tobillo es una articulación bipartida compleja, capaz de moverse en cuatro direcciones: dorsiflexión, flexión plantar (ver FIG. 18), eversión e inversión (ver FIG. 19). Lazcano M. (2012).”



⁹ (Lazcano M. 2012) *Estudio de músculos neumáticos y determinación de parámetros funcionales para ser aplicado en una órtesis dinámica de pie caído.* (pre-grado) Ambato, Ecuador: Universidad técnica de Ambato.

Cuando este trastorno no se trata a manera de prevención, para poder curarlo, se lleva a cabo la fisioterapia, el uso de órtesis (aparatos), cirugía y/o tratamiento farmacológico.



Muchas de las enfermedades que causan debilidad de los dorsiflexores, también afectan los músculos de la eversión y de la inversión (tibial posterior). Por lo tanto, el síndrome del pie caído con frecuencia incluye la debilidad de estos músculos, y una contractura asociada de los tendones del músculo antagonista (ver FIG. 20).

○ CONSECUENCIAS DE PIE CAIDO

El pie caído trae como consecuencias además de la apariencia física, dificultades para caminar debido a la incapacidad del paciente de controlar el pie en la parte del tobillo. El pie parece blando y el paciente puede arrastrar el pie y los dedos al caminar. Los pacientes con pie pendular (o caído), por lo general, tienen un andar exagerado o con pasos muy altos llamado "marcha en estepaje" (ver FIG. 21).

Este trastorno además de dejar un gran dolor en el miembro afectado, en cuanto a gastos hospitalarios como terapias y en el peor de los casos cirugía, también trae repercusiones; porque al salir de la unidad de cuidados intensivos, el paciente ha quedado con este problema que no fue el problema inicial con el que ingresó al hospital. De manera que el paciente debe realizar fisioterapias, utilizar órtesis de recuperación, tomar tratamiento farmacológico y/o someterse a cirugías. Algunos casos dependiendo la complejidad de su trastorno no tienen cura. Todo lo anterior representa



FIG. 21 Marcha en Estepaje
Fuente: neurocenter (20014)

gastos para los familiares del paciente o para el Estado, el cual muchas veces no ampara al ciudadano en cuanto a sus derechos y la recuperación de este termina siendo tardía y traumática.

El pie no toca el suelo primero con el talón sino con los dedos (ver FIG. 21). Este tipo de marcha dada como consecuencia del pie caído se conoce como marcha en estepaje o estepage.

Con esta forma de caminar se evidencia el pie con los dedos apuntando hacia abajo y raspan el suelo durante la marcha. Para compensar, la cadera rota hacia el exterior y la rodilla está en una flexión exagerada. El pie se lanza hacia adelante y los dedos golpean el suelo en primer lugar. La marcha en estepaje por lo general tiene un ritmo regular, incluso estando las medidas y la postura normal del cuerpo superior y el balanceo de los brazos. Puede ser unilateral o bilateral y permanente o transitorio, dependiendo de la localización y el tipo de daño.

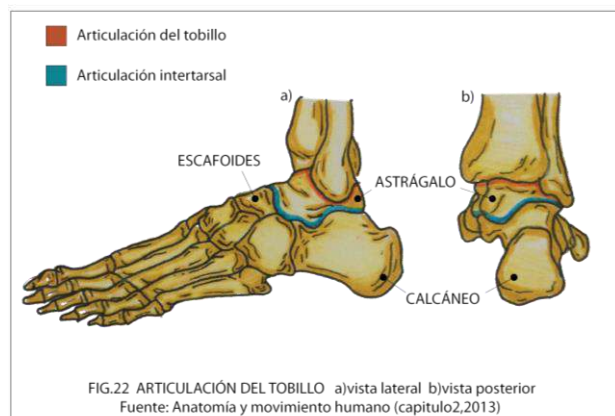
○ ANATOMÍA DE LOS MIEMBROS INFERIORES

El miembro inferior está formado por la pierna, el tobillo y el pie.

El tobillo y el pie van a ser las partes del cuerpo que se estudiarán para este proyecto, ya que son los huesos y músculos del pie los que se atrofian y deforman por falta de movimiento y utilidad. No obstante se tendrá presente la pantorrilla ya que el dispositivo puede llegar a causar molestia en esta zona.

○ ANATOMÍA DE TOBILLO

La anatomía de éste consta de dos articulaciones: “La articulación del tobillo” que está formada por la tibia, peroné y el astrágalo en el pie y “la articulación intertarsal” formada por el astrágalo del pie con el hueso calcáneo y el escafoides (ver FIG. 22). Este proyecto se enfocará en las dos articulaciones anteriormente mencionadas, ya que por el efecto de la gravedad las dos se atrofian dejando de articular.



○ MOVIMIENTO DEL TOBILLO

Los músculos de la sección inferior de la pierna actúan sobre la articulación del tobillo generando los movimientos principales de esta articulación:

- Plantarflexión: flexión del pie hacia abajo.
- Dorsiflexión: flexión del pie hacia arriba

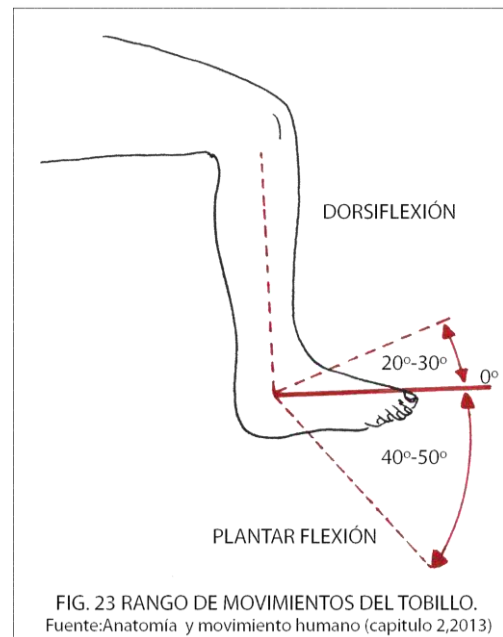
En la parte anterior de la sección inferior de la pierna (espinilla) se encuentran los músculos encargados de la dorsiflexión.

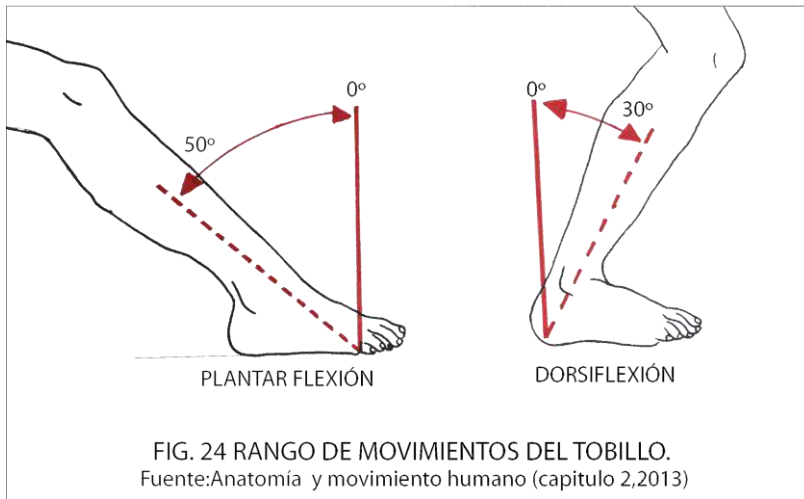
- Tibial anterior
- Extensor propio del dedo gordo
- Extensor común de los dedos.

Y los músculos encargados de la flexión plantar se encuentran en la parte posterior de la sección inferior de la pierna, es decir en la pantorrilla. Los principales son soleo y gastrocnemio; estos dos músculos están unidos al hueso calcáneo, talón, por medio del tendón de Aquiles. Junto con estos actúan músculos de la parte lateral de la pantorrilla para ayudar con la flexión plantar. Los principales son, peroneo lateral largo y el peroneo lateral corto.

RANGO DE MOVIMIENTO DEL TOBILLO

La articulación del tobillo genera un ángulo entre la tibia y el pie. Cuando el pie se encuentra en posición natural (0° en el plano horizontal) el ángulo que se forma es de 90° . La flexibilidad de la persona juega un papel muy importante en esto ya que dependiendo de ésta, el pie en dorsiflexión tiene un ángulo máximo de 30° con respecto al horizonte. Mientras que en la flexión plantar (pararse de punta) se tiene un rango mayor de movimiento con un ángulo máximo de 50° . (VER FIG. 23)



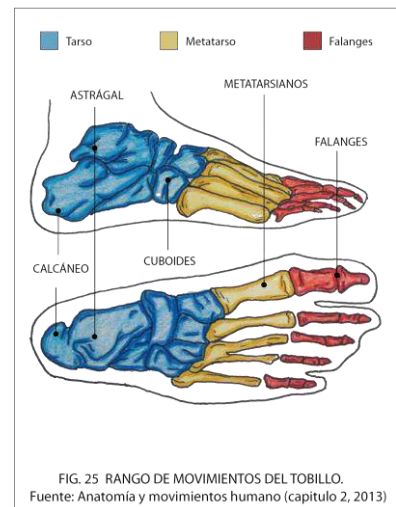


Cuando el pie está fijo al piso, la parte inferior de la pierna se puede mover hacia adelante y hacia atrás libremente. Esto genera un ángulo entre la tibia y la punta del pie. (VER FIG. 24)

Para llegar a una solución viable y acertada se debe tener en cuenta la variedad de ángulos a los cuales el tobillo puede llegar, ya que un valor agregado del proyecto es la posibilidad de angular el dispositivo para la comodidad del usuario y la realización de movimientos cotidianos que no permiten que los músculos se atrofien por la falta de uso.

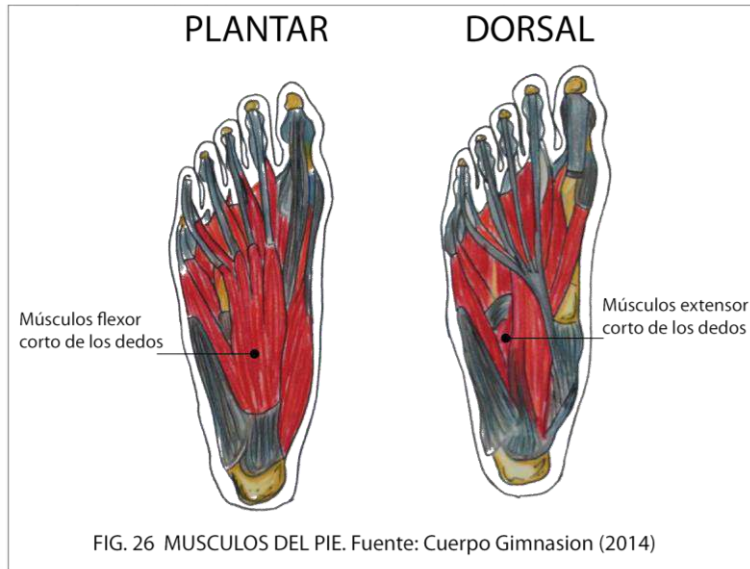
○ ANATOMÍA DEL PIE

El pie es la parte de la extremidad inferior que sirve para sostenerse y andar. La estructura ósea del pie es una de las más complejas del cuerpo humano. Está conformado por 26 huesos, divididos en tres bloques principales: tarso, metatarso y falanges. (Ver FIG. 25)



Los huesos tarsianos son siete huesos que forman el talón y el dorso del empeine. Estos huesos se encuentran generalmente en dos filas: la primera (que está más cerca del cuerpo) y la segunda (que está más cerca de los dedos del pie y el calcáneo, que juntos cargan la mayor parte del peso del cuerpo). Los huesos metatarsianos son cinco huesos que se extienden entre el tarso y las falanges formando el pie medio. En estos huesos se fijan los ligamentos de los dedos y del

pie. Las falanges son los huesos que forman los cinco dedos del pie. Cada dedo del pie tiene tres falanges, menos el dedo gordo que tiene dos.

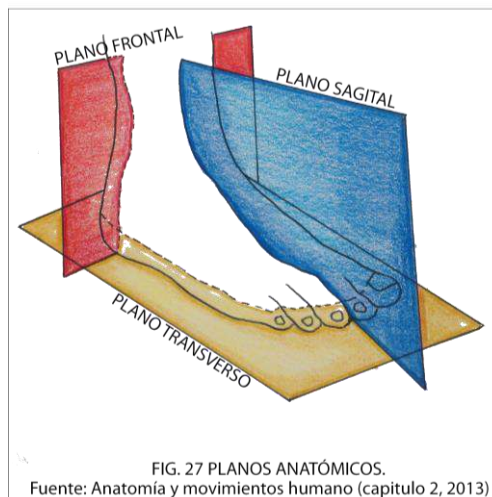


Los músculos del pie se dividen en dos regiones, la región dorsal y la región plantar. (Ver FIG. 26). En la región dorsal se encuentra los músculos extensores cortos del dedo. En la región plantar son varios músculos pequeños, en conjunto refuerzan y sostienen los arcos del pie durante la locomoción, los diversos movimientos y posturas.

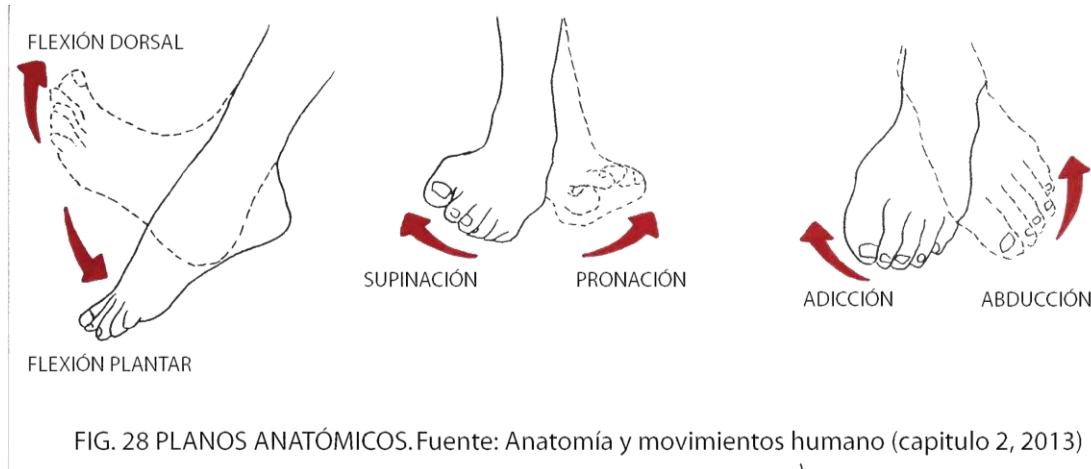
Las articulaciones son zonas de unión entre los huesos y los cartílagos. La función que cumplen es muy importante ya que permiten doblar las distintas extremidades del cuerpo.

○ MOVIMIENTOS DEL PIE

Los movimientos del pie se pueden dividir en seis. Para explicar esto claramente, los especialistas emplean una serie de planos anatómicos. (Ver FIG. 27)



En la siguiente imagen se pueden ver los movimientos que realiza el pie de acuerdo al plano desde donde se vea.



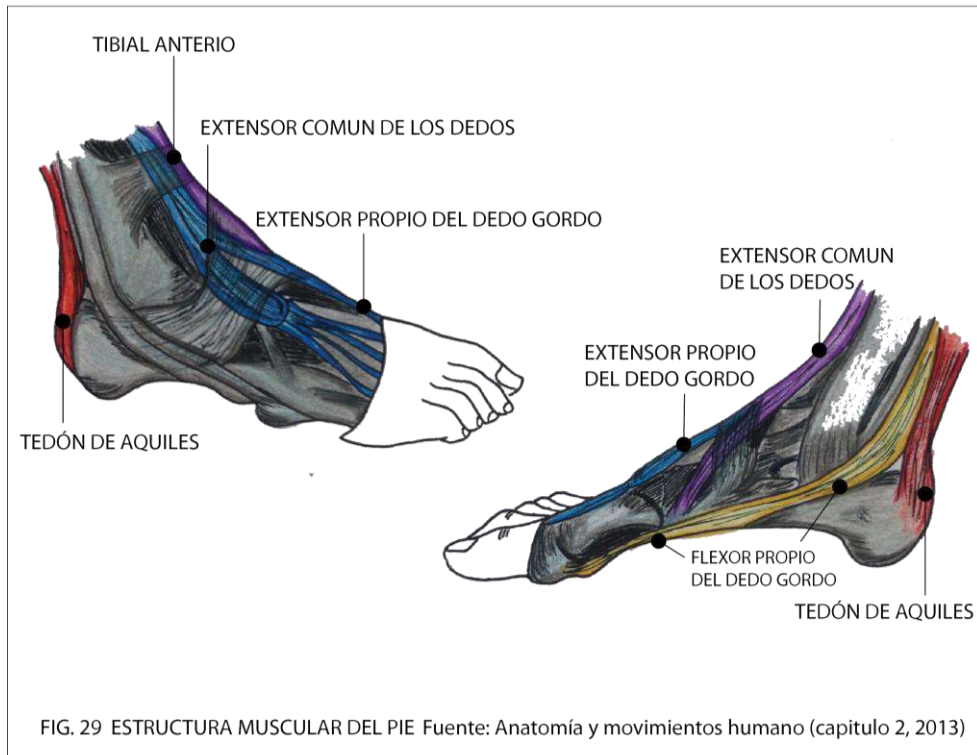
○ MOVIMIENTO DE LOS DEDOS DEL PIE

Los músculos de la parte inferior de la pierna tienen largos tendones que atraviesan el tobillo hasta llegar a las falanges (ver FIG. 29). Estos tendones se encargan de flexionar los dedos hacia abajo y extender los dedos hacia arriba.

Los dos músculos que están fijados en la parte inferior de las falanges y que se encargan de flexionar los dedos hacia abajo son: el músculo flexor común de los dedos y el músculo flexor propio del dedo gordo (Ver FIG 29).

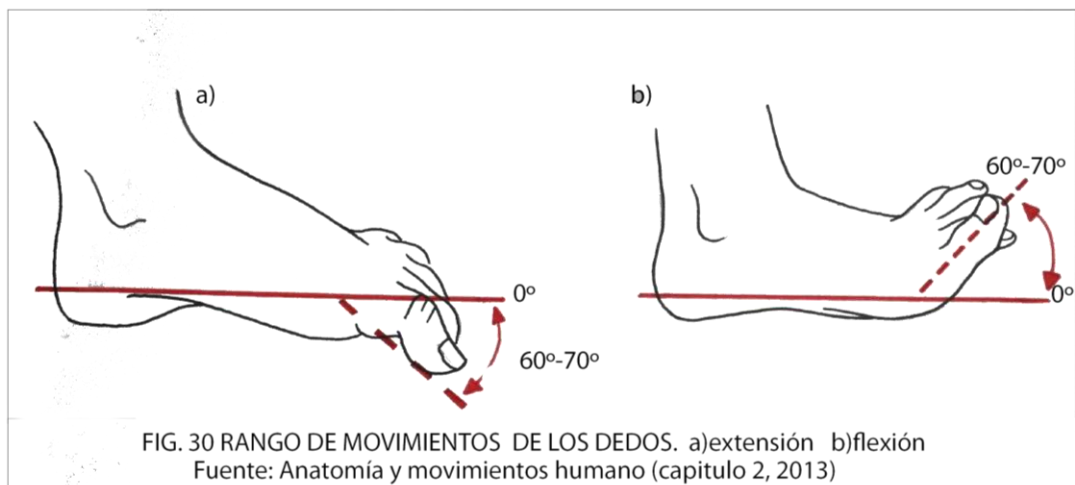
Los músculos que están fijados en la parte superior de las falanges¹⁰ y que se encargan de extender los dedos hacia arriba son: el músculo extensor común de los dedos y el músculo extensor propio del dedo gordo. Estos músculos son los que se atrofian más rápido debido a la posición supina en la que se encuentra el paciente. Esto ocurre por la falta de movimiento pero también la gravedad juega un papel importante ya que es esta la encargada de que el pie se caiga.

¹⁰ Falange: uno de los pequeños huesos que conforman los dedos.



RANGO DE MOVIMIENTO DE LOS DEDOS

Cuando el pie está en estado natural (0° con respecto al horizonte) los dedos tiene un rango de flexión de 70° hacia abajo (ver fig. 30) utilizando únicamente los músculos para extender los dedos hacia arriba, el rango de movimiento está alrededor de los 60° , pero al pararse de puntas este rango se puede extender hasta los 70° .



El estudio de los movimientos del Pie (tobillo y dedos) ayuda a alcanzar uno de los objetivos de este proyecto el cual es “Desarrollar un dispositivo que prevenga el pie caído y a su vez permita la interacción del personal de apoyo o en su defecto que el dispositivo por si solo satisfaga necesidades secundarias.”

Es importante recalcar que la fisioterapia que se lleva a cabo para evitar el pie caído, es aquella en la cual el experto hace que con sus propias manos el pie del paciente no quede en reposo absoluto sino que realice los movimientos requeridos; dejando como resultado que el miembro no quede atrofiado por falta de uso.

○ BIOMECÁNICA Y BIÓNICA

El estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos (fundamentalmente del cuerpo humano) es dado por la biomecánica. Para este proyecto es fundamental aplicar esta disciplina, ya que el usuario es el ser humano y es el que va a portar el dispositivo; por esta razón tiene que ser funcional y ergonómico. Del mismo modo es indispensable entender y conocer a fondo como funciona, se mueve y rota entre otros, para poder aplicar y como “imitar” por medio de mecanismos de rotación (engranaje, ejes, poleas).

No obstante es necesario integrar otros conocimientos de diferentes áreas como la mecánica, la ingeniería, la fisiología y otras disciplinas, para enriquecer el dispositivo de tal manera que se llegue a la solución más funcional.

Por otro lado este proyecto también analizará y estudiará la biónica; que se define como el conocimiento de la estructura, mecanismos y transformaciones de la naturaleza, que mediante analogías formales, estructurales y funcionales serán aplicados a la creación de nuevas alternativas de diseño donde como resultado se genera una optimización de recursos.

Por lo tanto, es una herramienta de emulación de formas, materiales y estructuras que de manera óptima dan lugar a la solución de problemas del entorno material del ser humano, donde el diseñador, ante todo, es un ser consciente de su naturaleza humana y emocional.

En la actualidad existen varios objetos que se han desarrollado utilizando este conocimiento, por ejemplo el diseño de los trajes de natación que capturan una cantidad interesante de burbujas para mejorar la flotabilidad y el desempeño en la velocidad, todo esto derivado de la observación, análisis y aplicación de las texturas y el recubrimiento de la piel de los peces.

Estos dos conocimientos serán aplicados en este proyecto con el fin de desarrollar un dispositivo con las mejores características tanto físicas como funcionales. También se busca que la forma sea la más apropiada y que se adhiera de cierta forma al usuario, sin causar molestia y sin ser invasivo.

CAPITULO 3: AYUDAS TÉCNICAS

- Definición de órtesis
- Tipos de órtesis
- Tipo de materiales para las órtesis
- Biomecánica y biónica

El siguiente capítulo hablará sobre las ayudas técnicas ortopédicas generales y específicas. Estas son utilizadas en la actualidad para prevenir y rehabilitar lo expuesto en el capítulo anterior: el pie caído.

○ DEFINICIÓN DE ÓRTESIS

En la actualidad, la palabra órtesis es utilizada para definir todos aquellos aparatos o dispositivos externos que tienen como objetivo ayudar o soportar. (Zambudio, 2009). Este proyecto centrará su investigación en todas las ayudas técnicas externas y que no requieren intervención quirúrgica para ser utilizadas. También se centrará únicamente en las ayudas técnicas para miembro inferior, ya que se quiere prevenir el trastorno del pie caído.

Dentro del grupo de las órtesis se encuentran todos aquellos elementos que corrigen algún movimiento o alguna posición anormal deficiente del cuerpo y que además de esto facilitan el desplazamiento, actividades de articulaciones y partes del cuerpo humano con deficiencia o dificultades. Algunos ejemplos de éstas son férulas, aparatos, dispositivos, objetos técnicos, cuya utilización está indicada en pacientes necesitados de alguna ayuda para moverse.

La órtesis son elementos de ayuda que dan estabilidad a zonas y articulaciones carentes de esta, también reduce los dolores, corrige posturas, limita la capacidad de movimiento sobre las que actúan y ayudan también a la cicatrización cutánea.

○ TIPOS DE ÓRTESIS

Como se expuso anteriormente las órtesis son piezas de apoyo utilizadas con el objetivo de mejorar la condición de una articulación o parte del cuerpo inferior o superior.

Existen cuatro tipos fundamentales de órtesis dependiendo de la función para la que se requiere: órtesis estabilizadora, órtesis funcional, órtesis correctora y órtesis protectora. Su utilización está destinada a distintas partes del cuerpo. A continuación se dará una breve explicación de cada tipo de órtesis y su función. Y se extenderá un poco en las que se creen son más importantes para el desarrollo de este proyecto.

Para comenzar están las órtesis estabilizadoras. Éstas mantienen la parte del cuerpo tratada, inmovilizada, y se utilizan en casos de parálisis o para reducir alguna parte inflamada. Estas presentan mayores efectos secundarios al generar atrofia muscular por inmovilización.

Luego se encuentran las órtesis funcionales que a diferencia de la anterior, permite movimiento de las partes y miembros del cuerpo tratados al incorporar una parte elástica. Entre éstas se encuentran: la órtesis lumbar; destinada a tratar desviaciones y dolores lumbares y los corsets y fajas lumbares que son semirrígidas y se utilizan tanto de día como de noche y cumplen la función de reducir los dolores y deformidades, además de mantener inmovilizadas las vértebras.

Siguen las órtesis correctoras que se usan como su nombre lo dice, para corregir deformidades esqueléticas y generalmente se utilizan durante la infancia, puesto que su eficacia es mucho mayor durante este periodo cuando los huesos, músculos y cuerpo aún son cambiantes, pues están en desarrollo.

Y por último se encuentran las órtesis protectoras, éstas facilitan alinear una parte del cuerpo lesionada. Entre ellas, se destacan las órtesis de rodilla, que están específicamente dedicadas a personas con problemas de ligamentos externos, internos, cruzados, síndromes rotulianos, artrosis y otras enfermedades degenerativas. También suelen ser usados tras intervenciones quirúrgicas para acelerar la recuperación.

Las órtesis más relevantes para este proyecto son, de acuerdo a su funcionalidad, las estabilizadoras, ya que se pretende inmovilizar el miembro inferior del cuerpo, pero también esta inmovilización requiere algunos movimientos para que el miembro no se atrofie, es por esto que las funcionales serán muy importantes.

○ TIPOS DE MATERIALES PARA ORTESIS

La fabricación y elaboración de órtesis, prótesis y ayudas de apoyo, se han caracterizado por emplear gran diversidad de materiales, tanto tradicionales (madera, cuero, metales, etc.) como nuevos (termoplásticos, elastómeros, materiales compuestos) que se han ido incorporando en el mercado. Estos nuevos materiales aportan técnicas y procedimientos de producción y fabricación tanto a medida como seriada y dan como resultado nuevos comportamientos físicos en los productos finales.

A mediados del siglo XX surgieron plásticos que revolucionaron la industria de las órtesis, como las poliamidas, nylon y perlón, el polietileno de alta y baja densidad y el teflón. Estos nuevos materiales crearon un nuevo concepto de la industria que hoy en día sigue evolucionando y desarrollándose.

Con base en la investigación de los materiales utilizados comúnmente en las ortesis, se dará una breve explicación de los materiales que se utilizarán probablemente para la elaboración del dispositivo.

Para este proyecto se considera que los metales juegan un papel importante ya que con estos se puede obtener la estructura que se requiere para que el dispositivo desempeñe su función adecuadamente.

A continuación se mostrarán cuáles son los metales apropiados para la fabricación del dispositivo:

ALUMINIO

Este material podría ser apropiado para ser parte del dispositivo a diseñar ya que se caracteriza por propiedades como su baja densidad (2700 kg/m^3) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar su resistencia mecánica hasta los 60 Mpa. También se destaca su fácil mecanización, ligereza y el ser relativamente barato. Son estas propiedades las que lo hacen idóneo para este proyecto y para la fabricación de las órtesis.

Las aleaciones más utilizadas en esta industria son el aluminio duro, el durar (duraluminio) y el aluminio forjado. La única dificultad que se da al utilizar este tipo de material es su dificultad para soldarse ya que se debe utilizar el procedimiento como el arco eléctrico.

ACERO INOXIDABLE

Dada las propiedades del acero inoxidable, es decir su dureza y su resistencia a la corrosión y al desgaste de fricción, podría ser el material adecuado para la fabricación del dispositivo, lo anterior se justifica con la presencia de este material en órtesis, prótesis, componentes como articulaciones mecánicas, platinas, estribos, sistemas de control y sujeción, mobiliario clínico, ayudas de apoyo, entre otros.

No obstante el acero inoxidable tiene sus contras como su elevado precio y su peso. Es contrario a la gran cualidad que este material presenta, la cual es que es mucho más fácil de limpiar que otros metales, considerando que el dispositivo será utilizado por diferentes pacientes a través de su ciclo de vida

PLÁSTICOS

Los plásticos también son materiales que tienen gran cabida en la fabricación del dispositivo estos se dividen en tres grupos: los termoplásticos, elastómeros y termoestables. Para comenzar se hablará un poco sobre sus propiedades y se finalizará con roll que cumple en esta industria.

Termoplásticos: Se refiere a aquellos que se ablandan y plastifican por el efecto de la presión y la temperatura. (Ver tabla 1)

Termoestables: son materiales rígidos incluso a temperaturas elevadas y no se funde por efecto del calor.

Elastómeros: se caracterizan porque presentan alta deformación elástica cuando se aplica una fuerza sobre ellos y pueden recuperar total o parciamente su forma cuando desaparece la fuerza aplicada (ver tabla 2)

En la industria ortopédica existe la aplicación de procesos de fabricación, tales como la inyección, el termo formado, moldeo por vacío entre otros, lo cual no limita al proyecto tanto como otro tipo de materiales.

En la siguiente tabla se muestran los materiales, que se creen son los más aptos para el diseño del dispositivo, de acuerdo a sus propiedades y a su comportamiento.

TABLA 1. PLÁSTICOS

PLÁSTICOS	CARACTERÍSTICAS	PRO	APLICACIÓN
POLIPROPILENO	Ligero, elevada resistente a la tracción, dureza, rígido,	Transparente a los rayos x, bajo costo, fácil manipulación	Corsets, encajes para prótesis de miembro inferior y férulas.
DUROPLEX	Rígido, transparente e incoloro	Transparente a los rayos x y de fácil limpieza.	Plantillas, Corsets, férulas
PLASTAZOTE	Espuma de polietileno de baja densidad. Alta flexibilidad y resistencia a la fatiga	Fácil mecanización y fácil de lavado	Plantillas y calzado y en el acolchado de dispositivos.
EVA	Copolímero termoplástico de células cerradas y bajo peso, capaz de absorber presiones.	Lavable, ligero, atoxico, fácilmente adherible. Permite el moldeo por calor	Ferulaje de recuperación y prevención

TERMOESTABLES

Los materiales termoestables se pueden clasificar, en dos grupos: en rígidos (formados por cadena cortas con muchos enlaces de entrecruzamiento) y los flexibles (que cuentan con largas cadenas con pocos enlaces de entrecruzamiento).

Los termoestables después de ser moldeados no se afectan nuevamente mediante el calor. Esto podría ser beneficioso para este proyecto ya que resisten altas temperaturas sin dañar la forma del dispositivo y proporcionan mayor estabilidad dimensional. Además, su condición líquida previa permite que se

conformen las formas complejas de la anatomía humana. Algunos ejemplo de elastómeros son las resinas epoxi y los poliamidas.

No obstante, hay que decir que presentan poca resistencia al impacto, lo que los hace poco adecuados a productos que pueden estar sometidos a golpes, como los que se producen en la marcha rápida, carrera o salto.

ELASTÓMEROS

Los elastómeros tienen gran cabida en este proyecto ya que son utilizados principalmente en aquellos productos cuya finalidad sea ejercer compresiones (fajas, rodilleras, tobilleras, etc.), sujeciones (cinchas, correas) y absorción de impactos (plantillas, sistemas de almohadillado).

En la siguiente tabla se muestran los materiales, que se creen son los más aptos para el diseño del dispositivo, de acuerdo a sus propiedades y a su comportamiento.

TABLA 2. ELASTOMEROS

PLÁSTICOS	CARACTERÍSTICAS	PRO	APLICACIÓN
NEOPRENO	Goma sintética, flexible	Distintos grosores Fácil lavado, mantiene la temperatura corporal	Fajas y prendas que aporten compresión y aporte térmico.
SILICONAS	Inerte y estable a altas temperaturas, elasticidad dimensional, contracción nula, gran dureza, memoria, capacidad para absorber impactos.	Dependiendo del proceso químico puedo tomar diferentes formas físicas (aceite, gel y solido)	Lubricantes, adhesivos e impermeabilizantes. Encajes para prótesis, soportes plántales, almohadilla

FIBRA TEXTIL

Son materiales compuestos de filamentos y susceptibles de ser usados para formar hilos o telas, ya sea tejido o mediante otros procesos; el producto podría necesitar partes textiles para acolchar, sujetar, agarrar y/o soportar partes del dispositivo o del miembro inferior del paciente. La clasificación de estos textiles es de origen:

- **Natural:** Lana, pelos, seda, amianto, asbesto
- **Sintético:** monocomponentes: (poliamida, poliacrílico, etc.)
Biocomponente: (acrílicas, olefínica) , etc. Microfibras: poliamidicas, poliéster, acrílicas

DACRÓN

Ya que el dacrón (fibra de poliéster sintética) por su alta resistencia es utilizado en la fabricación de tejidos de diferentes características; podría ser utilizado en algún proceso de laminación para la fabricación de encajes que hagan parte del dispositivo.

FIBRA CARBONO

Podría ser útil para el dispositivo a diseñar ya que este material se caracteriza por sus propiedades mecánicas muy elevadas y es un material ligero. Esto es importante porque al ser un elemento que será parte de la cotidianidad del paciente, no es recomendable que éste lo asimile como un elemento invasivo que le impida algún tipo de movimiento en estados de conciencia.

CAPITULO 4: FERULAJE PARA PIERNA

- Definición general
- Tipo de ferulaje para miembro inferior
- Ferulaje de prevención en instituciones de salud pública

○ **DEFINICIÓN GENERAL**

Las férulas en general son aparatos rígidos que se utilizan para sujetar o inmovilizar alguna parte del cuerpo que se encuentre lesionada o que este propensa a sufrir algún trauma. Las férulas que también se conocen como abrazaderas, se pueden utilizar en todas las partes móviles del cuerpo. Su fin es estabilizar y evitar daños mayores o complicaciones a una lesión en diferentes lugares del cuerpo.

○ **TIPOS DE FÉRULAJE PARA MIEMBRO INFERIOR**

Las férulas para piernas, contrario a lo que uno puede creer, no son tan diversas. Hay mayor variedad de férulas para brazo-mano que para pierna-pie, considerando que la pierna tiene tres zonas en las que se puede requerir que se utilicen férulas: la tibia y peroné, la rodilla y el fémur.

Las férulas pueden dividirse en dos categorías: férulas prevención o de recuperación. De igual manera las férulas del miembro inferior se pueden dividir también en rígidas y semirrígida. También conocidas como articuladas (recuperación) (prótesis, s.f.). En el caso de este proyecto se hará la búsqueda del desarrollo de un producto que si bien no se catalogará como una férula sino como un dispositivo, igualmente cumplirá la función de prevenir el pie caído de manera integral.



FIG 32. Ferulas rígidas Fuente: Medicaexpo. (2014)



FIG 33. Ferulas rígidas Fuente: paginasamarillas. (2008)



FIG 34. Ferulas rígidas Fuente: Prinicinico.Wordpress. (2011)



FIG 35. Ferulas rígidas Fuente: Harzon Med Equip (2013).



FIG 36. Ferulas rígidas Fuente: Medicaexpo. (2014)



FIG 37. Ferulas rígidas Fuente: Vision farma (2010)

Es importante recalcar que aun habiendo variedad de férulas, ninguna podría ser parte de la dotación de un hospital por factores influyentes como lo son por

ejemplo la asepsia, ya que es un elemento reutilizable para diferentes personas. Teniendo un costo elevado, si el hospital llegara a adquirir los productos hasta ahora existentes para prestar este servicio a sus pacientes, terminarían haciendo una mala inversión por su elevado costo comparado con su ciclo de vida, comprendiendo que el uso en una UCI de un dispositivo de estos es constante. Adicional a esto, se conoce que hay más variedad en férulas de rehabilitación que en férulas de prevención.

También se conoce que las férulas se hacen a la medida y esto tiene tres puntos en contra: el primer punto en contra es que se demoran en entregar la férula, por lo tanto una vez entreguen la férula, el pie seguramente ya esté sufriendo la alteración y la férula que le han hecho ya no le sirva. El segundo contra es que cuando un paciente se encuentra en condiciones críticas postrado en una cama, de seguro que va a tener retención de líquidos por lo tanto el tamaño del miembro inferior varía dependiendo del estado del paciente.

○ FERULAJE DE PREVENCIÓN EN INSTITUCIONES DE SALUD PÚBLICA

En la actualidad, los hospitales de salud pública, dado el caso que se propongan prevenir el pie caído, utilizan elementos-métodos provisionales de bajo costo. Esto trae consecuencias mencionadas a lo largo del proyecto como yagas, úlceras, escaras, entre otros. Uno de los métodos utilizados es hacer estructuras de yeso para mantener la postura, adicionándole a éste una capa de algodón para dar un poco de suavidad a la superficie (Ver FIG. 38), en otros casos se utiliza únicamente una almohada para acunar los pies y evitar la caída de los mismos (ver FIG.39), esto trae como consecuencia que el paciente podría desacomodarse y no se evitaría el problema a fin de cuentas. En algunos casos se utilizan botas pantaneras al revés, siendo este uno de los métodos más rudimentarios.



FIG 38. Ferulas rígidas Fuente: Hospitala domicilio (2008)



FIG 39. Ferulas rígidas Fuente: Leticia San Martín Rodríguez (2005)



FIG 40. FERULAS PROVICIONALES PARA LA PREVENCIÓN DEL PIE CAÍDO
Fuente: Universidad del Valle, Laboratorio de salud ocupacional

Claramente también existen diseños de férulas con ciertas características apropiadas para los pacientes en cuanto a ergonomía (Ver FIG.). El problema con estas férulas es que son de uso personal, y de diferentes tallas. Ya que uno de los objetivos de este proyecto es lograr hacer un dispositivo duradero y de talla universal para que puedan ser utilizados por diferentes pacientes, siendo este una dotación del hospital, además de los valores agregados con que este dispositivo vaya a contar, estas férulas actuales no servirían para suplir la necesidad del problema de este proyecto.



FIG 41. Ferulas rígidas Fuente: Visión farma (2013)

RESULTADOS

Al interactuar con el personal de salud en momentos de tutorías, asesorías, entrevistas, investigaciones, entre otros. Se evidenció la falta de registro estadístico en cuanto al conteo de personas que sufren de pie caído por causas como la hospitalización en una UCI. Sin embargo se puede decir que, en cuanto a porcentajes, de un 100% de hospitalizados en la UCI, entre un 77% y un 90% desde el momento de hospitalización, son candidatos a tener pie caído. Esto sugiere un problema, ya que no se le ha dado la suficiente importancia a este trastorno que a fin de cuentas afecta física, psicológica, económica y emocionalmente a quien lo padece.

Por otro lado se encontró información valiosa en el tema de ergonomía. Se conoce que las zonas como: el tobillo, el talón, y huesos sobresalientes, son puntos de presión. En otras palabras, significa que si el dispositivo tiene roce o contacto permanente con estas zonas, la piel puede verse afectada, produciendo desde un eritema (enrojecimiento) hasta una úlcera por presión, retardando la recuperación del paciente.

También gracias a la intervención de uno de los enfermeros que guió la visita en la UCI, surgió el aporte de que, en algunas ocasiones los brazos no son suficientes para canalizar vasos sanguíneos, por ende se recurre a los pies para realizar la misma función. Este punto se debe tener en cuenta ya que el dispositivo no debe presentar obstáculos para llevar a cabo otros procedimientos.

En la visita a la UCI se pudo observar que los diferentes equipos médicos, eran en conjunto muy familiares, es decir que manejaban materiales, hormas, texturas y colores similares. También con respecto al último punto (colores) se evidenció con investigación que cierto manejo de colores lo exige el ministerio de salud y protección social como lo son el azul, gris y blanco.

DISCUSIÓN

Para la discusión se plantearon dos usuarios del dispositivo. El primero, es decir el usuario directo (paciente) el que va a tener un contacto directo y permanente con el dispositivo. Y el segundo el indirecto, quien vendría siendo el acudiente (personal de la salud) el cual va a ser el que manipule el dispositivo antes de que el paciente lo porte y durante los ajuste que hay que realizarle a éste, durante el tiempo de permanecía en la UCI.

Como el diseño va estrechamente ligado con el primer usuario, el directo, la información obtenida ayuda a que el dispositivo a diseñar tenga las características y propiedades requeridas para que esté prevenga el pie caído de manera integral.

Cabe decir que es importante que el segundo usuario se sienta familiarizado con el producto porque desempeñan funciones similares como el cuidado y la atención de personas que lo requieren. Adicional a esto, es éste el que lo va a introducir a la recuperación del usuario directo previniéndole el trastorno del pie caído.

MARCO CONCEPTUAL

Hipótesis de diseño

El Pie caído se puede evitar de manera efectiva, sin traer consecuencias secundarias, complementando el trabajo de los fisioterapeutas sin representar un gasto adicional para sus familiares, con un dispositivo que se adecúe a los diferentes tamaños de pie que los diferentes pacientes presentan, para la prevención del pie caído en las unidades de cuidados intensivos. Lo anterior se logrará utilizando bandas ajustadoras, hebillas, mecanismos extensores, mecanismos telescópicos y de la misma forma soportarlo con una estructura rígida y segura, no maltrate al usuario directo.

Promesa de valor

“Prevenir el pie caído de manera efectiva por medio de un dispositivo con características de adaptabilidad dimensional, que genere diferentes ángulos (entre 130°-140°) y que sea accesible y asequible para todos los pacientes, generando un alto impacto social y médico de manera positiva, evitando gastos adicionales tanto a los familiares como al hospital.”

El dispositivo reúne las características requeridas para prevenir el pie caído de manera óptima en la fase crítica en la que se encuentra el paciente de cuidados intensivos. Siendo un dispositivo de fácil manejo, de fácil aseo, no invasivo, ergonómico, que brinde ayuda al personal de salud y no genere algún costo adicional para los familiares del paciente, evitando un trastorno que trae serias consecuencias cuando se padece.

Determinantes

- * Mantener el ángulo principal (90°) como mínimo.
- * El dispositivo debe permitir la asepsia.
- * El dispositivo debe poder retirarse del usuario.
- * El dispositivo tiene que llevar la misma tendencia y estética de los elementos hospitalarios.

- * Debe facilitar al fisioterapeuta para llevar a cabo sus terapias de prevención.
- * El dispositivo deber poder adaptarse a las características morfológicas de los diferentes pacientes.
- * Que no presente puntos de presión que puedan ocasionar heridas.
- * Que sea un elemento duradero (4 o más años)

Requerimientos

A continuación se mostrarán los ítems relevantes a tener en cuenta para la materialización de un dispositivo preventivo.

- **Practicidad:** El dispositivo siempre estará a disposición de cualquier paciente que lo requiera según consideraciones médicas. Ya que éste será dotación del Hospital. Por lo tanto será tanto accesible como asequible, puesto que se adapta a las diferentes características morfológicas de los usuarios directos. Aparte de prevenir el pie caído previene consecuencias secundarias que perjudican la calidad de vida del paciente como lo son las heridas causadas por presión; por medio de materiales blandos y evitando roces del dispositivo con protuberancias.
- **Mantenimiento:** El dispositivo se podrá descontaminar ya que aparte de contar con materiales avalados por el manual de habilitación, como lo son el acero inoxidable, contará con partes removibles que se puedan dejar en estado aséptico. Adicional a lo anterior, el dispositivo se podrá almacenar fácilmente ya que no será robusto y tendrá partes desarmables para que en el momento que no se esté usando, se pueda guardar.
- **Manipulación:** El dispositivo será de fácil uso ya que la forma hablará por sí sola, además tendrá pocas partes desarmable lo que ayudará a que el usuario indirecto no se confunda a la hora de manipular el dispositivo. Lo anterior contando con una capacitación previa del dispositivo. Debe complementar las terapias que el fisioterapeuta lleve a cabo; por medio de mecanismos que permitan la movilidad del miembro para que este no pierda su uso y por lo tanto no se atrofie. Movimientos por medio de rotaciones con ejes, piñones, poleas, bandas rígidas asistidas por el experto, entre otros.
- **Antropometría:** El dispositivo se podrá adaptar a cualquier talla (34-42) y a cualquier característica morfológica por medio de materiales con características como “memoria”, bandas ajustadoras, hebillas, mecanismos

extensores, mecanismos telescópicos y de la misma forma soportarlo con una estructura rígida y segura, pero que a su vez no maltrate al paciente.

- Ergonómico: El dispositivo no debe rozar ni permanecer en contacto con los puntos de presión (talón, tobillo, huesos protuberantes), para esto se pueden dejar ciertas perforaciones que eviten el contacto con dichas partes del pie.
- Percepción: El dispositivo debe ser de manejo intuitivo. Aunque se pueda requerir alguna capacitación para usarlo en los pacientes, no dejará de ser material intuitivo. Cabe decir que aunque el diseño debe hablar por sí solo, el dispositivo, como todo producto industrializado tendrá un manual de uso.
- Resistencia: El dispositivo en su estructura principal al ser elaborado en materiales resistentes como los metales mencionados en el marco teórico (acero inoxidable y aluminio), brindarán soporte permanente. De igual manera será un producto con un ciclo de vida mayor a cuatro años. También contará con recubrimientos que protegen tanto al paciente como al producto, haciendo de este un producto duradero.
- Estilo: El dispositivo debe reflejar que hace parte de la industria ortopédica, y del mismo modo debe mostrar que es un diseño elaborado por diseñadores industriales. Esto se logrará utilizando colores y materiales mencionados en el marco teórico. La forma del dispositivo debe ir de la mano de la antropometría y biomecánica.
- Técnico productivo: El dispositivo aunque tenga un mercado objetivo amplio no podrá incluir procesos como la inyección, pues éste se usa para la realización de productos supremamente masivos. Si el dispositivo tiene mecanismos como engranajes se utilizarán procesos como el fresado. El producto también llevará procesos como termo formado y troquelado para las perforaciones pertinentes.
- Mercado objetivo: Este dispositivo como se ha explicado a lo largo del documento entrará a competir en la industria ortopédica, la cual trabaja para la mejoría de la condición de partes especiales del cuerpo. Por ser este dispositivo un elemento ideal para la prevención del pie caído, las casas ortopédicas como están en permanente búsqueda de innovación en

tecnologías aplicadas a la mejoría del ser humano, acogerá este producto fácilmente

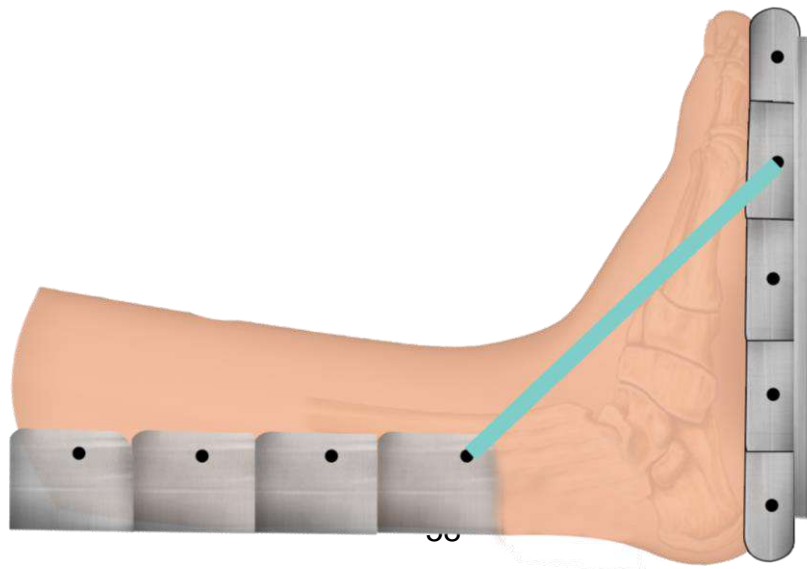
Concepto

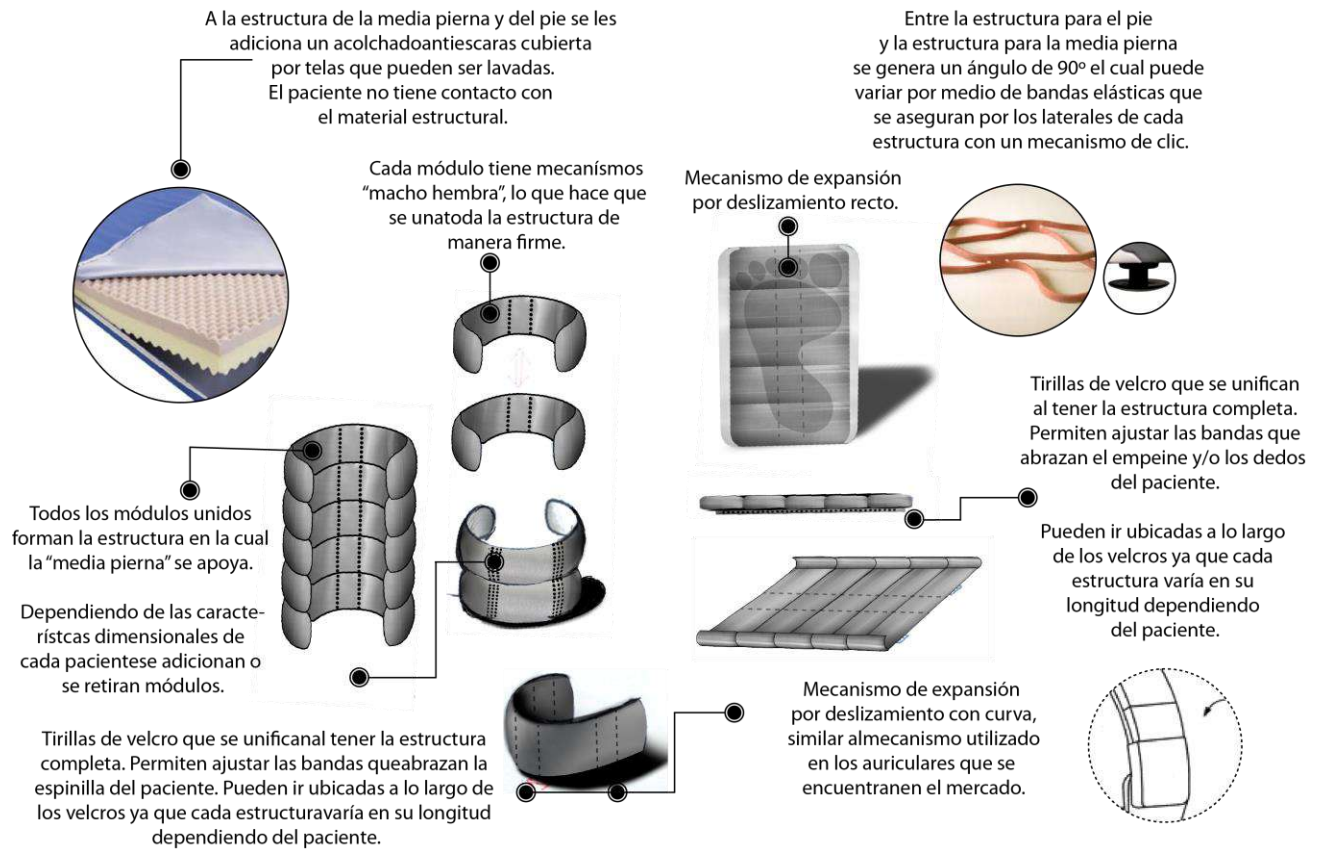
El diseño gira en torno al concepto “adaptabilidad dimensional” el cual describe la característica principal del dispositivo que se traduce a la capacidad de adaptarse a diferentes dimensiones para ser portado en el/los miembro(s) inferior(es). Es decir que el dispositivo aparte de prevenir el pie caído, también evita las consecuencias secundarias que trae usar las férulas que actualmente se usan en instituciones de salud pública, gracias al valor agregado que presentará el dispositivo a diseñar.

Se pretende una solución efectiva que abarque desde el bienestar psicológico, económico y físico del paciente hasta el presupuesto de los centros de salud pública.

Proceso de propuesta

- Exploración de formas (PDG I)
Búsqueda inicial de formas que cumplieran con los requerimientos de la investigación.
- Propuesta final (PDG I):
Se planteó un dispositivo con un diseño conceptual que cumpliera con los requerimientos y determinantes de la investigación, este debía ser aséptico, adaptable, seguro y que permitiera ser usado por todos los pacientes de las UCI.





- PDG II: Se planteó un dispositivo con una superficie grafada verticalmente para que el material se acoplara a la pantorrilla del paciente. También se plateo una serie de protuberancias que sobresalieran y realizaran un masajes para ayudar que circulara la sangre.



Propuesta final

PREVARK es un dispositivo que previene (de manera óptima), la contractura que produce el pie caído, ocasionado por el reposo prolongado en cama, de pacientes postrados, sedados, con ventilación asistida. El dispositivo, por ser un producto estandarizado en cuanto a tallas, logra adaptarse a distintos tamaños para ser usado por distintos pacientes. Por ende, el dispositivo se adapta día a día, a las variaciones dimensionales que cada pie presenta por retención o expulsión de líquidos.

Con lo anterior se puede decir que PREVARK no sólo evita el pie caído por reposo prolongado, sino que también evita consecuencias secundarias como lo son las úlceras por presión.

PREVARK se compone de dos partes principales inicialmente independientes. La primera es un soporte semirrígido que va situado en la pantorrilla, y la segunda un soporte igualmente semirrígido que va en la planta del pie.

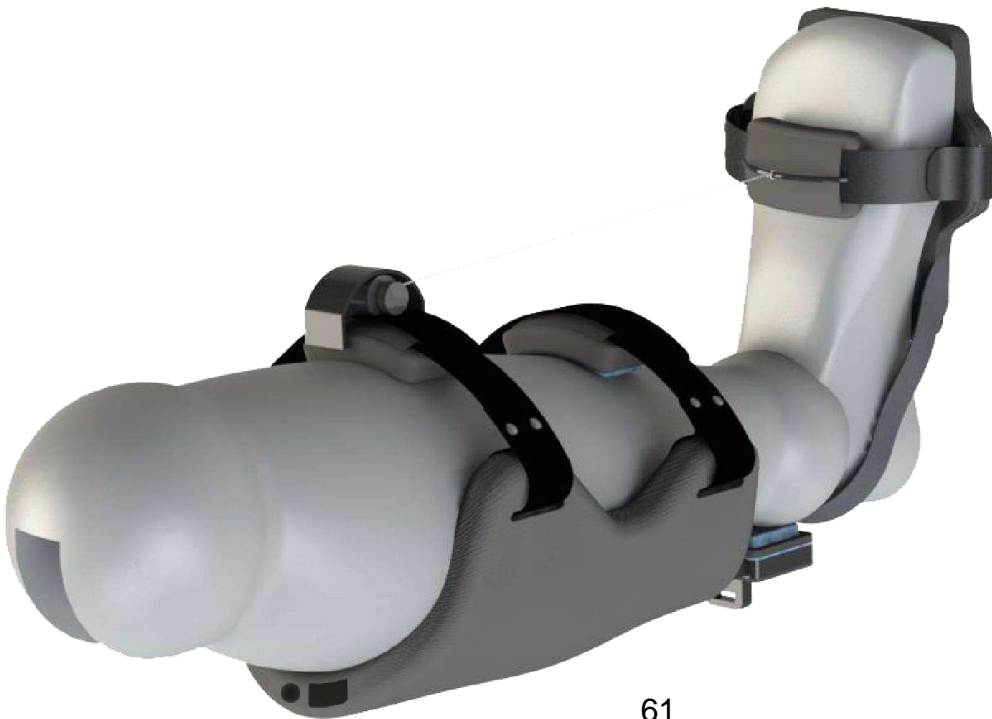
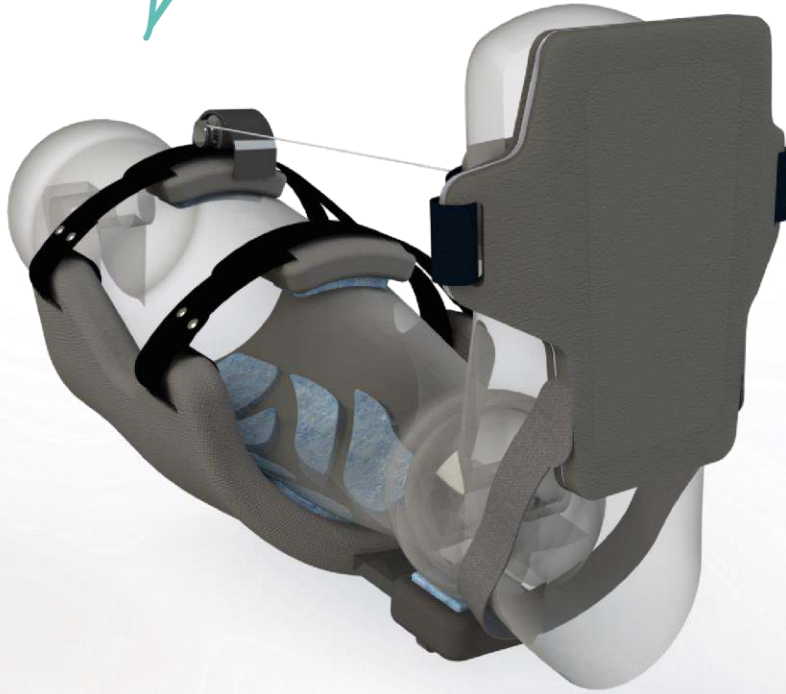
El soporte de la pantorrilla, se puede adaptar a cualquier dimensión, hablando específicamente de diámetros. Se ajusta por medio de correas con velcro que permiten la fácil acomodación del producto en el paciente. También cuenta con burbujas de gel anti escaras, las cuales van casi en contacto directo con la piel del paciente... Este soporte cuenta con un mecanismo de percusión que estimulan el flujo sanguíneo, lo cual contribuye a la prevención de úlceras por presión. Y un mecanismo extensor que logra varios tamaños del dispositivo en cuando al largo.

El soporte de la planta del pie, va ubicado desde el arco (puente), hasta los dedos. Se ajusta igualmente por medio de una correa con velcro, dejando el empeine libre de obstáculos en caso de que el personal de salud necesite realizar canalización de vasos sanguíneos en esta zona. El talón en la parte trasera (llegando a los tendones) va sujetado con una banda textil que permite ajustarlo a diferentes tallas, y dejando el talón libre de elementos que ocasionen úlceras por presión.

Cabe decir que ambos soportes están elaborados de materiales que permiten la asepsia.

Finalmente ambos soportes van unidos por un mecanismo de poleas que permiten el movimiento dorsiflexor automatizado, que no deja que el músculo se atrofie por falta de uso.

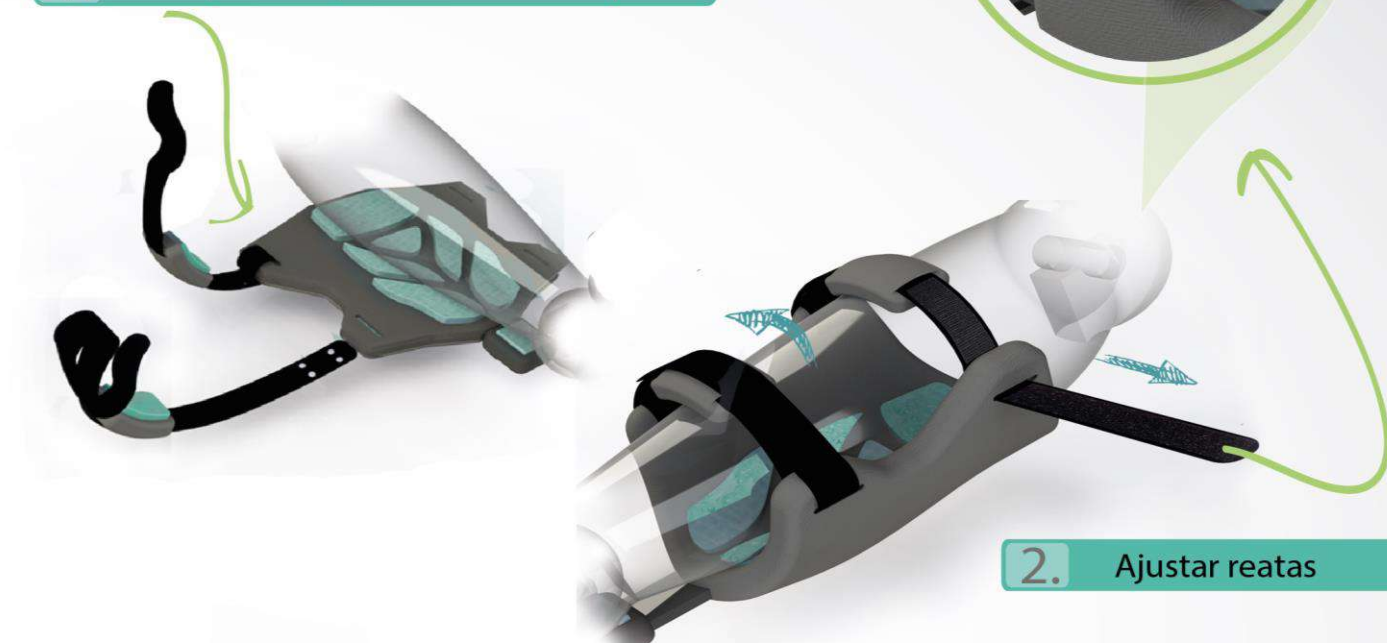
PreVark



Secuencia de uso

Soporte pantorrilla

1. Sobreponer la pantorrilla en el soporte.



2. Ajustar reatas



3. Ajustar extensor

Seguro extensor

Ajusta las diferentes longitudes propuestas, convirtiéndolo en un dispositivo estandarizado dimensionalmente .



Secuencia de uso

Soporte planta

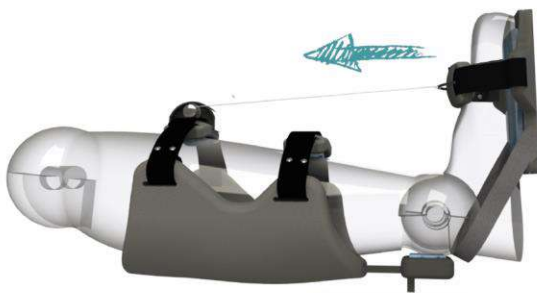
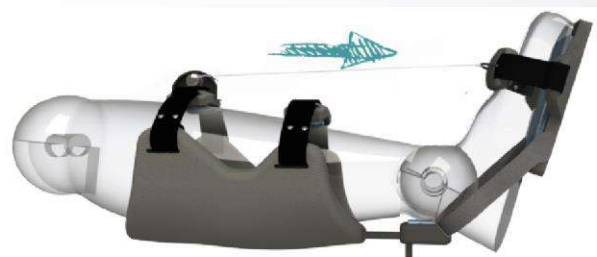


1. Ajustar talonera dejando el tobillo libre.



2. Ajustar reatas

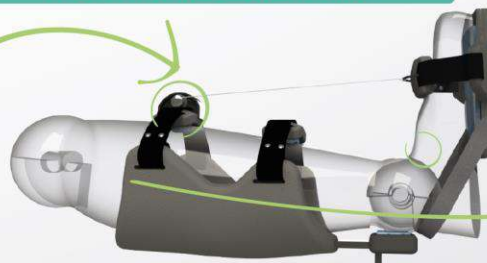
Mecanismo de poleas



Crea tensión por medio de una guaya y un motor permitiendo un ángulo de 90°. Luego la guaya se distiende dejando caer el pie por gravedad generando el movimiento dorsiflexor que evita la contractura muscular por falta de uso.

El motor se ajusta sobre la banda

Ubicación del motor generador de movimiento dorsiflexor



Botón de encendido y apagado

Secuencia de uso Limpieza

El dispositivo Prevark debe cumplir con todos los requerimientos de asepsia de una unidad de cuidados intensivos, con materiales aptos (forro) para ser lavados en masa con sabanas y diferentes textiles del hospital.

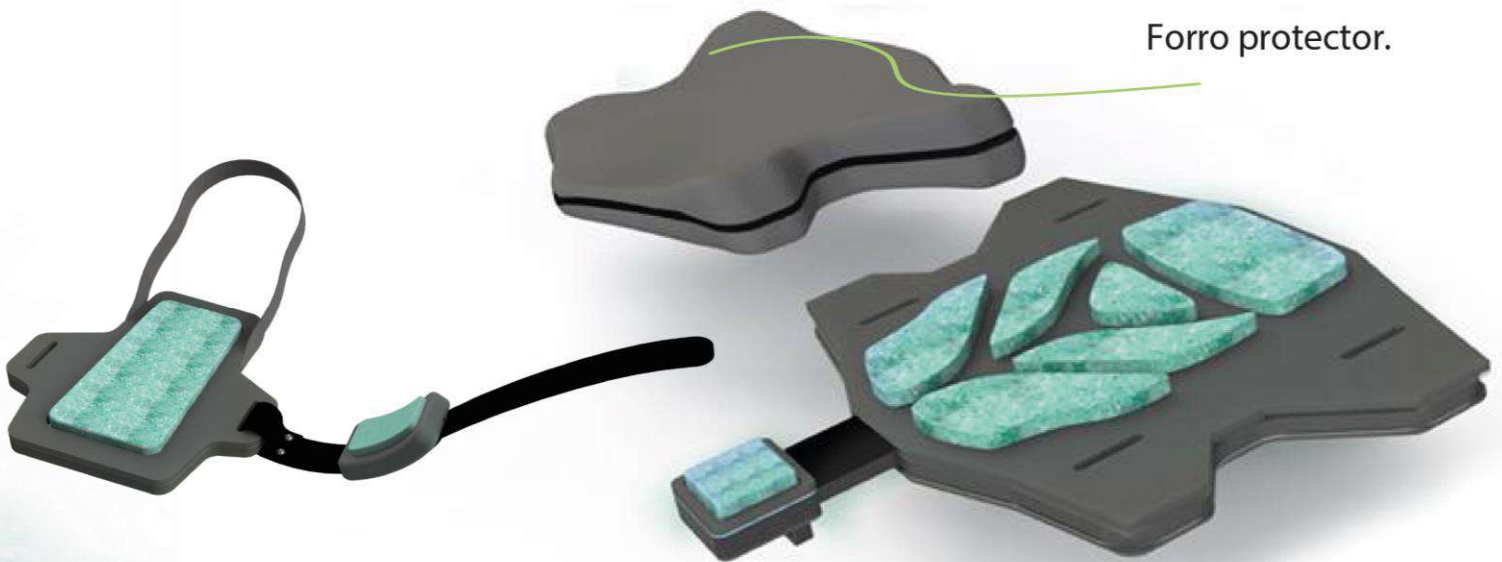
Retirar los forros y reatas. 1.

1.

Reatas de ajuste.



Forro protector.



Protocolo de limpieza utilizado en las **unidades de cuidados** intensivos para llevar a cabo la desinfección de equipos médicos, camas, pisos, paredes y en general cualquier elemento externo que ingrese a la unidad.

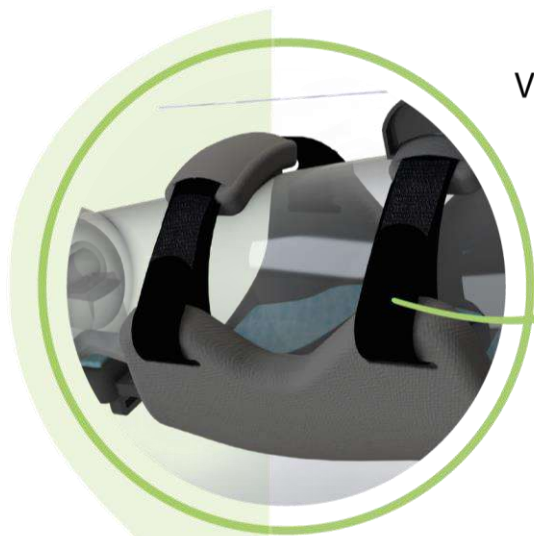


Agua



Jabón
desinfectante

Detalles



Velcro para ajustar diámetros.



Talonera con velcro, adaptable

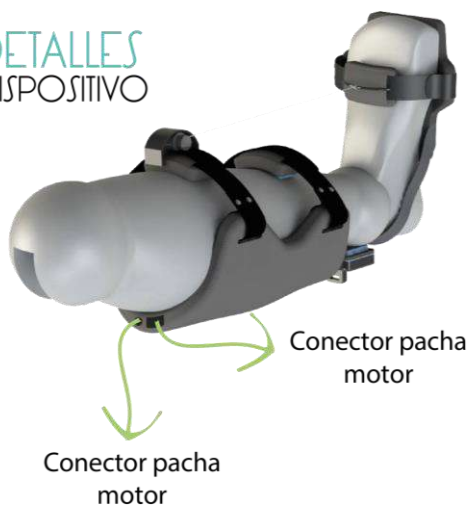
Argolla, agarre guaya

Botones de ajuste



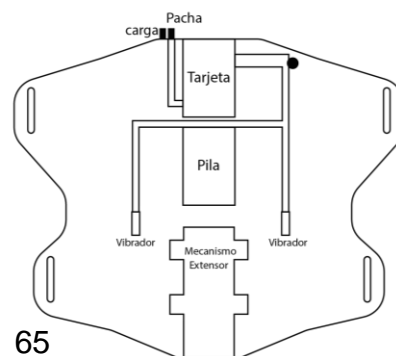
Cierres que permiten retirar los forros para que sean lavados

DETALLES DISPOSITIVO



Conector pacha motor

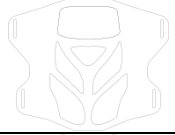
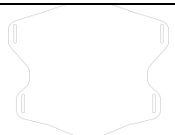
Conector pacha motor






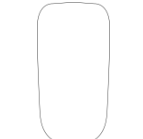
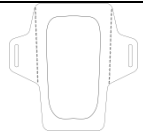
65

Distribución cableado



RODUCCIÓN
BOM PANTORRILLA



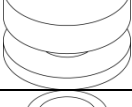
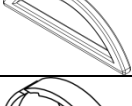
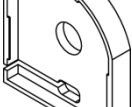
N o.	Imagen	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	TIPO	MATERIAL	PROCESOS
1		1	Tapa grafado	Ensamblé	Especial	Etilvinilacetato 2 mm	Corte y pegado
2		1	Cavidad mecanismos	Ajuste	Especial	Etilvinilacetato 12 mm	Corte y pegado
3		1	Gel		Especial	Gel anti escaras	termoformado
4		1	Tapa troquelado	ensamble	Especial	Etilvinilacetato 4 mm	Corte
5		2	Platina estructural	ajuste	especial	Acero inoxidable	Corte y pegado
6		1	Plano estructural	ajuste	especial	Flexon	Corte y pegado
7		1	PP	ajuste	especial	Etilvinilacetato 2mm	Corte y pegado
8		1	Funda		Especial	Tela	Costura

PLANTA

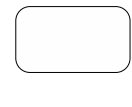
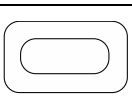
NO.	IMAGEN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	TIPO	MATERIAL	PROCESOS
1		1	Soporte	Mecánico	Especial	Etilvinilacetato 12 mm	Corte
2		1	Gel	Ensamblaje	Especial	Gel antiescaras	termoformado
3		1	Tapa troquelada	ensamblaje	Especial	Etilvinilacetato 4 mm	Corte y pegado
4		1	Estructura	Ajuste	Especial	polipropileno	Corte y ensamble
5		1	Estructura 1	ajuste	especial	Flexon	Corte y pegado
6		1	Funda	ajuste	especial	tela	costura

MECANISMO PARA TALLAS (PLANTA Y PANTORRILLA)

NO.	IMAGEN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	TIPO	MATERIAL	PROCESOS
1		2	Riel	Mecánico	Especial	PLA	Impresora 3d
2		2	Caja	Mecánico	Especial	PLA	Extrusión

3		1	Llave	Mecánico	Especial	PLA	Impresora 3d
4		1	Llave abajo	ensamble	especial	Etilvinilacetato 2mm	Corte y pegado
5		1	Llave arriba	ensamble	especial	Etilvinilacetato 4mm	Corte y pegado
6		1	Funda	ensamble	especial	tela	Costura
7		1	Carrete	ensamble	especial	PLA	Impresión
8		1	Carcasa gualla	Ensamble	Especial	PLA	Impresión
9		1	Argolla	Ensamble	Especial	PLA	Impresión
10		1	Tapa	ensamble	Especial	PLA	Impresión
11		1	Carcasa	ensamble	Especial	PLA	Impresión

BANDAS PARA AJUSTE

NO.	IMAGEN	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	FUNCIÓN	TIPO	MATERIAL	PROCESOS
1		3	Riata	Ajuste	Estándar		Corte y costura
2		3	Soporte	Mecánico	Especial	Etilvinilacetato 2mm	Corte y pegado
3		3	Gel antiescaras	Mecánico	Especial	Gel antiescaras	termoformado

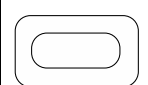
4		3	Tapa	ajuste	especial	Etilvinilacetato 4 mm	Corte y pegado
5		3	Funda	ensamble	especial	tela	costura

FIG 42. BOM. Fuente: Arango A. Tobon A. (2014)

PROCESOS

Corte laser	técnica empleada para cortar piezas de con un láser que concentra luz en la superficie de trabajo. Es especialmente adecuada para el corte previo y para el recorte de material sobrante desarrollando contornos complicados en las piezas. Entre sus ventajas: el desperdicio de material es mínimo.
Costura	Método por el cual se unen dos o más telas. Permite obtener formas adaptables a la anatomía
Troquelado	Técnica que permite recortar o estampar, por presión, planchas, cartones, cueros, etc de manera rápida y económica
Termoformado	Proceso que consiste en calentar una plancha o lámina de semielaborado termoplástico, de forma que al reblandecerse puede adaptarse a la forma de un molde por acción de presión vacío o mediante un contramolde.

FIG.43 Procesos. Arango A. Tobon A. (2014).

PROVEEDORES

Para la elaboración del dispositivo se debe tenerse en cuenta ciertos reglamentos que protegen a los pacientes hospitales, de usar elementos hospitalarios compuestos de materiales perjudiciales para la salud.

PIEZAS ESPECIALES			
MATERIAL	PROVEEDOR	DIRECCIÓN	TELEFONO
Goma eva	Almacenes Washington	Carrera 8 # 15-42	8892666
Acero inoxidable	Dismetales LTDA	Carrera 8 #34-142	6677222
ABS	Poliplast LTDA	Calle 9 #29 A-28	5565464
Textil	Almacenes Washington	Carrera 8 # 15-42	8892666
Reata	Almacenes Washington	Carrera 8 # 15-42	8892666
Velcro	Almacenes Washington	Carrera 8 # 15-42	8892666
Botones de aluminio tipo clic	Almacenes Romulo M	Calle 10 #8-43	8818795

FIG. 44 Proveedores materiales. Arango A. Tobon A (2014).

DIAGRAMA DE DESPIECE Y ENSAMBLADO

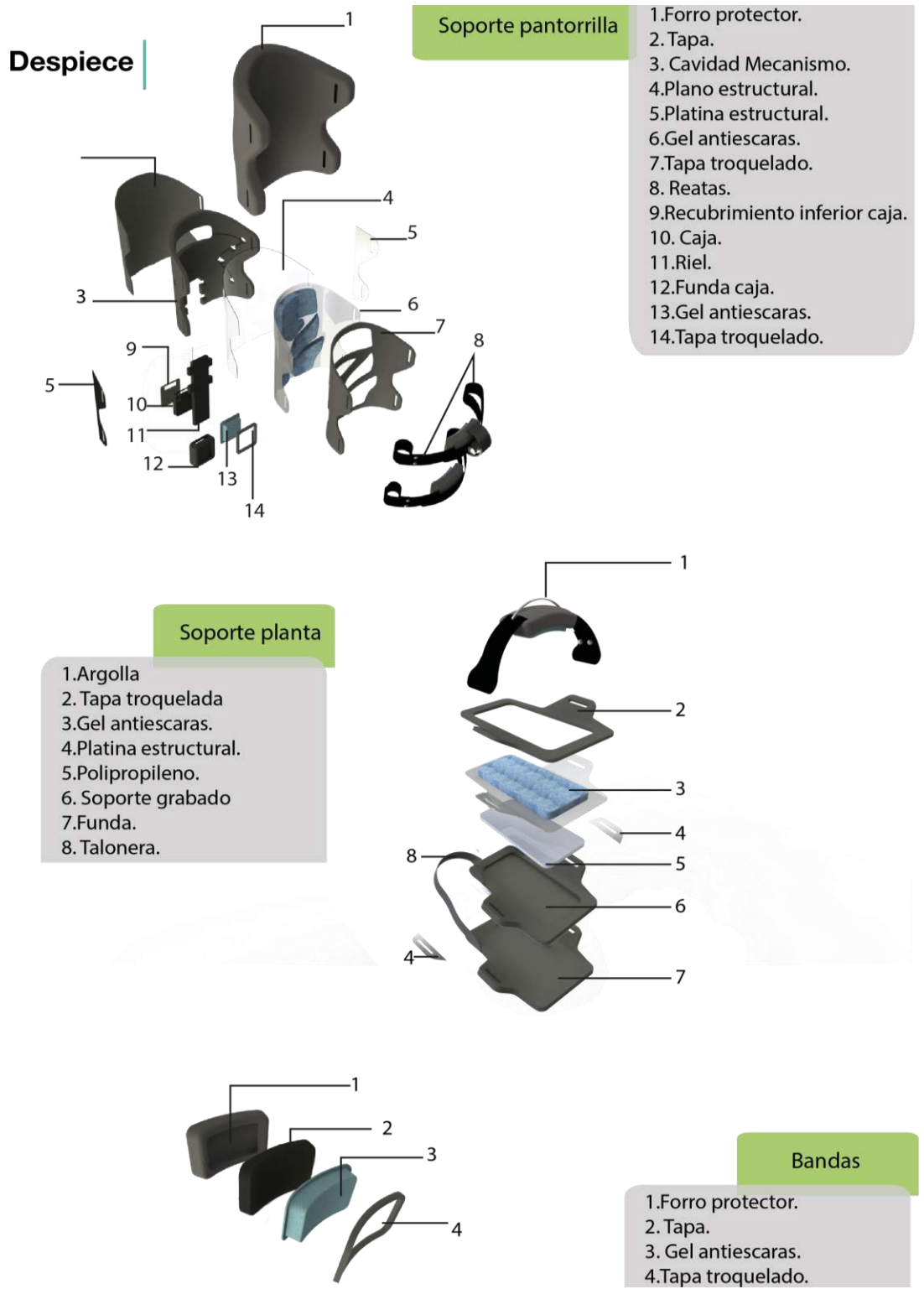


FIG 45. Despiece. Arango A. Tobon A (2014).

PLANOS DE DETALLE

PreVark
Dispositivo para la
prevención del PIE CAÍDO

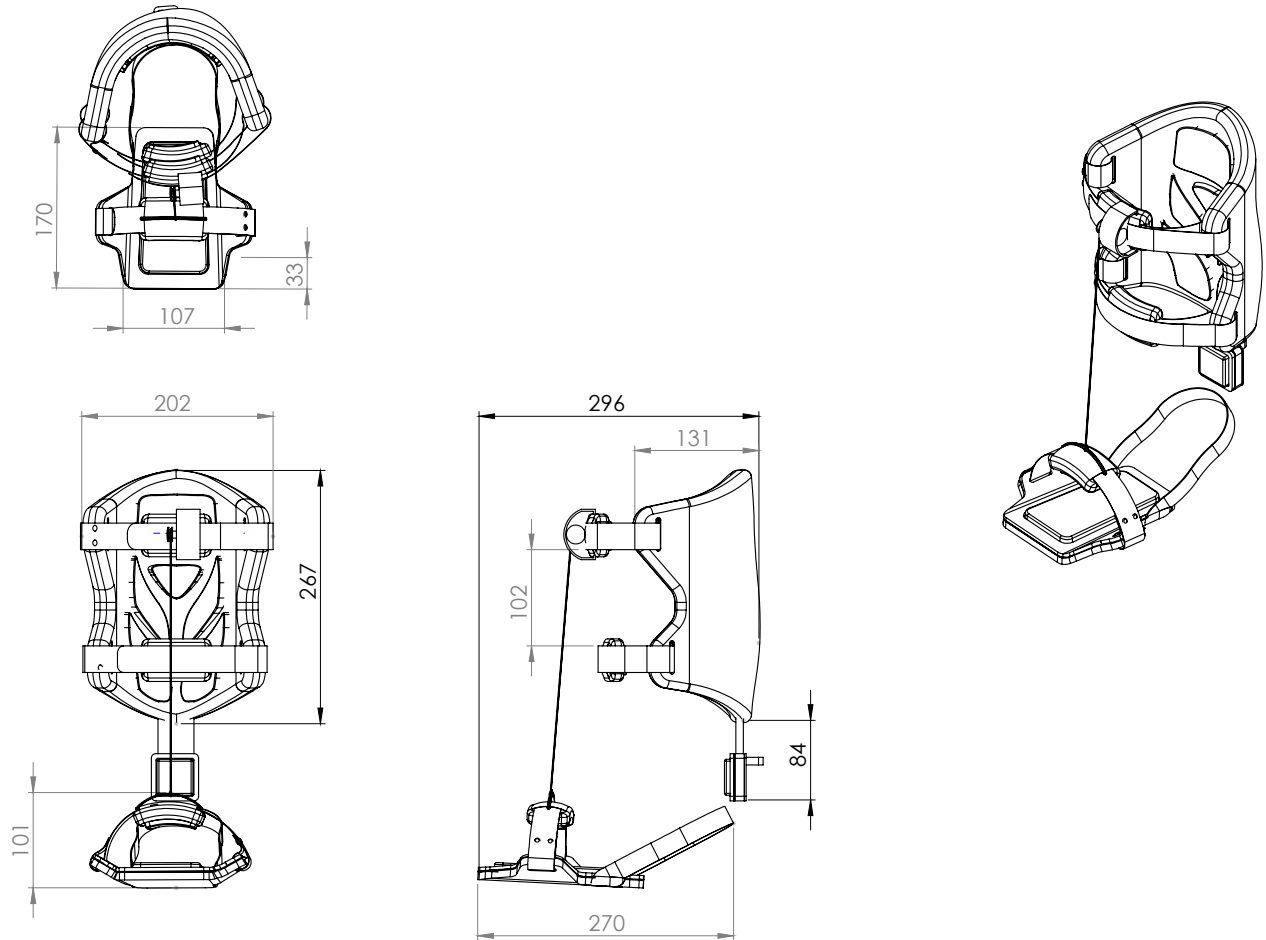


FIG 46. Planos generales . Arango A. Tobon A (2014).

DISTRIBUCIÓN DE PLANTA Y DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS E INSUMOS.

La elaboración del dispositivo Prevark, dispositivo para la prevención del pie caído. Se llevará a cabo de con una producción tercerizada.

Los elementos elaborados en etilvinilacetato (eva) serán cortados en laser en una empresa especializada únicamente en este tipo de corte.

Las platinas estructurales (mencionadas en este documento como “marco”) serán troqueladas también en un taller que cuenta con el servicio de troquel.

El gel anti escaras se fabricará con su respectivo proceso de termosellado en Estados Unidos, por Eckerd Farmacy Company.

Los motores encargados de la percusión y la constante dorsiflexión provienen de China y Estados Unidos, traídos por encargo y distribuidos por Mivar Robótica.

El forro protector se construirá en una empresa dedicada a la alta costura. Al igual que las correas ajustadoras.

En la sede Prevark de Cali Colombia se realizará el ensamblaje de todos los componentes que conforman el dispositivo Prevark.

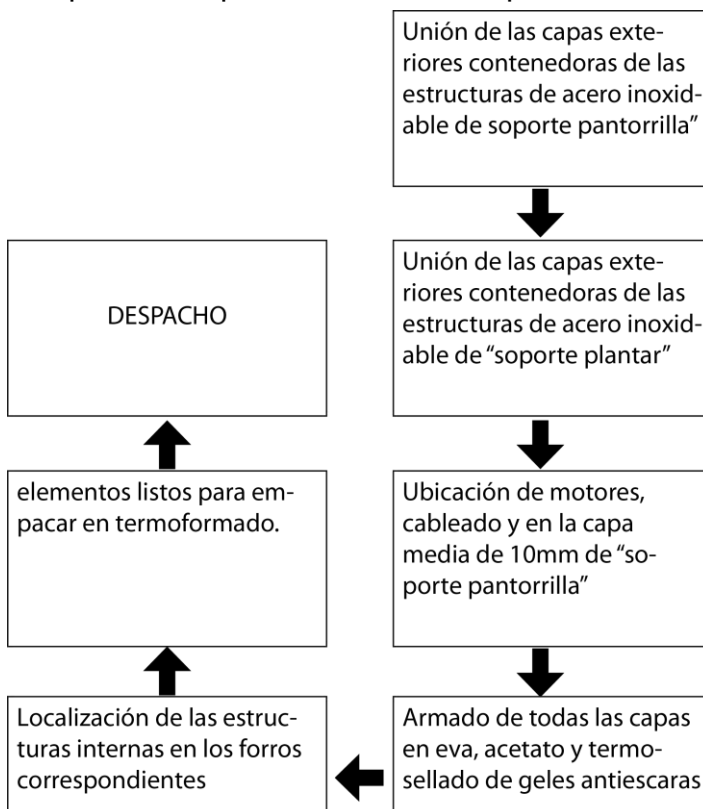


FIG 47. Distribución de planta Arango. A Tobon A. (2014)

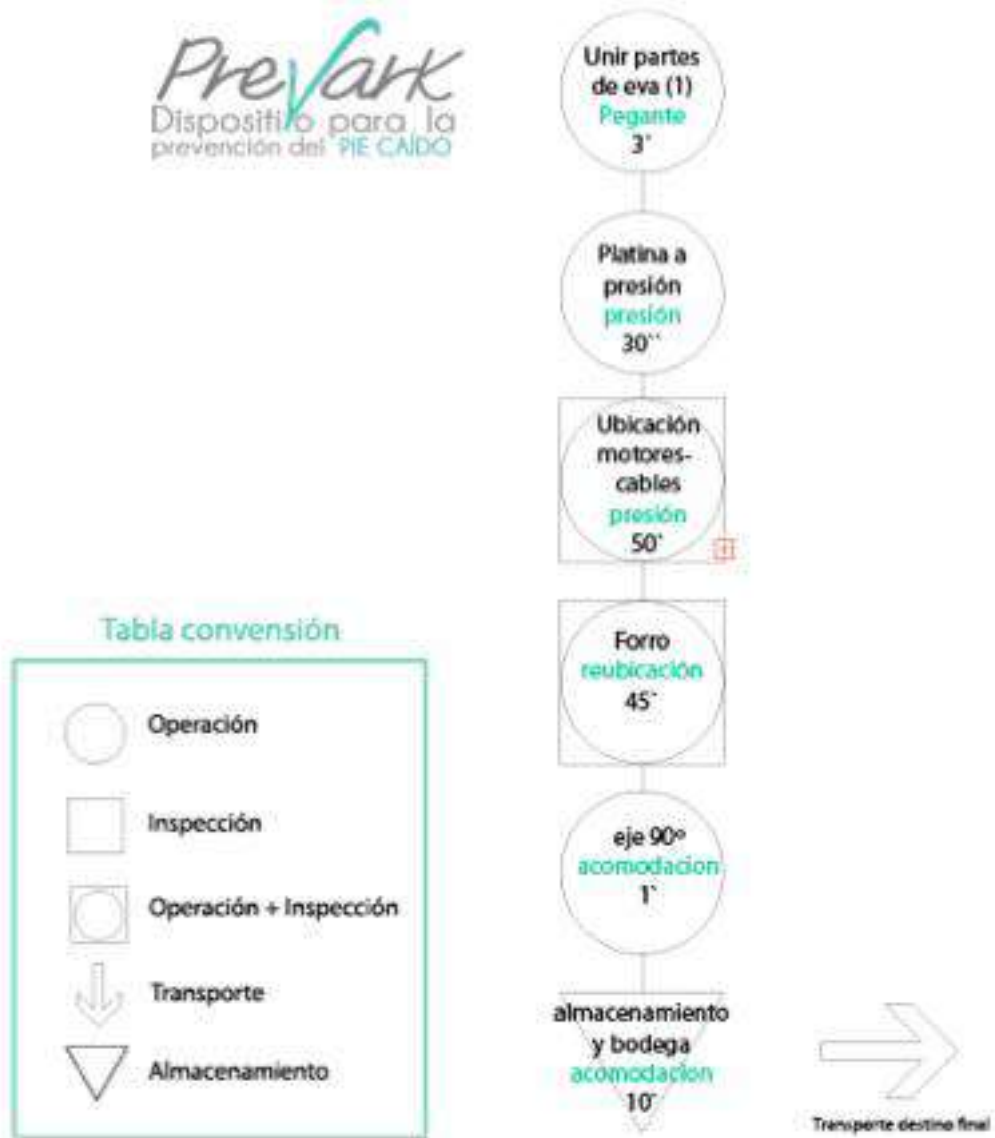


FIG 48. Diagrama de flujo. Arango. A Tobon A. (2014)

BALANCEO DE LINEA

Para la materialización de las piezas individuales que requiere Prevark, se han implementado cuatro líneas de producción independientes las cuales trabajan en paralelo, ya que el producto final no será ensamblado en punto de fábrica. Dicho proceso se hará en el punto de distribución Prevark para la posterior repartición de dispositivos en los diferentes puntos de la ciudad.

	PIEZA		PARTE (módulo)	
	TAREA	TIEMPO DE EJECUCIÓN (Seg)	TAREAS PRECEDENTES	TIEMPO DE EJECUCIÓN (Seg)
A	Corte laser EVA	80	Ninguna	640
B	Troquelado platina	2	Ninguna	4
C	Termoformado plástico para gel antiescaras	20	Ninguna	20
D	Introducción de gel	60	C	60
E	Forro protector con correas	600	Ninguna	600
	DEMANDA	2280 u		

FIG 49. Balanceo en línea. Arango. A Tobon A. (2014)

IMPACTO AMBIENTAL

Prevark es un dispositivo que previene la contractura que genera el pie caído en las unidades de cuidados intensivos, proporcionando beneficios a la comunidad médica y colombiana. Desde que se comenzó la etapa de diseño se pensó en un dispositivo que estuviese fabricado con materiales que fueran amigables con el medio ambiente. Que su producción, uso y fin de vida tuvieran el menor impacto ambiental posible.

ANÁLISIS DE CONTEXTO DE USO

PARA QUÉ DEBERÍA SER USADO EL PRODUCTO? Para prevenir de manera óptima la contractura que trae como consecuencia el pie caído.

QUÉ NECESIDAD SUPLE EL PRODUCTO? La prevención y estandarización del producto.

QUÉ HACE EL PRODUCTO? Mantiene la posición neutral del pie (90° grados), realiza terapias sistematizadas que constan de movimientos unidireccionales (dorsiflexión y plantaflexión) y percusiones para estimular el flujo sanguíneo en la zona de la pantorrilla.

QUIÉN LO USA? Pacientes postrados en posición supina en las unidades de cuidados intensivos.

POR CUÁNTO TIEMPO? El tiempo de estadía en la unidad de cuidados intensivos. (Puede variar dependiendo de la patología de cada paciente).

CON QUÉ FRECUENCIA? Cada 12 horas. Teniendo en cuenta que se usa durante el día.

EN QUÉ LUGAR DEL MUNDO? En unidades de cuidados intensivos de clínicas y hospitales de nivel 3-4 de Colombia.

VISIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

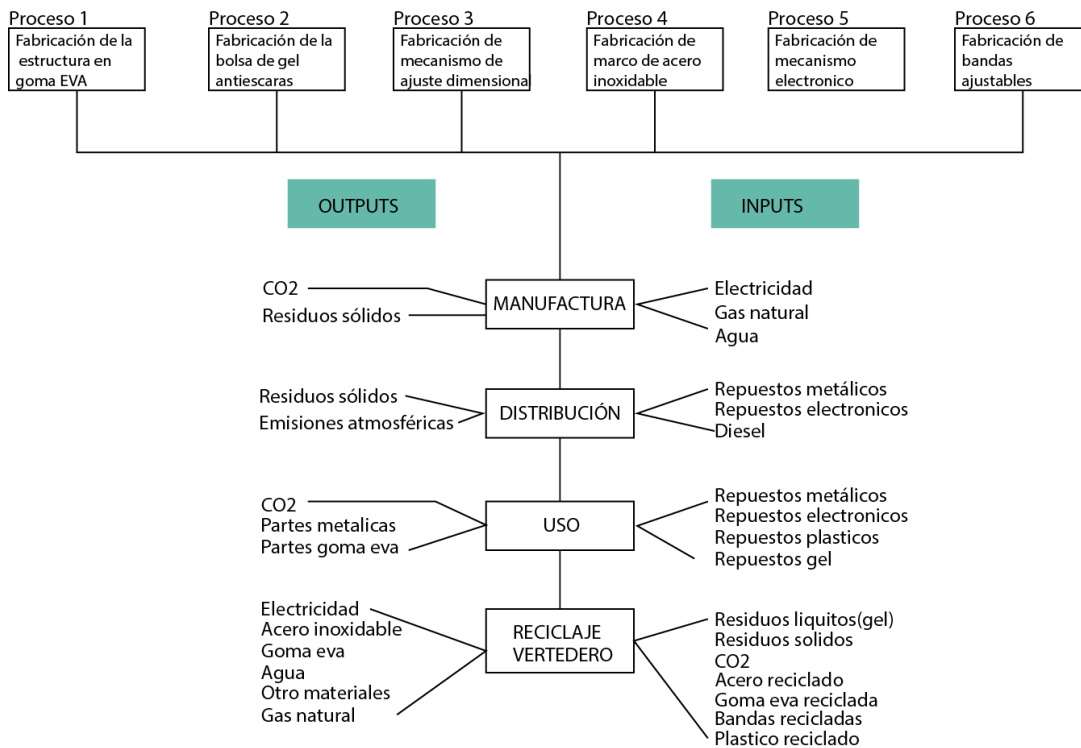


FIG 50. Perfil ambiental del producto. Fuente: A. Diaz (2013).

PERFIL AMBIENTAL DEL PRODUCTO

Perfil Ambiental PREVARK												
LIFE CYCLE STAGE	Material	Q	Unit	MATRIZ MET SIMIA								
				Energy	Q	Unit						
				Toxicity	Processes	Q	Unit					
Materia prima	Acero inoxidable	133	Mt	Gas natural	40	MJ	Emisión de gases, contaminación de agua	Electrólisis				
	Goma eva	180	Mt	Diesel	26	MJ	Emisión de gases, contaminación de agua					
	Plastico abs	90	Mt				Emisión de gases, contaminación de agua					
	Gel	6	Mt									
Manufactura	Piezas Goma eva	180	gr	Electricidad	15	KWh	Residuos de goma eva	80	gr	Corte Laser	300	gr
	Marco Acero Inoxidable	120	gr	Electricidad	11	KWh	Residuos de acero	50	gr	Termoformado	400	gr
	Pieza Mecanismo	95	gr	Electricidad	5	KWh	Residuos plastico ABS	0		Prototipado 3D	95	gr
	Gel antiescaras	400	gr	Electricidad	3	KWh	Desechos Termoformado	10	gr	Costuras	65	gr
	Forro	65	gr	Electricidad	2	KWh	Residuos tela	5	gr			
Ensamble	Motor						Consumo de energía			Manual		
	Vibradores						Consumo de energía			Manual		
	Botones						Consumo de energía			Manual		
Uso y mantenimiento	Limpieza Prevark			Electricidad			Quimicos antisepticos			Lavadoras		
Final ciclo de vida	Acero inoxidable			Diesel o gas natural	80	MJ	Reciclaje de acero inox	120	gr			
	Goma eva			Diesel/gas natural	40	MJ	Reciclaje de Goma eva	180	gr			
	Plastico ABS			Electricidad	140	KWh		20	gr			

TABLA 3. Perfil ambiental del producto. A.Arango, A.Tobon (2014).

PERFIL AMBIENTAL DEL PRODUCTO

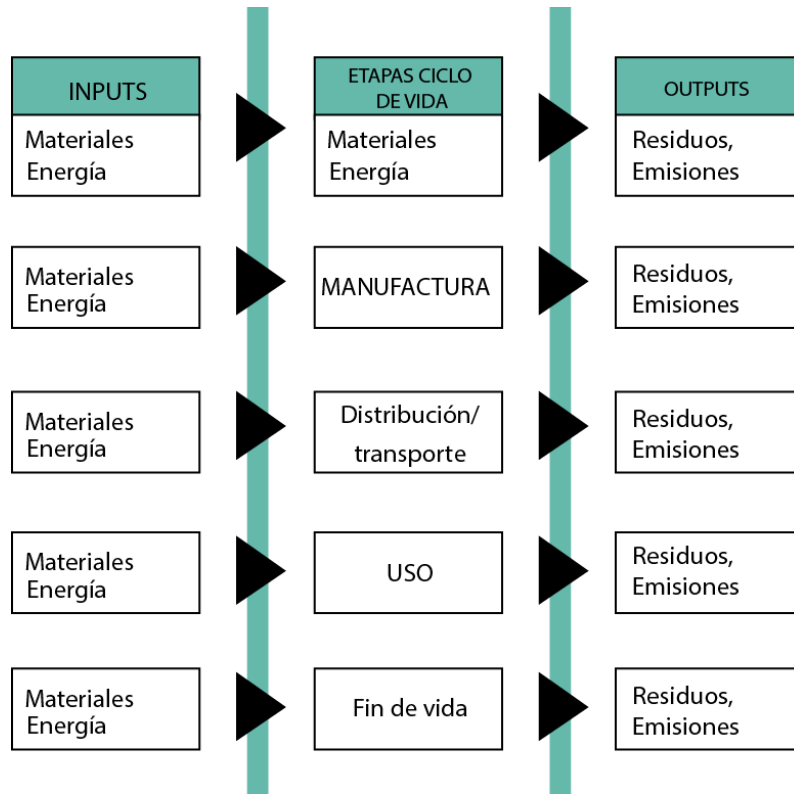


FIG 51. Perfil ambiental del producto. A.Arango, A.Tobon (2014).

MATRIZ MET

MET	Materia Prima			Manufactura	Distribución	USO	Fin de Vida
Material	Goma Eva	Acero Inoxidable	ABS	<ul style="list-style-type: none"> ● Troquelado ● Corte laser ● Prototipado 3d 	Diesel Diesel Diesel	Prevark	100% reciclable 100% reciclable
Energía	Electrica	Electrica	Electrica	Electrica	Diesel	————	Electrica Gas natural
Residuos Sólidos		Escoria de Acero Inoxidable	Escoria de plastico ABS	Escoria Viruta	Diesel	Vertedero	Vertedero
Emisión Tóxica	Emisión de gas Contaminación de agua	Emisión de gas Contaminación de agua	Emisión de gas Contaminación de agua	Emisión de gas Contaminación de agua	CO2	Contaminación medio ambiente	Contaminación medio ambiente
Uso de Agua	Si	Si	Si	Si	Diesel	Si	Alcantarilla

FIG 52. Matriz MET. A.Arango, A.Tobon (2014).

CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

PREVARK Cuantificación del impacto																				
LIFE CYCLE STAGE	Material	Q	Unit	mpt	Result	MET MATRIX OF PREVARK (100% virgin material)														
						Energy				Toxicity				Processes						
						Q	Unit	mpt	Result	Q	Unit	mpt	Result							
Materia Prima	Acero inoxidable	0,3	Mt	910	273	Diesel	1,43	MJ	180	257,4	Emisión de gases, contaminación de agua			Electrolisis						
	Goma Eva	12	Mt	480	5760	Natural gas	1,53	MJ	12	18,36	Emisión de gases, contaminación de agua									
	ABS	200	Gr	400	80000						Emisión de gases, contaminación de agua									
	Textil										Emisión de gases, contaminación de agua									
	Gel antifiebras	0,56	Kg	280	156,8						Emisión de gases, contaminación de agua									
	TOTAL			86189,8		TOTAL		275,76		TOTAL		0	TOTAL	0						
Manufacture	Piezas Goma eva	180	gr	480	86400	Electricidad	5,2	KWh	26	135,2	Residuos goma eva	80	gr	86	6880	Corte laser	300	gr	21,6	6480
	Marco acero inoxidable	120	gr	910	109200	Electricidad	5,2	KWh	26	135,2	Residuos acero	50	gr	1,4	70	Termoformado	40	gr	6,4	256
	Pieza mecanismo	95	gr	400	38000	Electricidad	5,2	KWh	26	135,2	Residuo plastico ABS	0	gr	86	0	Prototipado 3D	95	gr		
	Gel antifiebras	400	gr	280	112000	Electricidad	5,2	KWh	26	135,2	Desecho termoformado	10	gr	86	860	Costuras	65	gr		
	Forro	65	gr			Electricidad	5,2	KWh	26	135,2	Residuo tela	5	gr							
	TOTAL			345600	TOTAL		676			TOTAL		7810	TOTAL		6736					
Ensamble	Motor										Consumo de energia	1	kwh	26	26	Manual				
	Vibradores										Consumo de energia	1	kwh	26	26	Manual				
	Botones										Consumo de energia	1	kwh	26	26	Manual				
	TOTAL									TOTAL		78								
Uso y mantenimiento	Limpieza PREVARK	65	gr	0,0014	0,091	Manual					Quimicos anticepticos					Lavadora				
	TOTAL			0,091		TOTAL		0		TOTAL		0	TOTAL		0					
End-of-life	Acero Inoxidable					Diesel/gas natural	80	MJ	180	14400	Reciclaje acero inoxi									
	Goma eva					Diesel/gas natural	40	MJ	180	7200	Reciclaje acero goma eva									
	Plastico ABS					Electricidad	140	KWh												
	TOTAL			0		TOTAL		21600			TOTAL		0							

TABLA 4. Cuantificación del impacto ambiental. Perfil ambiental del producto. A.Arango, A.Tobon (2014).

CONCEPTOS Y ESTRATEGIAS DE ECO-DISEÑO IMPLEMENTADAS.

Basándose en los conceptos medio ambientales, Prevark se ve reflejado en varios de ellos como lo son: Optimizar la durabilidad del producto, Optimizar el desempeño del producto y Reducir la intensidad material del producto.

OPTIMIZAR LA DURABILIDAD DEL PRODUCTO: Prevark es un dispositivo que se utiliza en todo los pacientes internados en la unidad de cuidados intensivos relativamente en tiempos cortos por paciente, su uso depende de la estadio del paciente postrado en la unidad de cuidados intensivos.

El dispositivo puede ser utilizados por todos los pacientes que llegan a la unidad de cuidados intensivos (10 por cada UCI, es decir 40 paciente), los cuales son propensos a contraer la contractura del pie caído, el dispositivo estará en funcionamiento 12 horas al día. Prevark es un dispositivo que esta diseño con materiales de larga duración como lo son el goma Eva (80% de su fabricación) y el acero (10% de su fabricación), Prevark tendrá un ciclo de vida de 3 a 4 años.

OPTIMIZAR EL DESEMPEÑO DEL PRODUCTO: Prevark es un dispositivo activo ya que permite la prevención optima de la contractura del pie caído y al mismo

tiempo realiza terapias de movimiento y de percusión que ayudan a mejorar la irrigación de la sangre y a que los músculos no se atrofien. Todas sus funciones integradas permiten que los usuarios (directos e indirectos) obtengan el mayor beneficio que el dispositivo ofrece.

REDUCIR LA INTENSIDAD DE MATERIAL DEL PRODUCTO: Al inicio del proceso creativo y de diseño del dispositivo, se había pensado hacer dos elementos de acero recubierto en plástico Eva. Luego se evaluaron varios aspectos relacionados con el consumo del material y del impacto que esto traería para el medio ambiente, fue entonces cuando se decidió hacer la estructura del dispositivo en goma eva y solo un marco de acero inoxidable. Con esta decisión se ahorró material, costos, tiempo de producción y de procesos y se disminuyó el impacto negativo hacia el medio ambiente

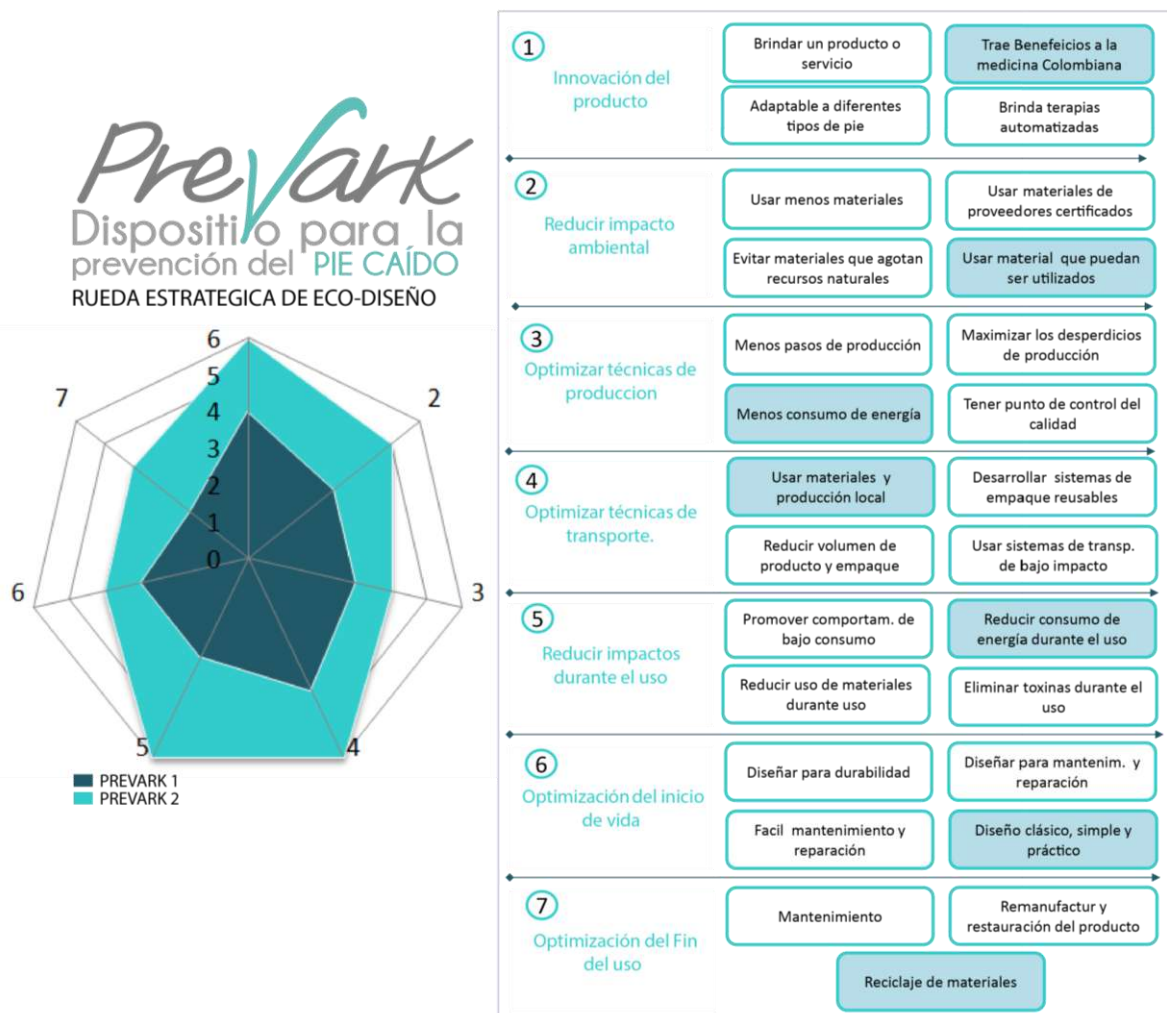


FIG 53. Rueda estratégica Eco-diseño. A.Arango, A.Tobon (2014).

En la figura 16 se evidencia un gran cambio en cuanto al impacto ambiental que tenía el equipo Prevark antes de hacer una estrategia de Eco-diseño. Gracias a la utilización de esta estrategia el producto cada vez es más amigable con el medio ambiente.

Reflexión general sobre impacto de la solución.

El cuidar y preservar el medio ambiente es de gran importancia para la preservación del medio ambiente, tema que nos compete a todos, en especial a las personas que hacen parte en el sector industrial, ya que es uno de los sectores donde más se contamina y se extrae materia prima sin cuidar los recursos naturales renovables y no renovables. En la actualidad nos encontramos en un movimiento mundial de la preservación ambiental, y con esta se han implementado nuevas estrategias para diseñar y hacer productos que cuiden y no dañen el medio ambiente. El diseño de Prevark crece y toma su rumbo de efectividad plena, desde las estrategias para cuidar el medio ambiente, sin generar impactos negativos contra éste.

ASPECTOS DE COSTOS

En este análisis se pretende abarcar el tema relacionado con los costos para el proyecto con la finalidad de determinar la viabilidad y poder establecer la rentabilidad del mismo. Además de utilizarlo como guía para la construcción del producto, teniendo en cuenta todos los procesos, tiempos, insumos, desperdicios y la amortización del herramental necesario para el buen desarrollo del mismo **Anexo 3**. Este trabajo también contiene la información de alianzas estratégicas con proveedores, los cuales serán de suma importancia para el suministro de las materias primas y la subcontratación de algunos procesos.

Para el desarrollo de este análisis se tomó como cliente inicial el Hospital Universitario del Valle, de esta manera se pudo establecer el número de piezas requeridas para 4 UCI cada una con 10 camas en las cuales se implementaría el producto.

Este producto está constituido en su mayoría por dos materiales, etivinilacetato cuya presentación comercial es en laminar. Para el desarrollo de un dispositivo se requiere de láminas de 3 calibres diferentes (2 mm=\$2500, 4 mm=\$6000 y 12 mm=\$13 000). Con este insumo se generan desperdicios los cuales serán utilizados en la fabricación de colchones.

El segundo material es aluminio, el cual se necesita en lámina, para este material se generan muchos desperdicios debido a las dimensiones con que vienen los insumos para el comercio.

El costo de mano de obra por producto dio un total de \$1294, lo que se traduce en \$29 503.20 para la realización de la totalidad de los dispositivos.

ASPECTOS DE MERCADO Y MODELO DE NEGOCIO

En este análisis se pretende abarcar los temas relacionados con el mercado y el modelo de negocio para el proyecto con la finalidad de utilizarlo como guía para el buen desarrollo e implementación del mismo.

MODELO DE NEGOCIOS (CANVAS)

La **FIG. 53** explica de manera general el modelo de negocio que se implementara para la ejecución del proyecto con el fin de generar ingresos y beneficios. Además de planificar como se va a servir a los clientes para capturar su atención y lograr la fidelización del segmento seleccionado.

Se tuvieron en cuenta varios aspectos, tales como: el segmento de clientes a los cuales se pretende llegar utilizando diferentes canales y manteniendo una relación constante con el usuario tanto en la preventa, venta y postventa del producto, para alcanzar un resultado satisfactorio y cumplir los objetivos propuestos. También se pensó en alianzas estratégicas con proveedores y distribuidores que pueden facilitar la obtención de recursos y realización de actividades claves para el desarrollo del proyecto.



FIG.54 Modelo de negocio CANVAS

PÚBLICO OBJETIVO O TARGET GROUP.

Cliente: Hospitales y clínicas de nivel 3-4, interesados en prevenir la contractura que produce el pie caído en pacientes críticos en la unidad de cuidados intensivos. Cabe decir que aunque sean los hospitales los que van a adquirir el dispositivo, las casas ortopédicas serán las encargadas de distribuir el producto es decir que cumplirá la función de canal entre los proveedores y el compradores.

Usuario: Pacientes en reposo prolongado en estado crítico con ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos.

ESTUDIO DEL PÚBLICO OBJETIVO.

Las expectativas de los hospitales y clínicas serían económicas y sociales. Con el trabajo de campo y la experimentación se evidenció que con la prevención del pie caído habrá una mayor rotación de pacientes, esto se verá reflejado en la reducción de los costos hospitalarios, aumentando así el ingreso de nuevos pacientes.

Usuario Indirecto: Al personal de salud, PREVARK les facilita el trabajo ya que por cada UCI solo se cuenta con dos enfermeros, los cuales tienen que atender a los diferentes necesidades de los pacientes y entre esas realizar terapias preventivas como lo son los movimientos dorsiflexores que evitan la atrofia muscular.

Usuario Directo: A los pacientes, PREVARK les previene esta alteración disminuyendo el tiempo de estadía, evitando gastos extra y un gran dolor.

SEGMENTACIÓN DEL MERCADO

El mercado de este dispositivo son los hospitales de nivel 3-4, es decir los hospitales que tiene dotación de alta tecnología y la capacidad de atender pacientes que presentan padecimientos de alta complejidad diagnóstica y de tratamiento, a través de una o varias especialidades médicas, quirúrgicas o médico-quirúrgicas.

Este dispositivo al ser diseñado para pacientes de unidades de cuidados intensivos segmenta el mercado para que los hospitales enfoquen en suplir una necesidad específica como lo es prevenir de manera óptima el pie caído haciendo uso de este dispositivo

CLIENTE, USUARIO, CONSUMIDOR:

Los clientes del dispositivo son, en primer lugar los hospitales de nivel 3-4 radicado en Colombia ya que es donde se usará el dispositivo; y en segundo lugar las casas ortopédicas del país, que son las encargadas de distribuir el dispositivo a los diferentes hospitales, clínicas y personas naturales que lo deseen.

Por otro lado están los usuarios que en este caso también son los consumidores, estos se dividen en usuario directo e indirecto:

Los directos son los pacientes sedados que se encuentran en posición supina en las unidades de cuidados intensivos, estos serán los que tendrán contacto permanente con el dispositivo y comprobarán los resultados al prevenir la contractura que produce el pie caído y las consecuencias secundarias de utilizar un elemento inapropiado.

Y los indirectos serán las personas encargadas de los pacientes, es decir el personal de salud quienes estarán a cargo del funcionamiento y de su correcta utilización.

MERCADO POTENCIAL:

Cali cuenta con 6 entidades de salud a las cuales les podría interesar adquirir el dispositivo siendo públicas o privadas. Hablando en términos generales en Colombia en la mayoría de las capitales de los departamentos existen unidades de cuidados intensivos que presentan servicios de nivel 3-4, es decir que aproximadamente abrían 25 ciudades con un promedio de 3 UCI por ciudad por consecuente 12 salas de UCI y 120 camas por ciudad, es decir que para suplir el mercado potencial se necesitaría aproximadamente 2880 dispositivos mínimo para iniciar la distribución.

Cabe decir que los 2880 dispositivos necesarios estarían distribuidos en distintas casas ortopédicas de cada ciudad.

COMPETENCIA

La competencia de este dispositivo vendría siendo cada tipo de férula existente, las férulas convencionales y los elementos provisionales que existen en el mundo de la salud como: férulas para marcha, férulas de reposo, férulas provisionales (yeso y PVC), cuñas, botas de caucho, almohadas entre otras; ya que aunque no son elementos que se encuentran bajo los parámetros de un diseño integral de una u otra manera alcanza a suplir algunas necesidades de prevención de contractura pero causan consecuencias secundarias.

El dispositivo contará con características que contrarresten todo tipo de consecuencias secundarias como lo son las escaras, llagas, laceraciones y úlceras que provoca los elementos hasta hoy en día diseñados y adquiridos por hospitales.

MEZCLA DE MERCADEO

Análisis del producto: Definición e identificación

El producto es un dispositivo que previene la contractura del pie caído y no genera consecuencias secundarias, es estandarizado para que pueda ser usado por personas que presenten distintas características morfológicas unas entre otras, será mecanizado-automatizado ya que contará con pequeñas sesiones de movimiento para que la articulación no se atrofie por falta de uso ni se presenten laceración en la piel por puntos de presión, será reutilizable ya que se podrá esterilizar cuando el ciclo de uso con cada paciente haya terminado y comience un nuevo ciclo con otro paciente.

El empaque del dispositivo será termo formado para reducir costos, para su fácil distribución y almacenamiento en casa ortopédicas, de igual manera es un plástico reciclable para reducir impacto ambiental.

Para fijar el precio del dispositivo se tendrán en cuenta diferentes factores como costo de materiales, costos de producción, y tamaño y margen de utilidad.

Imagen corporativa:



FIG 55. Logotipo PREVARK

Análisis del precio:

La estrategia que se utilizará para fijar el precio del dispositivo se basará en parámetros como lo son: costo de producción, costo de materiales, tamaño y margen de utilidad, adicional a esto la segmentación de clientes que de una u otra manera será el personal de la salud que hace parte del sindicato de cada hospital quienes toman la decisión de cuales elementos adquirir para implementar las dotaciones del establecimiento, considerando que tienen amplio conocimiento sobre el tema tratado en este proyecto.

Por otro lado también se tendrá en cuenta el precio de la competencia directa (férulas de prevención) ya que se pretende que el dispositivo este cerca al rango de precios que se manejan estadísticamente en este tipo de férulas.

Análisis de la política de comunicación

Teniendo en cuenta el análisis de la política de comunicación se estableció varias estrategias para llegar a la audiencia objetiva:

Publicidad institucional: se establece un nombre y logo para que la marca sea recordada e identificada a largo plazo.

Publicidad detallista: Como los insumos hospitalarios se dan a conocer por medio de catálogos especializados en la promoción de los mismos; la estrategia que se utilizará para dar a conocer el dispositivo será por medio de catálogos de insumos médicos, revistas especializadas en la promoción, venta de este tipo de insumos y capacitaciones.

Además se tendrá una página web para que los clientes estén informados sobre todo lo nuevo de la compañía. Por otro lado se maneja una base de datos para estar contactando a los clientes, preguntando como les va con el producto.

Análisis de la distribución: transporte, empaque, venta

- **Transporte:** Uno de los socios claves de la marca serán las empresas de transporte de carga pesada, las cuales serán tercerizadas para lograr distribuir con eficacia, eficiencia y cuidado el producto hasta los clientes. De igual manera se determinó esta medida para lograr reducir los costos y no incurrir en la compra de camiones o minimulas que permitan el desarrollo de esta actividad.
- **Empaque y Embalaje:** El producto será distribuido en un empaque termo formado.

- Venta: En cuanto a la venta se utilizara la página web como medio directo de contacto con la empresa. Además, se contará con alianzas estratégicas con distribuidores directos (casas ortopédicas) los cuales tendrán toda la información concerniente al producto para captar clientes.

CONCLUSIONES

El contenido de este documento evidencia la viabilidad de que puede haber un dispositivo seguro, eficiente, practico, económico, reutilizable y estandarizado que prevenga de manera óptima la contractura que produce el pie caído, brindando beneficios físicos, psicológicos y económicos a los usuarios (directo e indirecto). A su vez la producción de este dispositivo dará un gran paso en cuanto los avances en la salud por el impacto en la rehabilitación total de los pacientes.

Prevark es un dispositivo que logra la prevención optima del pie caído en su totalidad, desde lo fundamental en su diseño hasta la producción final del mismo el objetivo fue lograr un producto que además de cumplir sus funciones principales redujera en gran medida el impacto ambiental.

Mediante el proceso de investigación se determinó la viabilidad de fabricación y comercialización de PREVARK, dispositivo que previene de manera óptima la contractura que general el pie caído. A través de la experimentación se pudieron tomar decisiones respecto a la escogencia de materiales, formas y procesos que optimizaron el resultado final. Se determinó que la producción de PREVARK es viable aunque puede estar sujeta a cambios y/o mejoras para que su producción sea optima y su impacto ambiental llegue a ser cada vez mínimo.

Se logró identificar los clientes potenciales para la compra del dispositivo PREVARK, estos son las casas ortopédicas que distribuyen y dotan los hospitales y clínicas de nivel 3-4.

Este dispositivo es un producto innovador que genera un gran impacto nacional ya que estamos en un medio en el cual se deja en un segundo plano la prevención del pie caído ocasionado por reposo prolongado, obteniendo como resultado la obligada rehabilitación de las extremidades inferiores de los pacientes.

A partir de las pruebas de campo, entrevistas a personas especializadas, expertos y familiares del paciente se pudo concluir para la primera fase de diseño que:

- El dispositivo diseñado es ergonómico, pues sigue la forma del pie y la media pierna adaptándose a las medidas morfológicas de diferentes pacientes.
- Duradero (teniendo este un ciclo de vida de 5 a 7 años).

- Liviano ya que pesa 850 gramos.
- Va acorde con los demás elementos hospitalarios que se encuentran en la unidad de cuidados intensivos.
- Los materiales con los que está fabricado el dispositivo son fáciles de desinfectar y al mismo tiempo de almacenar.

A partir de la exploración formal, mecánica y de materiales... entre otros aspectos que inciden directamente en el diseño del dispositivo, se pudo concluir para la segunda fase de diseño que:

- Inicialmente en cuanto a la hipótesis de diseño, se concluyó por medio de la experimentación, que la utilización de hebillas es innecesaria al igual que algún mecanismo telescópico.
- Tampoco se necesita una estructura rígida para dar el soporte principal (90° grados).
- El dispositivo es automatizado ya que solo se necesita prenderlo y el realiza terapias de movimiento

BIBLIOGRAFIA

1. COLOMBIA.MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL (2013) *Resolución número 1441 del 2013*. Recuperado de: <http://www.minsalud.gov.co/Normatividad/Resoluci%C3%B3n%201441%20de%202013.PDF>
2. Corner.J (2007) *Mecánica patología del pie y del tobillo*.(Capitulo 3)Recuperado de: <http://www.oandp.com/news/jmcorner/library/ortetica/LLO03.pdf>
3. Corner.J (2007) *Órtesis de tobillo cadera y rodillas*.(Capitulo 9)Recuperado de: <http://www.oandp.com/news/jmcorner/library/ortetica/LLO03.pdf>
4. Donaghy M (2001). *Brain's Diseases of the Nervous System*. (11th Ed) Oxford: Oxford University Press: Oxford.
5. Delavier, F (2004) *Guía de los movimientos de musculación*. Paidotribo (cuarta edición)

6. FIG. 1 *Carro de paro*(2007) Cursos de primeros auxilios (fotografía) Recuperado de: http://www.cursosdeprimerosauxilios.mx/cursos/curso_carro_de_paro_carro_rojo.html
7. FIG. 2 *Monitor cardiaco*(2004) Apuntes auxiliar enfermería (fotografía) Recuperado de: <http://apuntesauxiliarenfermeria.blogspot.com/2011/03/eltransporte-sanitario.html>
8. FIG. 3 *Desfibrilador portátil con marcapaso externo*(2011) Catalogo medico (fotografía) Recuperado de: http://www.catalogomedico.com.mx/tienda/product_info.php?products_id=3459
9. FIG. 4 *Carro de procedimiento* (2014) Medical expo (fotografía) Recuperado de: <http://www.medicaexpo.es/prod/capsa-solutions/carros-cuidados-cajones-procedimientos-intravenosos67944-484506.html>
10. FIG. 5 *Equipo de rayos x portátil* (2012) Healthcare (fotografía) Recuperado de: https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/healthcare/cts/Pages/mobilett_xp.aspx
11. FIG. 6 *Negatoscopio cuádruplex*(2011) La casa del médico (fotografía) Recuperado de: <http://www.lacasademedico.com.py/index.php?is=3&icat=6&ipro=81>
12. FIG. 7 *Ventilador de traslado* (2011) Medical Expo(fotografía) Recuperado de: <http://www.medicaexpo.es/prod/paramount-bed-co-ltdjapan/carros-camillastraslado-77014-502368.html>
13. FIG. 8 *Cama clínica de intensivo con colchón de anti escaras* (2013)Ortopedia Mimas (fotografía) Recuperado de: <http://www.ortopediamimas.com/materialantiescaras/colchonesantiescaras-de-aire.html>
14. FIG. 9 *Camilla de traslado* (2014) Medical Expo(fotografía) Recuperado de: <http://www.medicaexpo.es/prod/paramount-bed-co-ltdjapan/carros-camillastraslado-77014-502368.html>
15. FIG.10 *Tipos de pies* (fotografía) Recuperado de http://4.bp.blogspot.com/_2e_ePjz_BgY/SGi7voRvr4I/AAAAAAAAAHk/rxPavMJpSsc/s400/Pies.jpg
16. FIG. 11 *Pie caído* (fotografía) Recuperado de: http://www.infodoctor.org/www/diagnostico_polineuropatias.htm

17. FIG. 12 (2013), *Pie equino* (fotografía) Recuperado de: <http://enfermeriaug.blogspot.com/2010/07/pieequino.html>(Visitado:Enero 10-2014)
18. FIG. 13 Marie (2008) *Pie caído* (Fotografía) Recuperado de:http://www.neurorehabilitacion.com/charcot_marie_tooth.htm/Visitado (Enero 10 2014) (Visitado: Enero 10-2014).
19. FIG. 14 *Pie pendular* (fotografía) Recuperado de: <http://uam-charcot-marietooth.blogspot.com/>
20. FIG. 15-16 *Movimientos extremidad inferior* (Ilustración) Recuperado de: <http://www.answers.com/topic/dorsiflexion>
21. FIG. 17 *Músculos dorsiflexores* (Ilustración) Recuperado de: http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/esp_imagepages/19840.htm
22. FIG. 18 -19 *Articulación tobillo* (Ilustración) Recuperado de: <http://cursodeformacioniyengar.blogspot.com/p/asana-porasana.html>
23. FIG. 20 *Tibial anterior o antagónico*(Ilustración) Recuperado de: <http://www.vitonica.com/tag/tibial-anterior>
24. FIG. 21 *Marcha en estepaje* (Ilustración) Recuperado de: <http://www.neurocenter.gr/NS.html>
25. FIG. 22, 23, 24,25, 27, 28, 29,30 (2013) *Anatomía y movimiento humano estructura y funcionamiento* (Ilustraciones) Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo2.pdf
26. FIG. 26. (Ilustración)) Recuperado de: <http://www.cuerpogimnasio.com/musculos-del-pie/>
27. FIG. 27, 28, 29,30. (2013) *Anatomía y movimiento humano estructura y funcionamiento* (Ilustraciones) Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo2.pdf
28. FIG. 32 *Férulas rígidas* (2014) Medical Expo (fotografía) Recuperado de: <http://www.medicalexpo.es/product/Ossur-uk/ferulasarticuladas-rodilla-74948468394.html>


29. FIG. 33 *Férulas rígidas* (2008) Páginas amarillas (fotografía)
 Recuperado de:
<http://www.paginasamarillas.com.pe/dbimages/B97014/IMG382721.JPG>
30. FIG. 34 *Férulas rígidas* (2011) Princinico.Wordpress (fotografía)
 Recuperado de: <http://princinico.wordpress.com/2011/08/30/>
31. FIG. 35 *Férulas rígidas* (2013) (fotografía) Recuperado de:
<http://2.bp.blogspot.com/bDQwutcujeW/Uno5cqjOsVIAAAAAAAAAABRg/wNWAzLZaBDU/s200/descarga.jpeg>
32. FIG. 36 *Férulas rígidas* (2014) ortopedia Horta (fotografía)
 Recuperado de:
http://www.ortopediahorta.com/447thickbox_default/ferulaarticulada-para-rodillabreg.jpg
33. FIG. 37 *Férulas rígidas* (2010) visionfarma. (fotografía)
 Recuperado de: http://www.visionfarma.es/images/product/1/large/pl_1_1_350.jpg
34. FIG.38 *Férulas rígidas* (2008) Hospital domicilio (fotografía) Recuperado de:
<http://www.hospitaladomicilio.com/hd/?p=423>
35. FIG. 39 *Férulas rígidas* (2005)Leticia San Martin Rodríguez (fotografía)
 Recuperado de: https://www.pfizer.es/salud/prevencion_habitos_saludables/consejos_salud/consejos_paciente_cronico_encamado.html
36. FIG.40. *Férulas rígidas*(2014) Visión Farma (fotografía) Recuperado de:
<http://www.visionfarma.es/product/3978/0/0/1/FERULAMULTIPOSICIONAL-PIETOBILLO.htm>
37. Gacitúa, R. (2007) Pie caído. Recuperado de: Universidad Católica de Chile. Reyes, L. (2008) ortesis para mejorar la marcha de las personas que sufren de pie caído. (Tesis para Grado) Biblioteca Universidad católica de Risalda: Universidad católica popular del Risaralda
38. Geboers JF, Janssen-Potten YJ, SeelenHA, Spaans F, Drost MR. Evaluation of effect of ankle-foot orthosis use on strength restoration of pareticdorsiflexors. Archives ofPhysical MedicineandRehabilitation 2001;82(6):856-60.
39. HUV (2006) *Hospital*

- Universitario del Valle E.S.E "Evaristo Garcia"* Recuperado de:
<http://www.huv.gov.co/web/sites/default/files/portafolio%20terapia%20intensiva.pdf>
40. HUV (2010) *Unidad de cuidados intensivos, estándares y recomendaciones*. Recuperado de: <http://www.msc.es/organizacion/sns/planCalidadSNS/docs/UCI.pdf>
 41. Hernández. S (Ed) (2013) Anatomía de la pierna. En: *Anatomía y movimiento humano estructura y funcionamiento*. Ducotek Recuperado: http://cartarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo2.pdf (visitado: Febrero 2014)
 42. Kisner C;; Colby L. "Ejercicio terapéutico: Fundamentos y técnicas" Barcelona: Editorial;; Paidotribo. 2005
 43. Lazcano M. (2012) *Estudio de músculos neumáticos y determinación de parámetros funcionales para ser aplicado en una órtesis dinámica de pie caído*. (pre-grado) Ambato, Ecuador: Universidad técnica de Ambato.
 44. Lewin K. "Terapia manipulativa para la rehabilitación del aparato locomotor" Editorial Paidotribo, 2002. (Libro)
 45. Malagon-Londoño G. "Manejo Integral de urgencias" 3ra edición Bogotá, editorial: medica panamericana, 2004. (Libro)
 46. PROTESIS ORTOPEDIA GENERAL (2007) Prótesis: <http://www.protesis.ws/ferulas/ferula-pierna.html> (en línea) (visitado: Marzo 20014)
 47. Reyes, L. (2008) ortesis para mejorar la marcha de las personas que sufren de pie caído. (Tesis para Grado) Biblioteca Universidad católica de Risalda
 48. Sahrman S. "Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento". Primera Edición. Badaloña: Editorial Paidotribo.2005
 49. Stewart G. Eidelson, MD and Susan Spinasant (2009) *Pie pendular o caído y marcha en estepaje* [En línea]. Recuperado de: <http://www.spineuniverse.com/espanol/estenosisespinal/pie-pendular-caidomarcha-estepaje> (Visitado: Febrero 20014).
 50. Viladot.R, O. Cohi *Quince lecciones sobre patología del pie*. Springer – Verlag Ibérica, Barcelona 2000


51. Villa, A.C (2011) Sistema de control para asistir El movimiento de dorsiflexión de pie caído En la fase de oscilación de la marcha En pacientes hemipléjicos. (Tesis para Master): Pontificia universidad javeriana.
52. Wilches, E (2011) *Instrumentos recomendados para la evaluación del paciente neurológico en la unidad de cuidado intensivo.* (Capitulo 2)Revista Colombia Médica.
53. Zambudio. R (Ed) (2009) *Prótesis, órtesis y ayudas técnicas.* Barcelona, España: ELSEVIER MASSON


Anexo 3

Empresa:	Universidad Icesi	MATRIZ GENERAL DE COSTOS	Elaborado por:	Angela Tobon Andrea Arango
Proyecto:				

ITEM	ENSAMBLE		COSTOS PRIMOS + HERRAMENTAL
	DESIGNACIÓN	IMAGEN	
1	Dispositivo para la prevención de la contractura que produce el pie caído		\$ 142.564
TOTAL COSTOS PRIMOS + HERRAMENTAL			\$ 142.564
COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN			30% \$ 42.769,21
TOTAL COSTOS			\$ 185.333,25

Anexo 4


Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo



[ABRIR MENU](#)

En el 2004 AMCI realizó una nueva evaluación de las unidades de cuidado intensivo y en esta ocasión fue con la Academia Nacional de Medicina Colombiana, se evaluaron 109 unidades de cuidado intensivo que además tenían más de nueve camas y dotación básica. Se dividieron entre Académicas y no Académicas, oficiales o privadas.

Todos estos argumentos de la historia y realidad de AMCI fueron fundamentales para establecer una estrategia de capacitar médicos en la especialidad de cuidado intensivo y medicina crítica y de certificar a todos aquellos médicos que habían estado ejerciendo los cuidados intensivos sin ser especialistas por varios años. Y es así como AMCI se pone en la tarea con miembros líderes académicos y Universitarios con apoyo de universidades Colombianas desde 1999 a desarrollar los programas de la Especialidad en medicina Crítica y Cuidado Intensivo, de acuerdo a los criterios de calidad exigidos por Ascofame. (Asociación Colombiana de Facultades de Medicina)

En la actualidad Colombia cuenta con programas de especialización en cuidado Intensivo: Cali, Universidad del Valle, Medellín Pontificia Bolivariana, CES - Bogotá, Fundación Ciencias de la salud, Universidad de la Sabana, Universidad Militar Nueva Granada, Universidad Javeriana Universidad del Rosario, Pereira, Universidad tecnológica.

Para la fecha actual la Asociación Colombiana de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo tiene registrados 57% de sus afiliados como miembros de número es decir especialistas en medicina Crítica. El otro 43% son médicos sin especialidad en medicina Crítica pero con una especialidad base de cirugía, medicina interna, cardiología, otras.

Aunque en los últimos años vemos como se ha incrementado la atención especializada en cuidado intensivo, también se observa el aumento de unidades de cuidado intensivo en el 2009, 210 UCIS con un promedio de camas de 11 +/5. Siendo aun imposible tener una cobertura especializada en todas las Instituciones que cuentan con UCI y menos la cobertura cama-médico especialista en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo.

En la Ley 100 de 1993 se establecen las enfermedades catastróficas, ruinosas o de alto costo: Trauma Mayor, Trauma menor, Postoperatorios de Neurocirugía, Cirugía Cardiovascular, Trasplantes de órganos, cirugía Ortopédica, así como el manejo del paciente en programa de Diálisis, pacientes Oncológicos y Pacientes con VIH. Patologías todas que entran dentro de los regímenes subsidiado y contributivo, de alto costo baja efectividad. La Ley 1164 de 2007 establece la idoneidad certificada de los médicos que atienden en las diferentes áreas hospitalarias, entre ellas cuidado Intensivo. Es decir los médicos que atienden estas aéreas deben estar especializados y certificados en sus conocimientos habilidades y destrezas por escuelas de educación superior.

Amci copyright 2013

Anexo 5

SISTEMATIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA.

NORMAS GENERALES.

- Limpiar siempre con guantes de goma.

En habitaciones con pacientes en aislamiento de contacto, utilizar guantes de un solo uso, para desecharlos antes de salir de la habitación, evitando así posibles contaminaciones.

- Antes de iniciar la limpieza general recoger la materia orgánica (sangre y otros fluidos).

- Limpiar siempre que esté sucio.

- Limpiar de limpio a sucio, de arriba a abajo y de dentro hacia fuera.

- No barrer nunca, recoger la suciedad con mopa o protegiendo el cepillo con textil húmedo o tejido sin tejer.

- Limpiar las superficies con bayetas húmedas.

- El material de limpieza utilizado tiene que ser específico.

- No crear corrientes de aire que faciliten el desplazamiento de gérmenes.

- Utilizar productos de uso hospitalario aprobados por la Comisión de Expertos de cada centro.

- Dosificar el producto según las pautas establecidas.

- No mezclar productos incompatibles (ej.: hipoclorito sódico con aldehídos).

- Llevar siempre en el carro de la limpieza los envases originales tanto de detergentes como de desinfectantes.

- Se recomienda no fumigar ni utilizar sprays.

- En las habitaciones o boxes no entrar el carro de la limpieza

- El material utilizado para limpiar todo tipo de superficies (bayetas, fregonas, mopa, ...) ha de estar lo más escurrido posible. Dejar actuar el desinfectante sobre las superficies, no es necesario aclarar ni secar.

- El material utilizado para la limpieza, debe dejarse limpio, desinfectado y bien escurrido en cada turno.

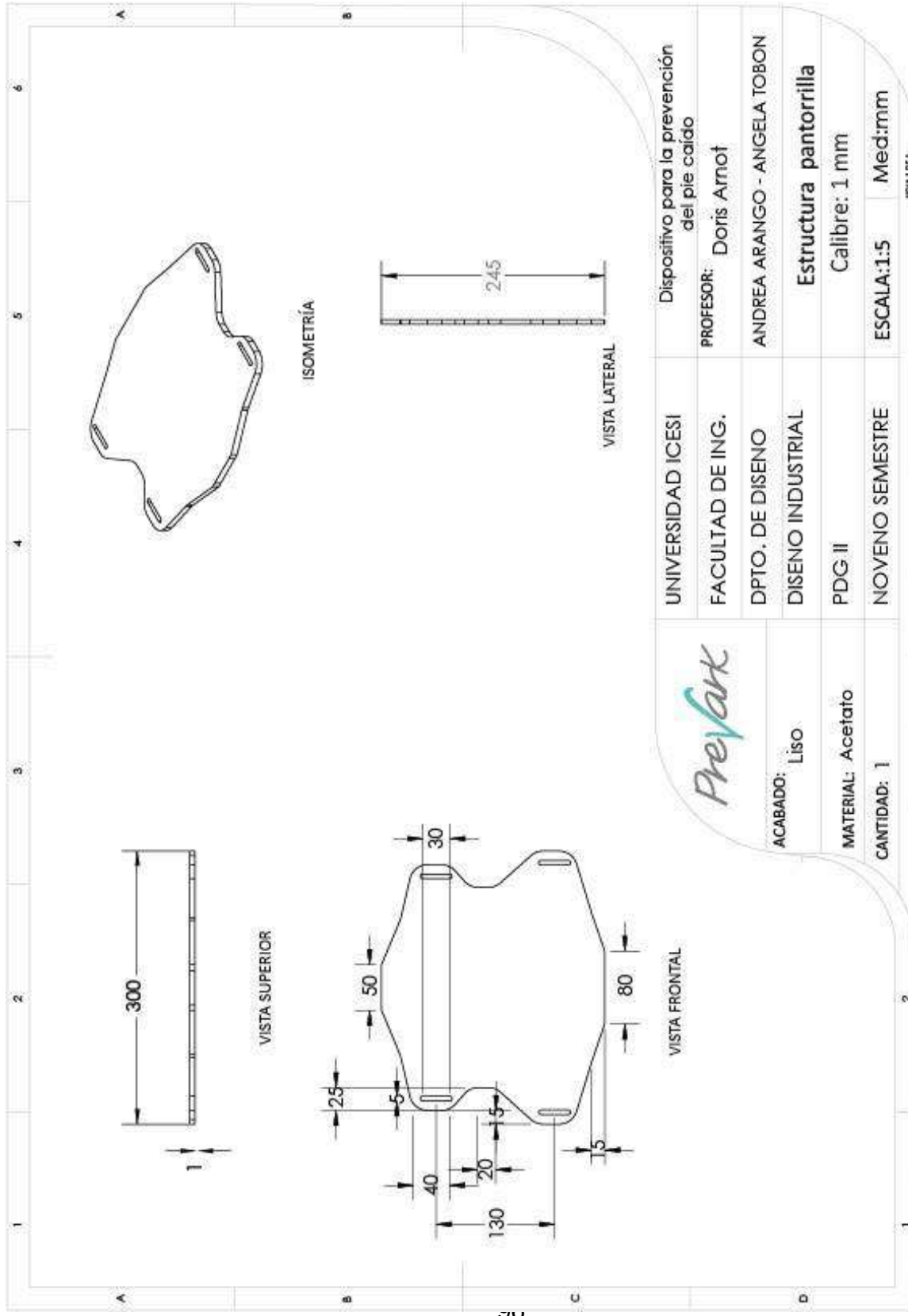
- La limpieza de las habitaciones con enfermos inmunodeprimidos se realizará la primera.

- La limpieza de las habitaciones de aislamiento se realizará la última.

- Cuando finaliza un aislamiento de contacto o se alarga la estancia hospitalaria del paciente se debe proceder a una limpieza a fondo de la habitación (aproximadamente cada 15 días).

- Durante la manipulación de los productos de limpieza, el personal se protegerá para prevenir posibles riesgos

Anexo 6 : Planos constructivos



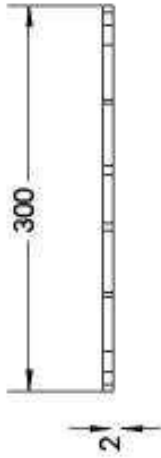
	UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
	FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
ACABADO: Liso	DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
MATERIAL: Acetato	DISEÑO INDUSTRIAL	Estructura pantorrilla
CANTIDAD: 1	PDG II	Calibre: 1 mm
	NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:5 Med:mm
		MDM 1.011



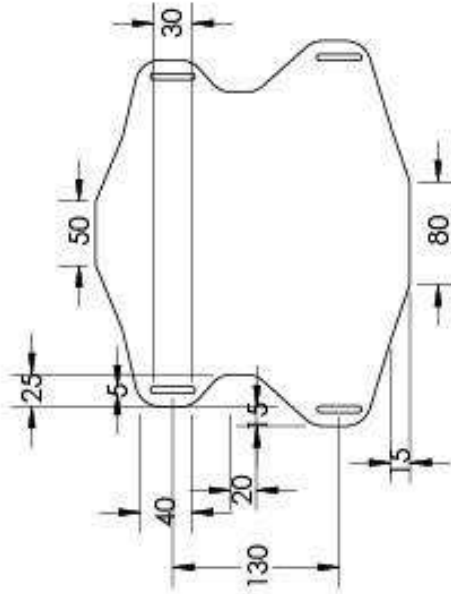
ISOMETRÍA



VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL

Dispositivo para la prevención del pie caído

PROFESOR: Doris Arnot

ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON

Espumado pantorrilla

Calibre: 2 mm

ESCALA:1:5 Med:mm

HOJA 1 DE 1

PrePark

ACABADO: Liso

MATERIAL: Etilvinilacetato

CANTIDAD: 2

UNIVERSIDAD ICESI

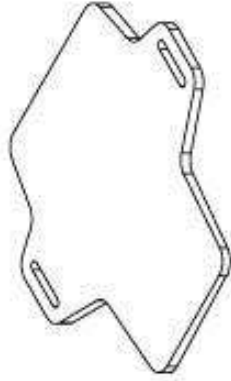
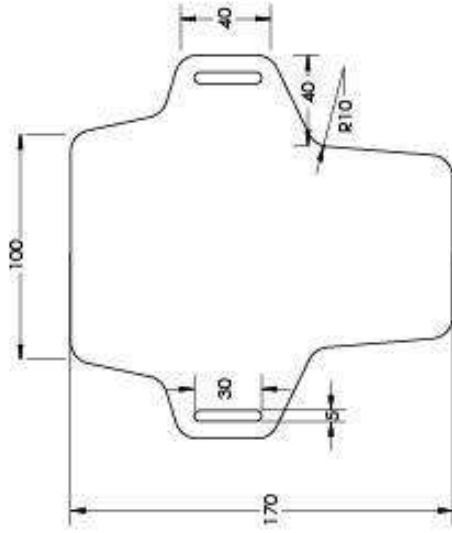
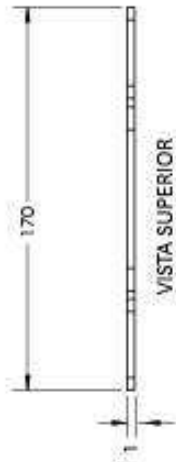
FACULTAD DE ING.

DPTO. DE DISEÑO

DISEÑO INDUSTRIAL

PDG II

NOVENO SEMESTRE



ISOMETRIA



VISTA LATERAL

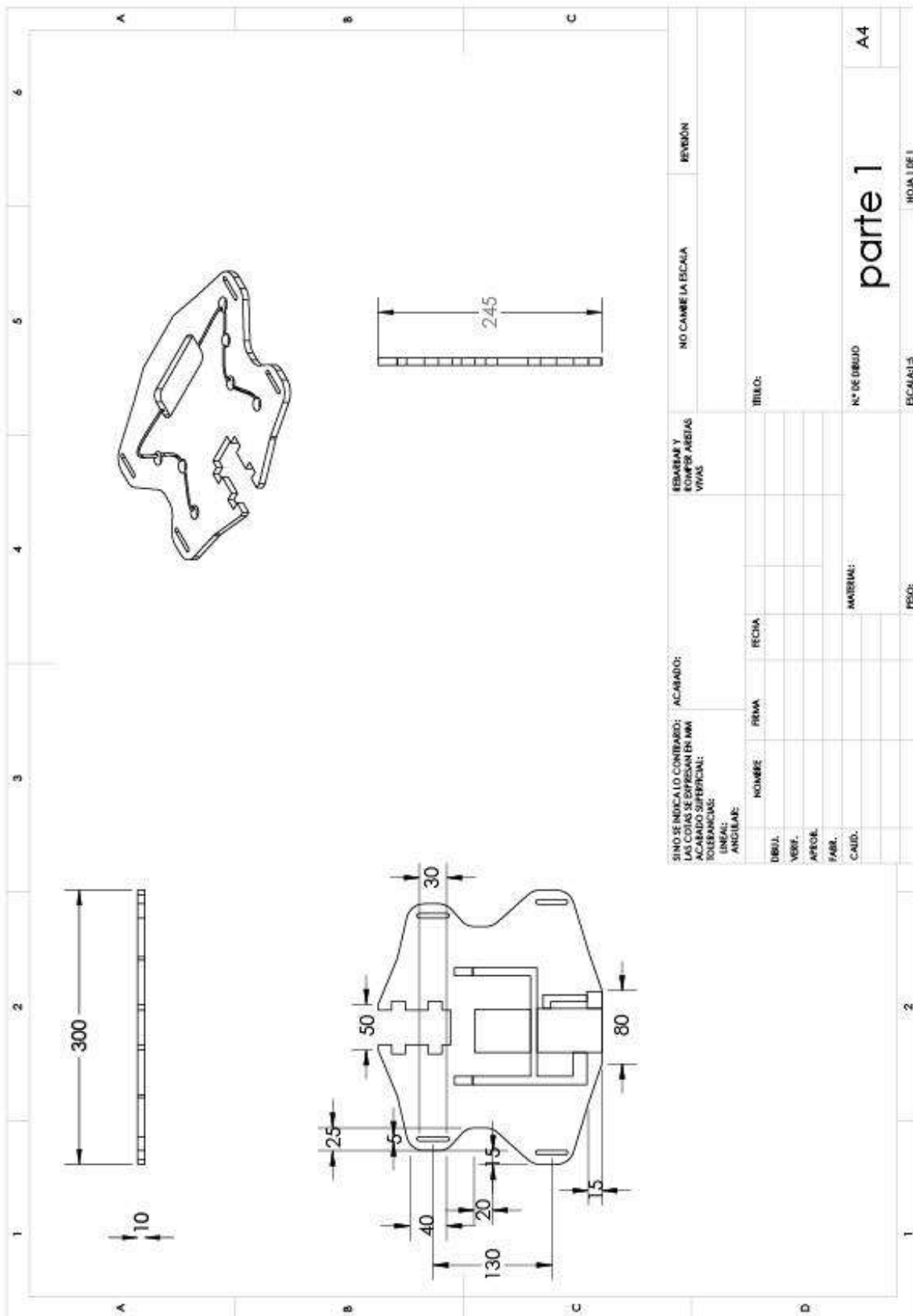
VISTA FRONTAL

UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie calido
FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
DISEÑO INDUSTRIAL	Estructura planta
PDG II	Calibre: 1 mm
NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:3 Med:mm

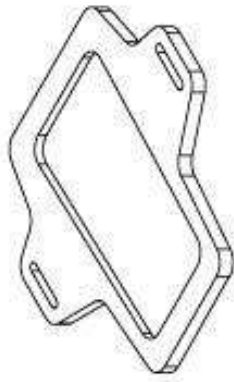
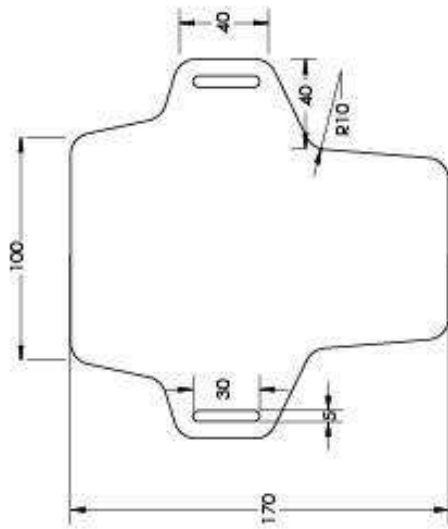
Prefark

ACABADO: Liso
 MATERIAL: Acetato
 CANTIDAD: 1

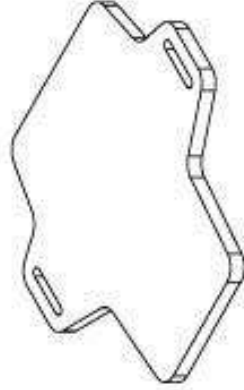
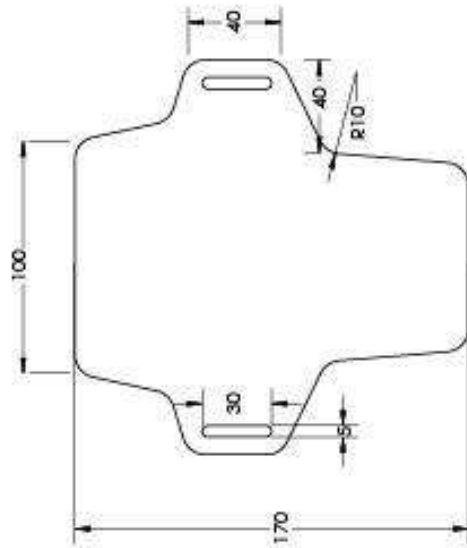
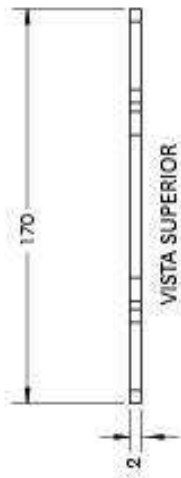
HOJA 1 DE 1




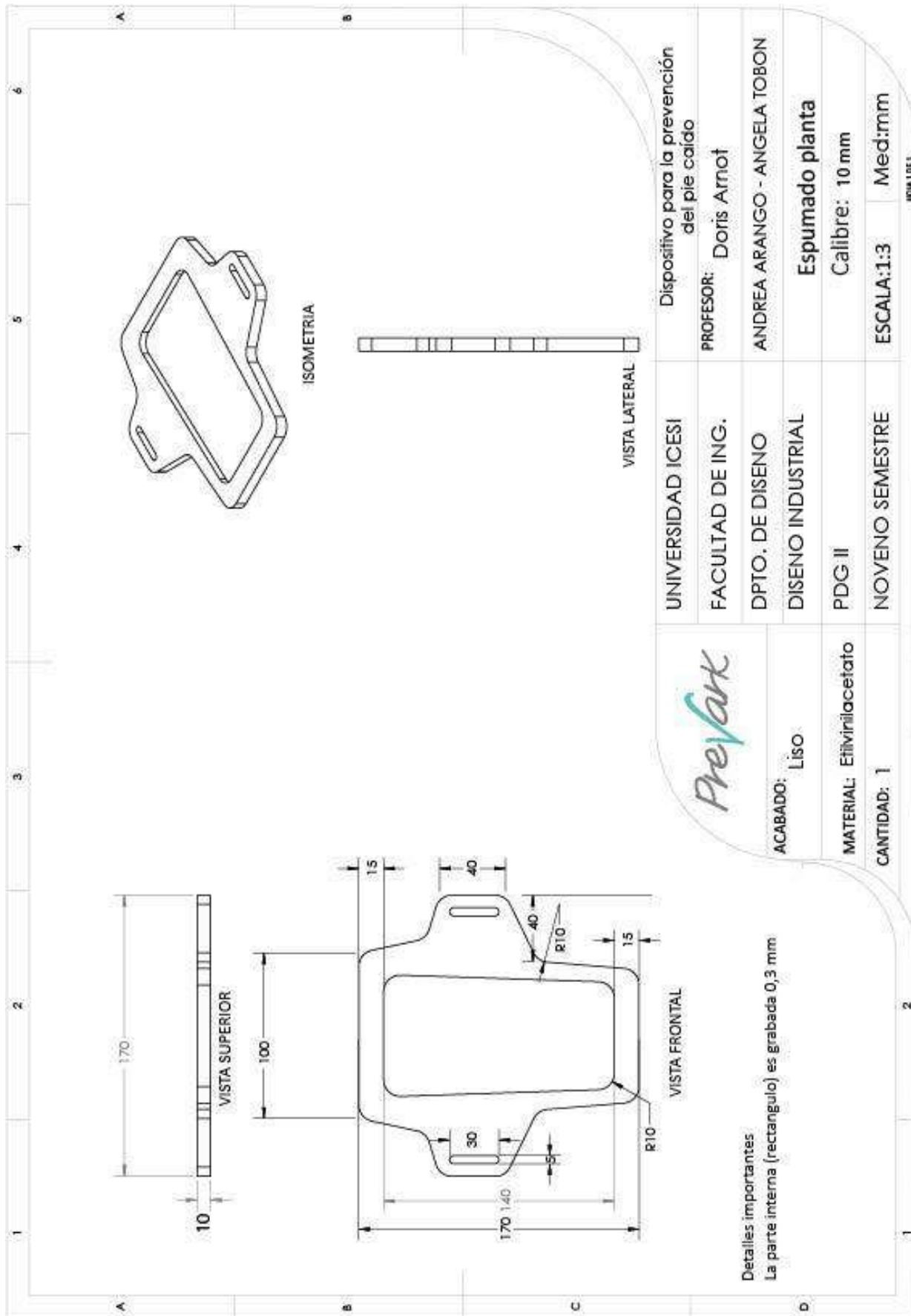
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		ACABADO:		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISION	
TOLERANCIAS:		ANGULARES:		ESBIBIM Y EQUIP. ABETAS VITAS			
LINEAL:		ANGULAR:		TITULO:			
DIBUJ.	HOMBRE	FECHA	FECHA	Nº DE DIBUJO	ESCALAS	HOJA 1 DE 1	A4
VERIF.							
APROB.							
FABR.							
CAUD.							
MATERIAL:				parte 1			
FECH:							



	UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
	FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
ACABADO: Liso MATERIAL: Etilvinilacetato CANTIDAD: 1	DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
	DISEÑO INDUSTRIAL	Espumado 2 planta
NOVENO SEMESTRE	PDG II	Calibre: 4 mm
ESCALA: 1:3	NOVENO SEMESTRE	Med: mm
<small>MDA10E1</small>		



	UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
	FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
ACABADO: Liso	DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
MATERIAL: Etilvinilacetato	DISEÑO INDUSTRIAL	Espumado 3 planta
CANTIDAD: 1	PDG II	Calibre: 2 mm
	NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:3 Med:mm
		HOJA 1 DE 1

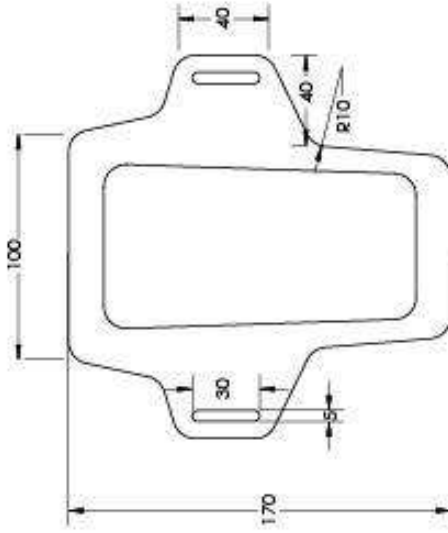


Detalles importantes
 La parte interna (rectángulo) es grabada 0,3 mm

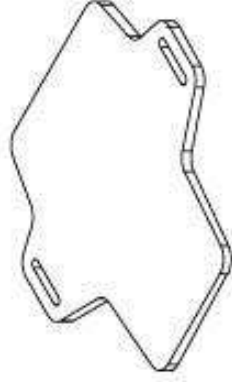
	UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
	FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
	DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
	DISEÑO INDUSTRIAL	Espumado planta
ACABADO: Liso	PDG II	Calibre: 10 mm
MATERIAL: Etilvinilacetato	NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:3 Med:mm
CANTIDAD: 1		NOVA.1.0E1



VISTA SUPERIOR



VISTA FRONTAL



ISOMETRIA



VISTA LATERAL

Detalles importantes
Parte interna va troquelada

Prevark

ACABADO: Liso
MATERIAL: Acetato
CANTIDAD: 1

UNIVERSIDAD ICESI Dispositivo para la prevención del pie calido

FACULTAD DE ING. PROFESOR: Doris Arnot

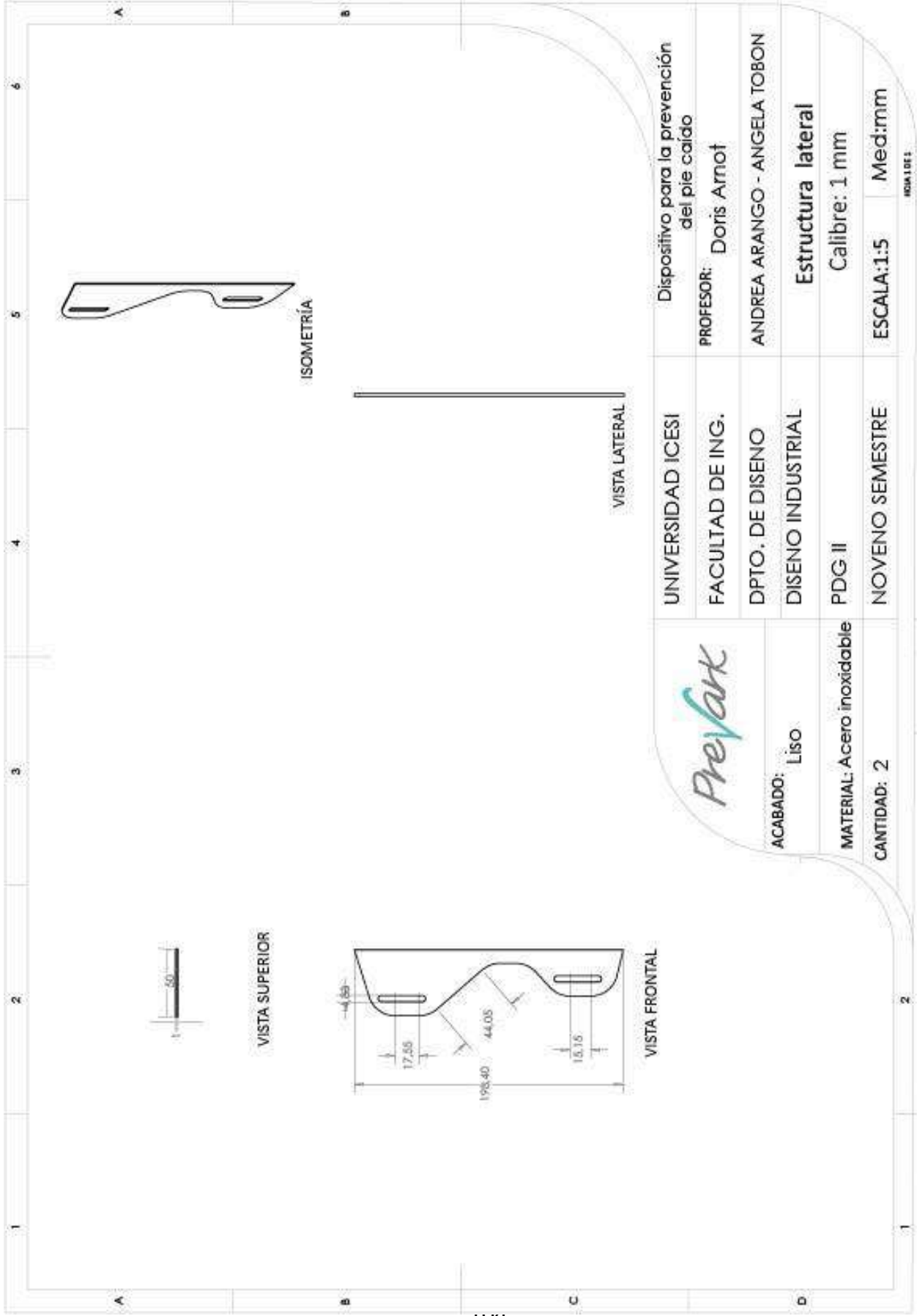
DPTO. DE DISENO ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON

DISENO INDUSTRIAL Estructura planta

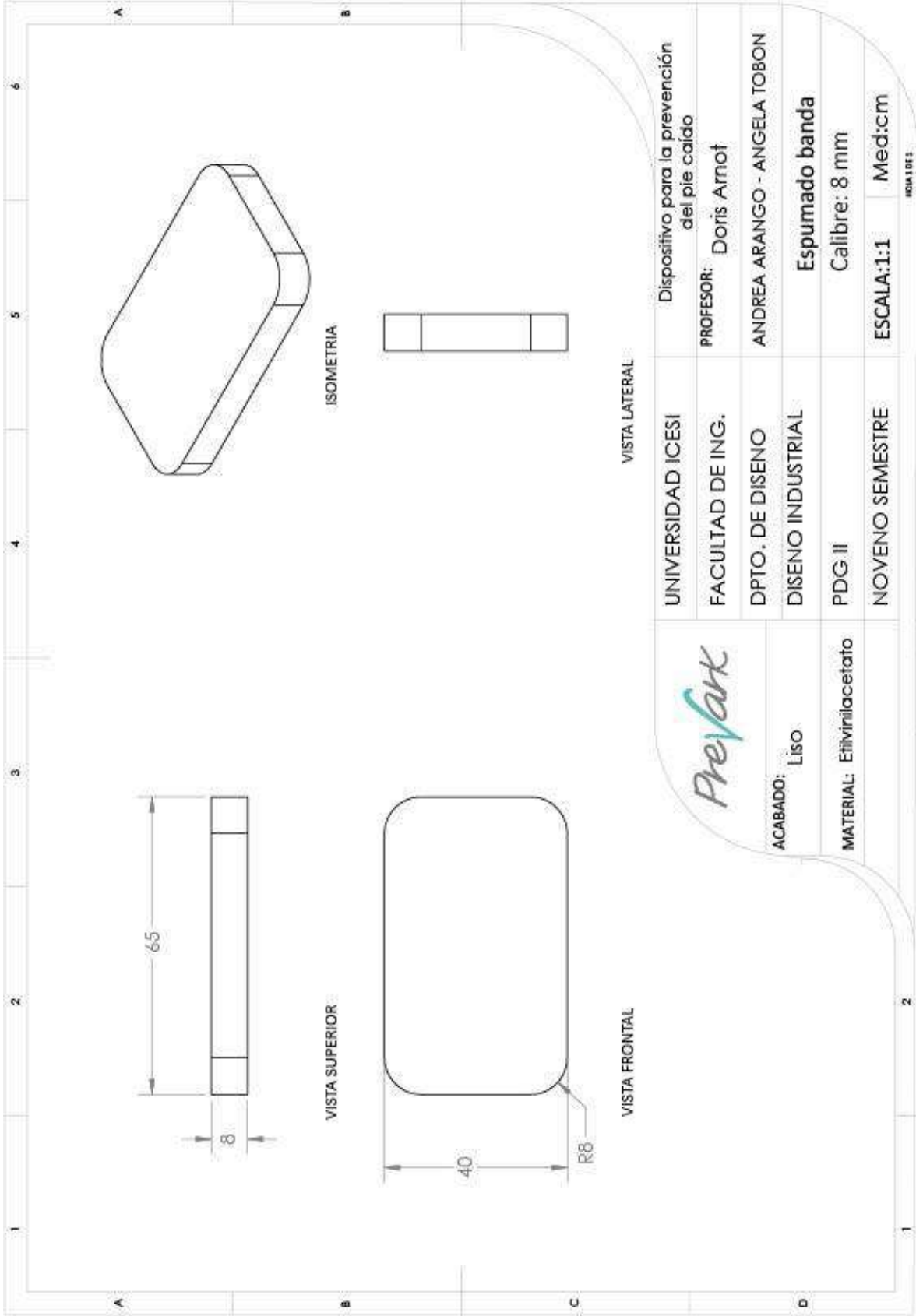
PDG II Calibre: 4 mm

NOVENO SEMESTRE ESCALA:1:3 Med:mm

HOJA 1 DE 1



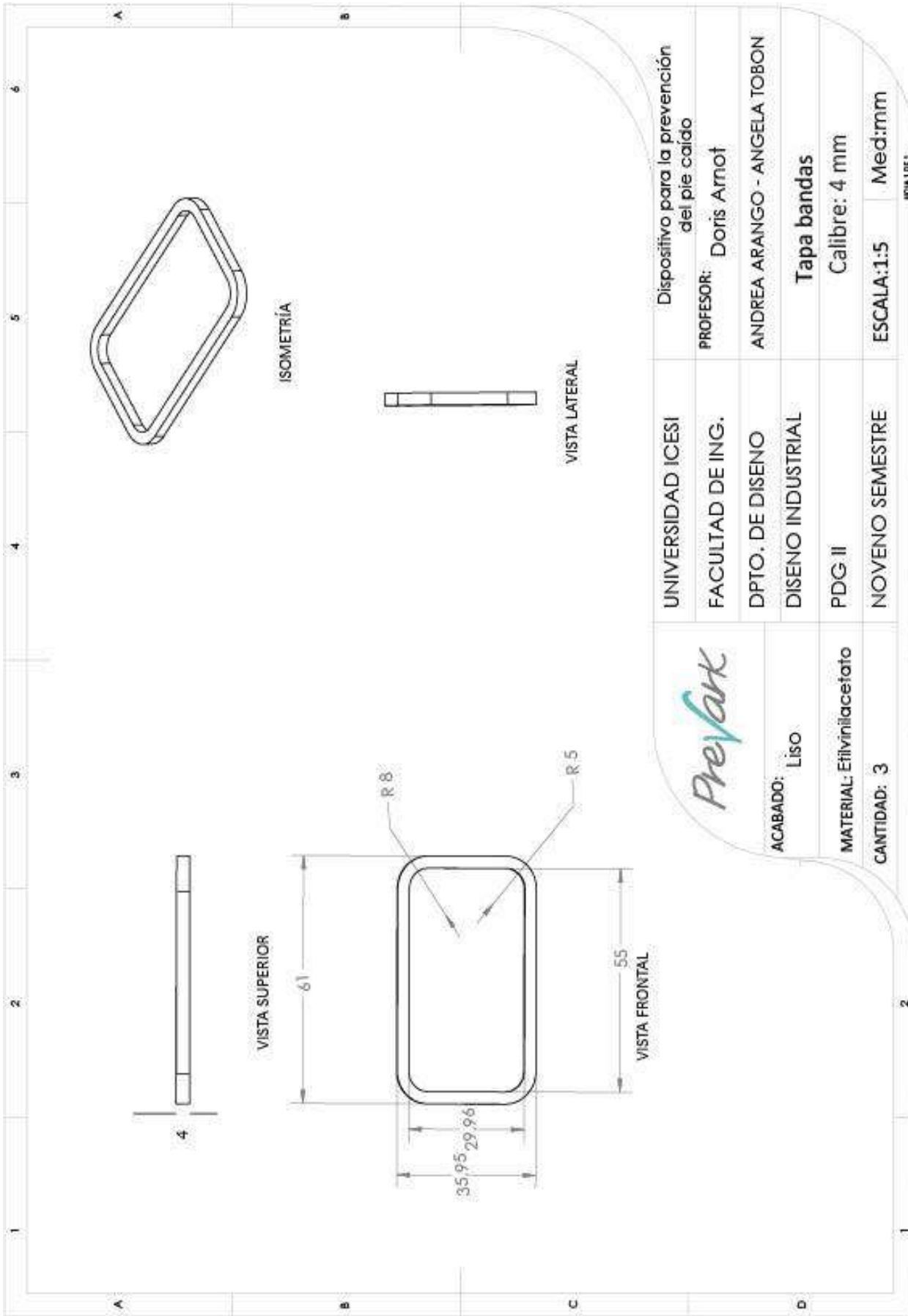
	UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
	FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
ACABADO: Liso	DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
MATERIAL: Acero inoxidable	DISEÑO INDUSTRIAL	Estructura lateral
CANTIDAD: 2	PDG II	Calibre: 1 mm
	NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:5 Med:mm
		INDIA 1 DE 1



VISTA LATERAL

	UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
	FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
ACABADO: Liso	DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
MATERIAL: Etivinilacetato	DISEÑO INDUSTRIAL	Espumado banda
	PDG II	Calibre: 8 mm
	NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:1 Med:cm

HOJA 1 DE 1

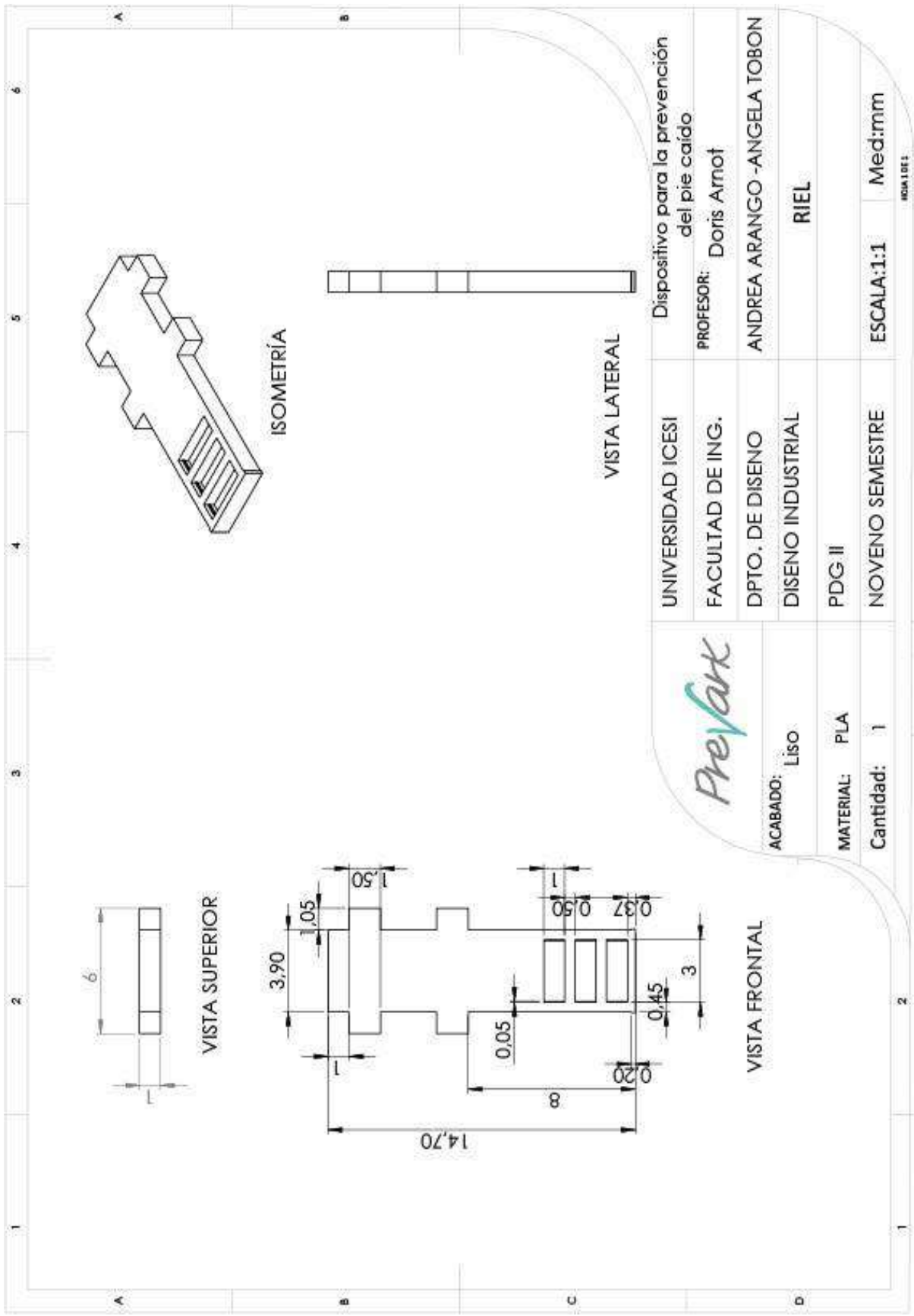


UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO - ANGELA TOBON
DISEÑO INDUSTRIAL	Tapa bandas
PDG II	Calibre: 4 mm
NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:5 Med:mm

Pre fark

ACABADO: Liso
 MATERIAL: Etilvinilacetato
 CANTIDAD: 3

MDA10E1

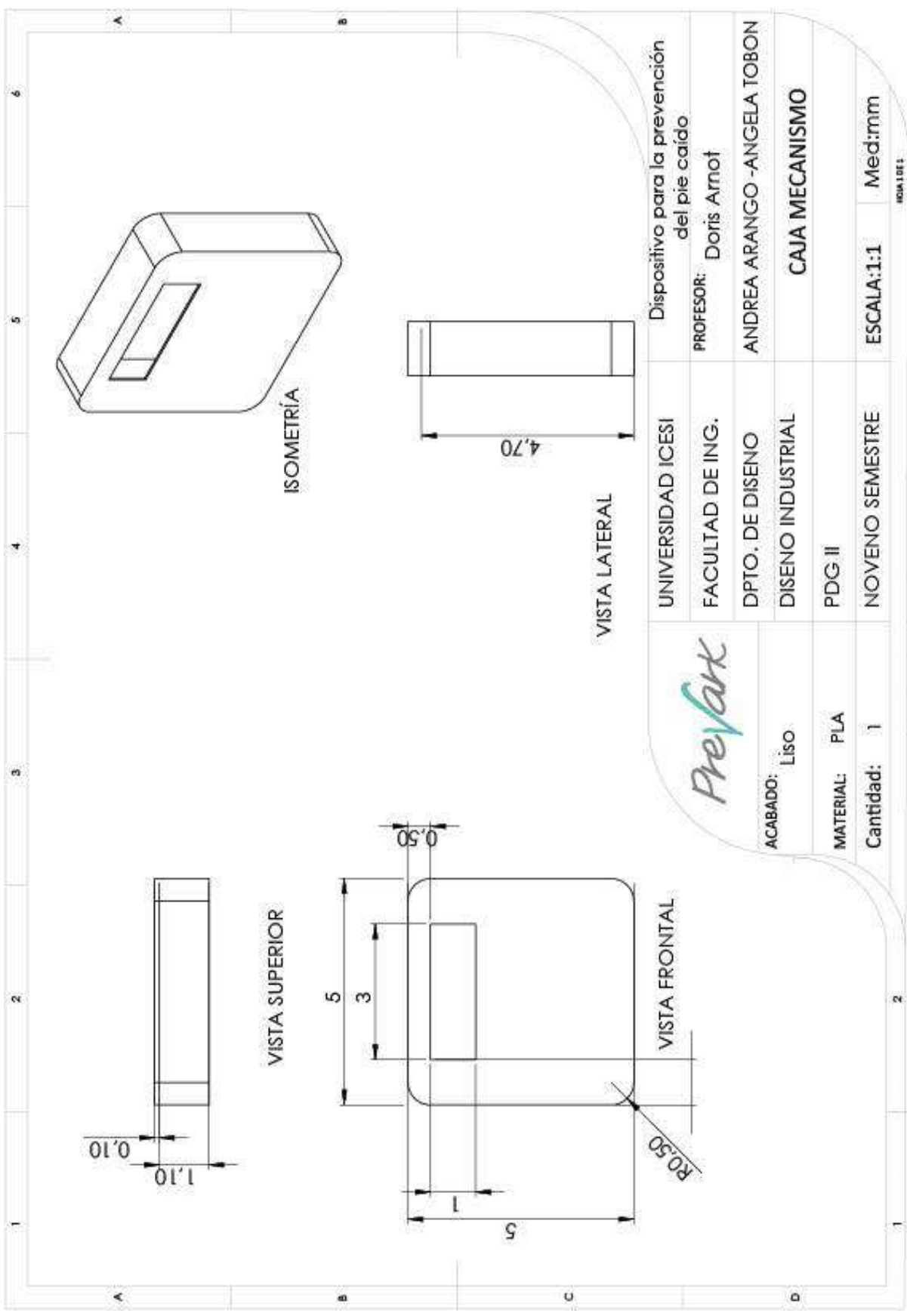


UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO -ANGELA TOBON
DISEÑO INDUSTRIAL	RIEL
PDG II	
NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:1 Med:mm

PrePark

ACABADO:	Liso
MATERIAL:	PLA
Cantidad:	1

MDA1 DE 1



UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO -ANGELA TOBON
DISEÑO INDUSTRIAL	CAJA MECANISMO
PDG II	
NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:1 Med:mm

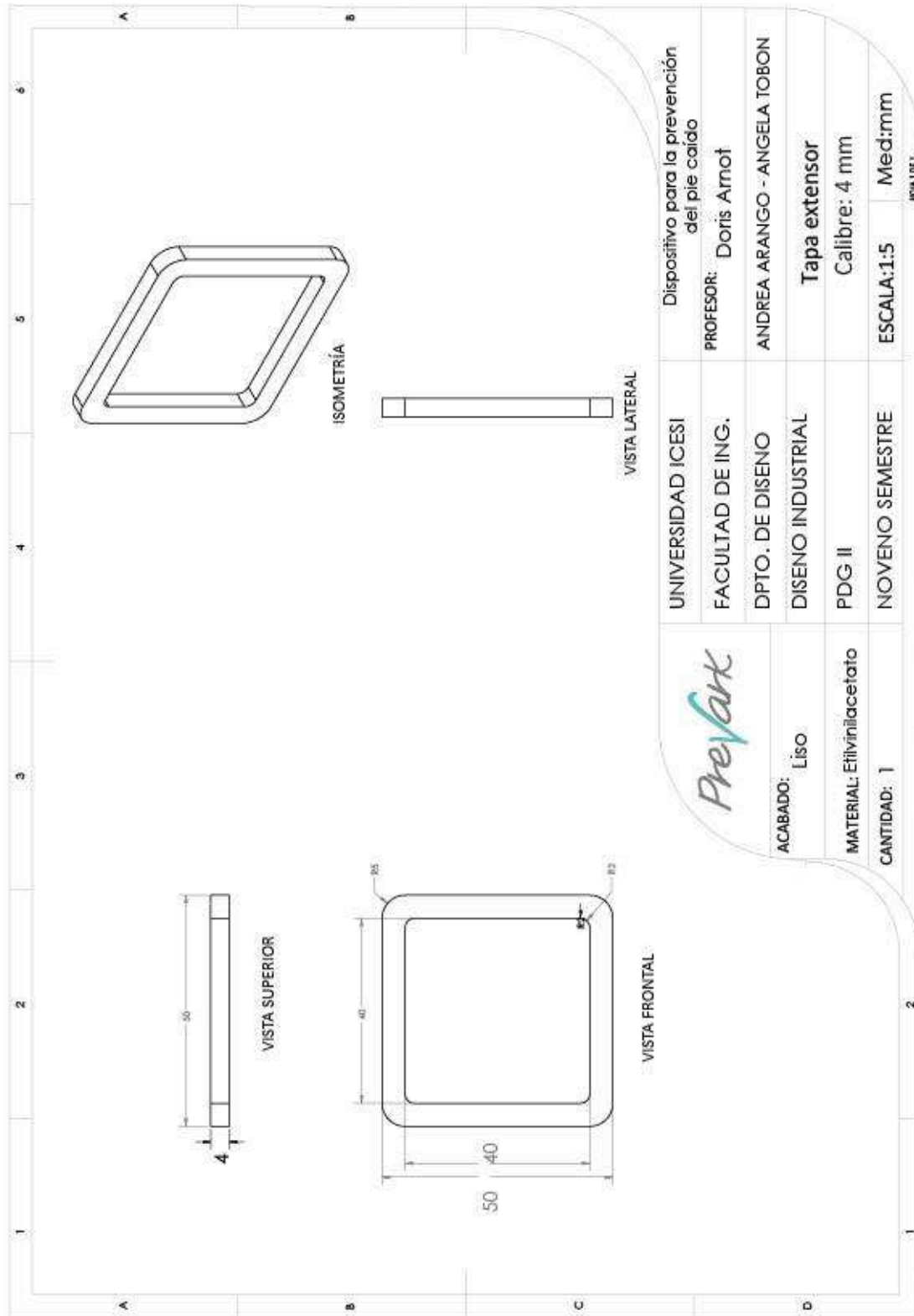
PreFabrik

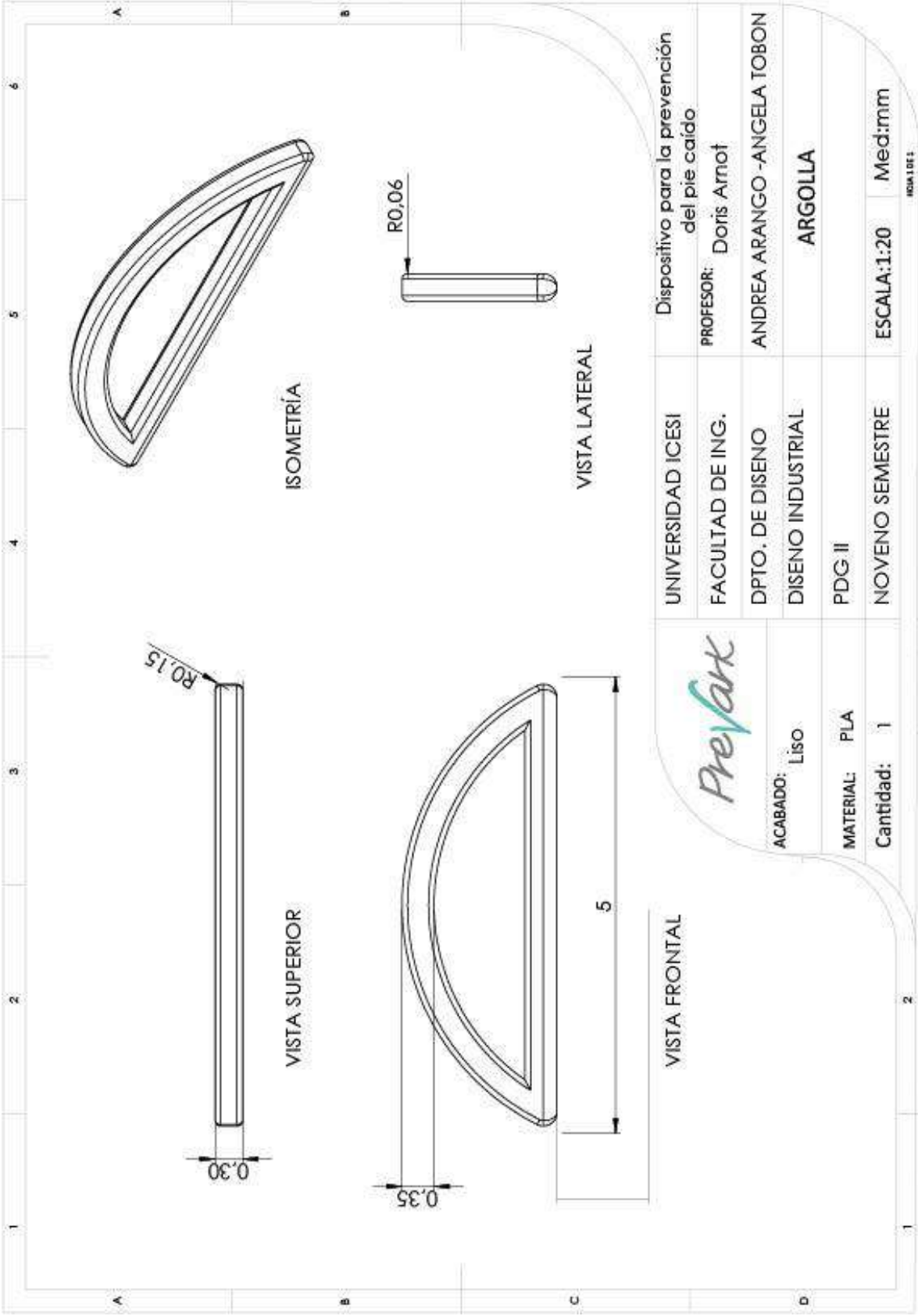
ACABADO: Liso

MATERIAL: PLA

Cantidad: 1

MDA 1 DE 1



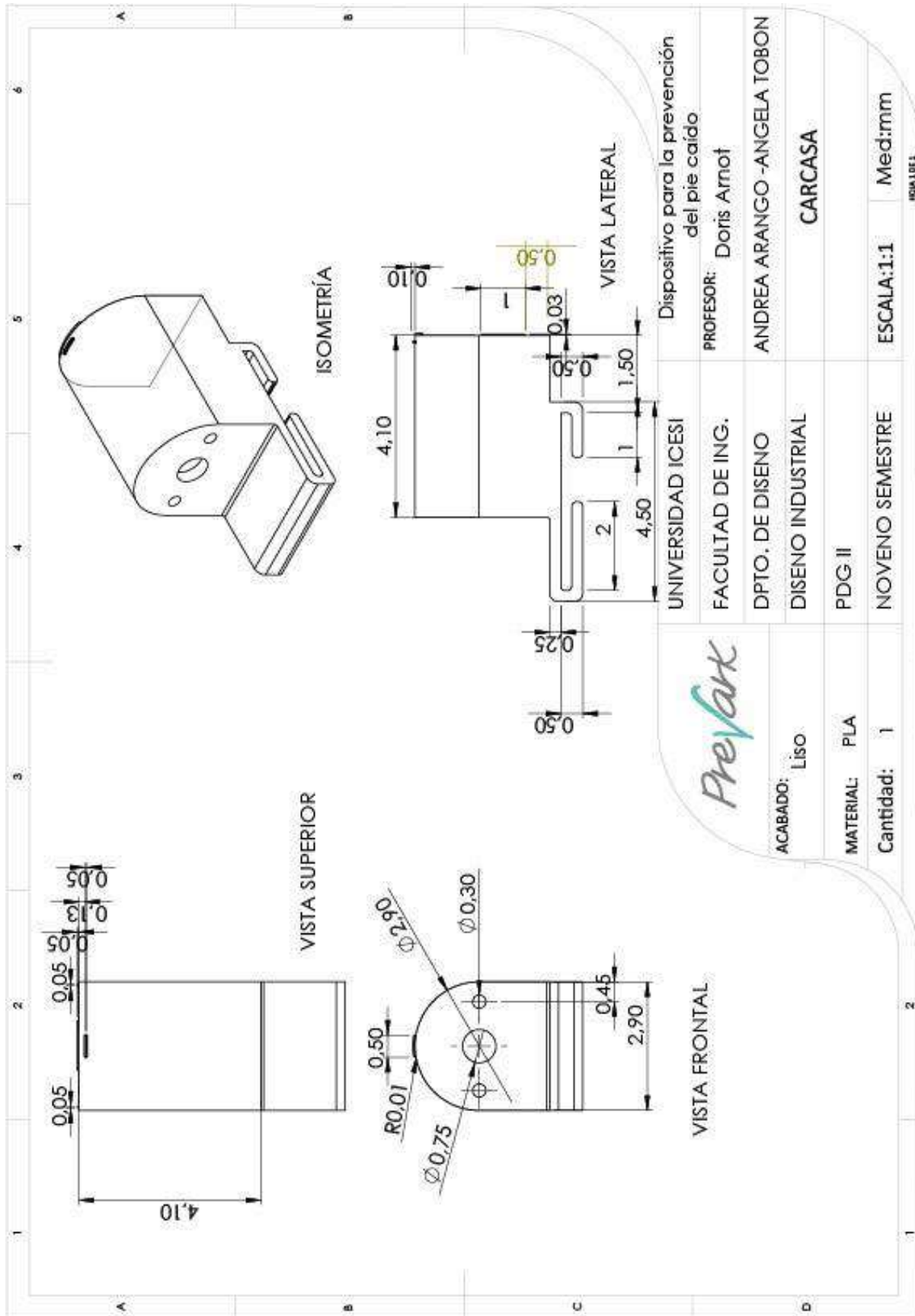


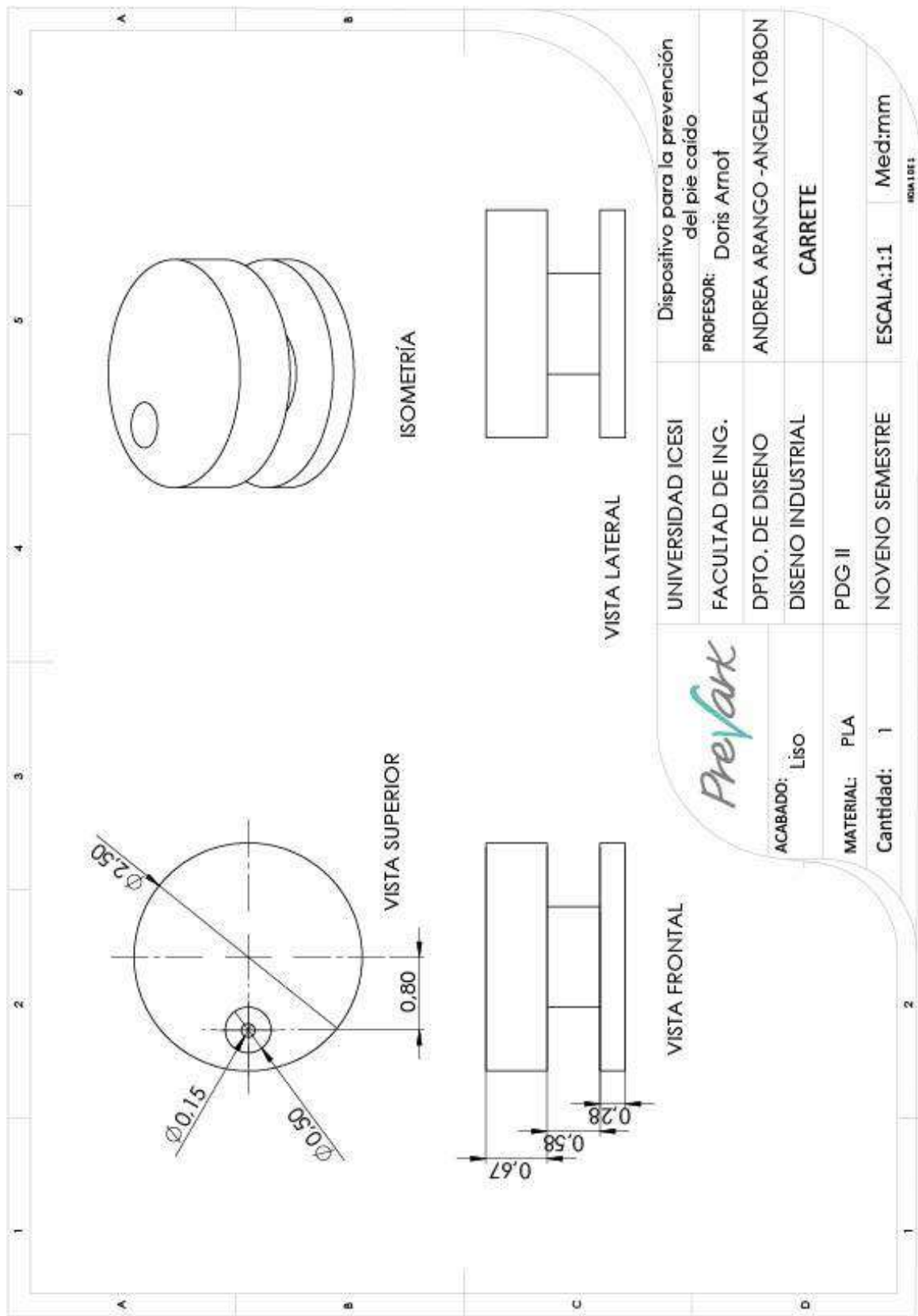
UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO -ANGELA TOBON
DISEÑO INDUSTRIAL	ARGOLLA
PDG II	
NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:20 Med:mm

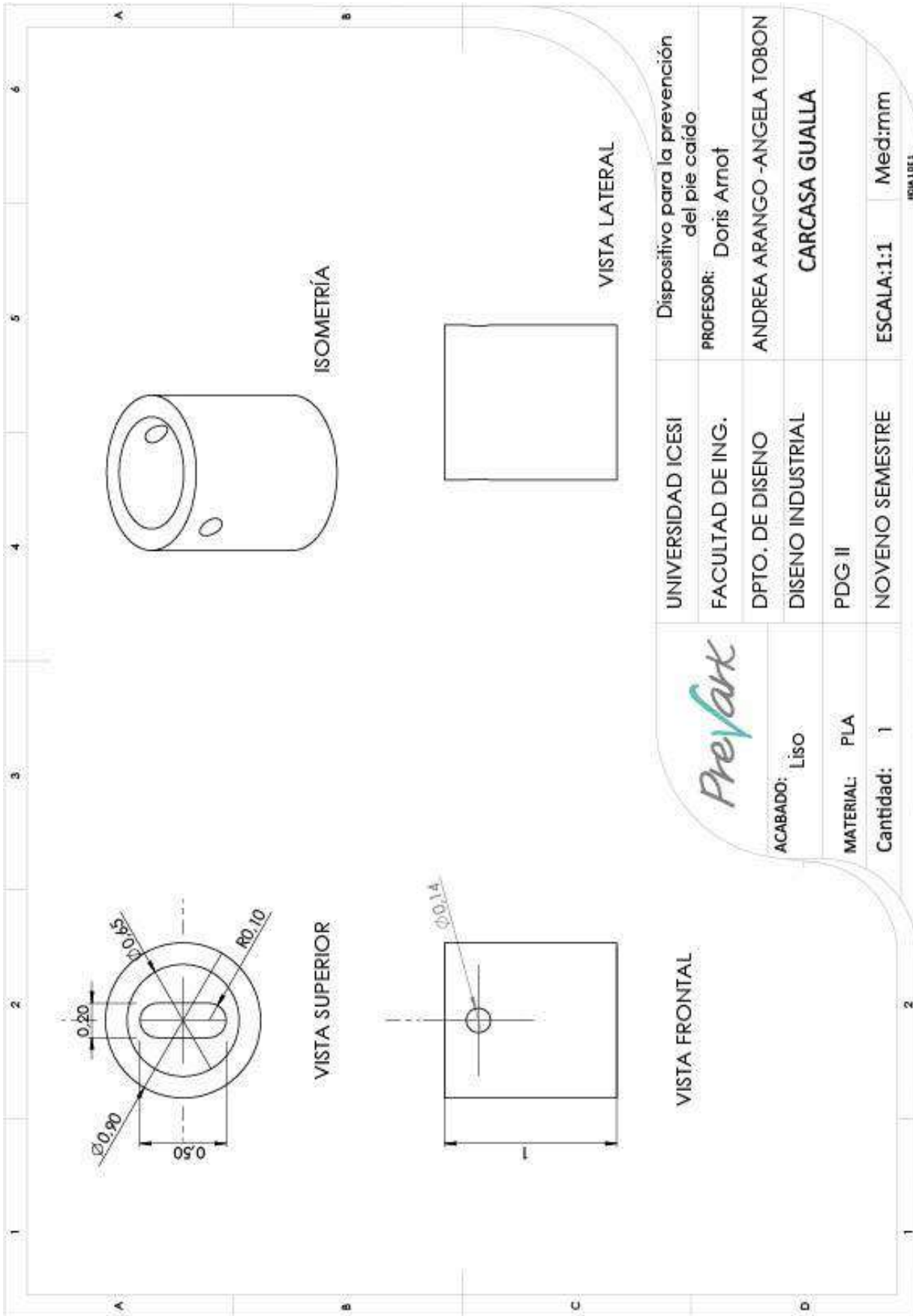
PreFabx

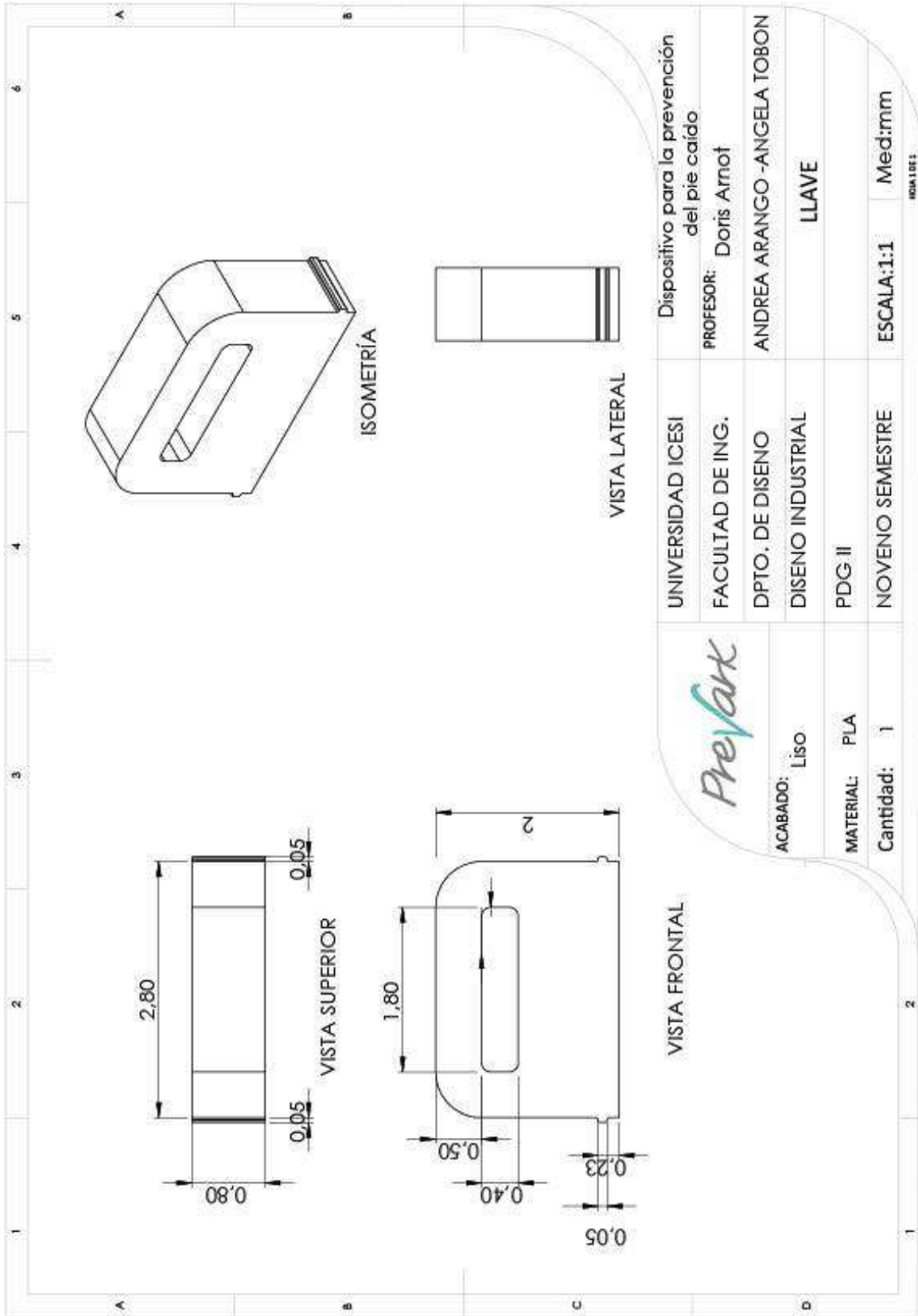
ACABADO: Liso
MATERIAL: PLA
Cantidad: 1

INDIA 1 DE 1









UNIVERSIDAD ICESI	Dispositivo para la prevención del pie caído
FACULTAD DE ING.	PROFESOR: Doris Arnot
DPTO. DE DISEÑO	ANDREA ARANGO -ANGELA TOBON
DISEÑO INDUSTRIAL	LLAVE
PDG-II	
NOVENO SEMESTRE	ESCALA:1:1
	Med:mm

PreFabk

ACABADO:	Liso
MATERIAL:	PLA
Cantidad:	1

MDA1 DE 1

