



Universidad Autónoma de Nuevo León

Facultad De Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Laboratorio de prótesis

Practica 1

Artículos científicos de prótesis de Piernas

Equipo#2 Gpo 319

1411600	Felipe de Jesús Mireles Flores
1799381	Aldo Fabian López Leal

Guadalupe N.L. a 01 de octubre de 2022

Nombre del Artículo: Diseño y Prototipado Rápido de una Prótesis de Pierna y Pie para personas con capacidades especiales



Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
El presente proyecto de titulación comprende el diseño de una prótesis de pierna y pie,	<ul style="list-style-type: none">• Fibra de Carbono• Policarbonato• Duralón• Acero Inoxidable	AUTODESK INVENTOR CES EDUPACK	http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15640 URI: https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/15640/1/CD-7074.pdf APA: Andrade Holguín, P. A. (2016). Diseño y prototipado rápido de una prótesis de pierna y pie para personas con capacidades especiales (Bachelor's thesis, Quito, 2016).

El presente proyecto de titulación comprende el diseño de una prótesis de pierna y pie, así como también la adecuada selección de materiales disponibles en el mercado nacional, que permiten que este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones, así como también para posibles patentes en base a las técnicas y versatilidades del diseño propuesto.

Brinda una solución plausible a la demanda de prótesis de miembros inferiores (pierna y pie) para personas con capacidades especiales, siendo un inicio al desarrollo tecnológico en el área de la Bio-Mecánica, capaz de satisfacer estándares de aplicación, así como también de calidad y adaptabilidad.

Una vez realizado el análisis teórico se desarrolla un modelo tridimensional en base a la solución más aceptable encontrada; este modelo posteriormente pasa a una etapa de prototipado rápido utilizando una impresora 3D. Finalmente se analizan y evalúan los resultados del proceso de prototipado rápido.

Diseño que se utilizó en este artículo: En el presente trabajo de investigación se procede al prototipado e impresión 3D de una prótesis transtibial, para este efecto se emplearán programas que faciliten el modelado y la selección de los materiales adecuados para su impresión. Utilizando el software Autodesk Inventor un modelador paramétrico permite modelar la geometría, dimensión y material de manera que, si se alteran las dimensiones, la geometría actualiza automáticamente basándose en las nuevas dimensiones, esto permite que el diseñador almacene sus conocimientos de cálculo dentro del modelo. Inventor también tiene herramientas para la creación de piezas metálicas.

Materiales Compuestos: Entre otros, el cobre, el aluminio, el hierro y sus aleaciones, han y permiten al hombre construir herramientas, equipos y máquinas altamente sofisticadas. Sin embargo, para la construcción de piezas y elementos de máquinas se requiere que los

materiales posean características entre otras como baja densidad, alta resistencia mecánica, alto rendimiento a altas temperaturas, por lo que los materiales mencionados se encuentran restringidos para ser utilizados.

En todo material compuesto se distinguen dos componentes: La matriz que constituye la fase continua y actúa como ligante, y el refuerzo que es elemento resistente y se encuentra en fase discontinua.

Por el tipo de matriz que los une, los materiales compuestos se clasifican en:

- Matriz metálica o MMC (Metal Matrix Composites)
- Matriz cerámica o CMC (Ceramic Matrix Composite)
- Matriz de carbón
- Matriz orgánica o RP (Reinforced Plastics)

Los materiales compuestos reforzados con fibras tienen varios tipos de tejidos y estos se pueden clasificar de la siguiente manera, como se muestra en la figura:

- Tafetán (A)
- Esterilla (B)
- Semiesterilla (C)
- Sarga (D)
- Raso (E)
- Satén de espiguilla (F)

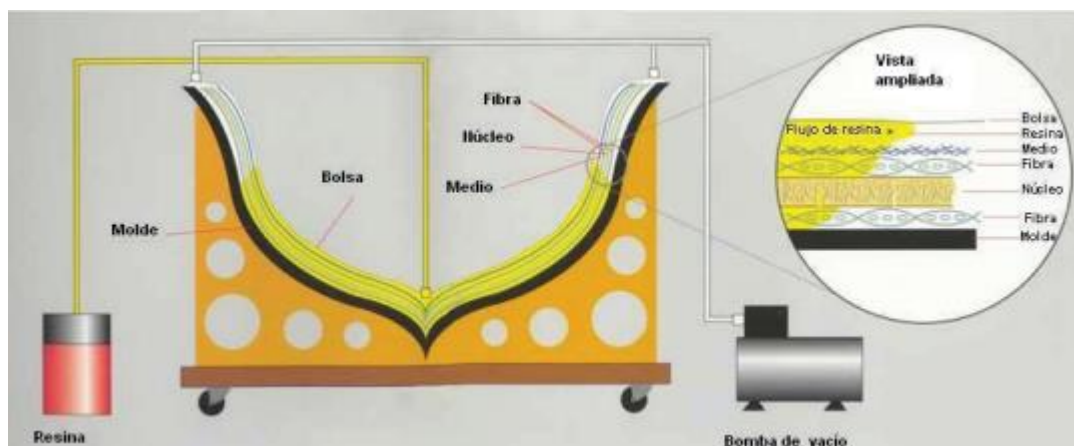
Fibra de Carbono: “La fibra de carbono es una fibra sintética constituida por finos filamentos de 5–10 μm de diámetro y compuesto principalmente por carbono. Cada filamento de 35 carbono es la unión de muchos miles de fibras de carbono. Se trata de una fibra sintética porque se fabrica a partir del poliacrilonitrilo”

Para empezar la construcción se cuenta con dos materiales, uno para hacer la pieza, y uno que sirve de apoyo, entran en el cabezal de extrusión. Se aplica calor para ablandar el plástico, alternando entre material de la pieza y el material de apoyo, el sistema deposita el material en capas finas. Cuando la pieza está completa termina el proceso de fabricación.

Moldeo Por Transferencia De Resina

En el moldeo de partes compuestas, el Moldeo por Transferencia de Resina (MTR), se refiere a un proceso en molde cerrado en el cual se coloca una estera (compuesto para moldear) preformada en la parte inferior del molde, el molde se cierra, y la resina termofija (por ejemplo, resina de poliéster) se transfiere dentro de la cavidad a presión moderada para impregnar el preformado.

En la figura 16 se muestra un proceso de MTR específico llamado Proceso de Moldeo Seemann de Composites por Infusión de Resina



Especificaciones Técnicas

Tabla 0-2 Especificaciones Técnicas de la Prótesis de Pierna y Pie

Especificaciones de la Prótesis de Pierna y Pie			
Concepto	Propone	R/D	Descripción
Según sus funciones	M+R-di	R	Soportar el peso de una persona de peso promedio 120 - 130 Kg.
	M+R-di	R	Permitir realizar todas las actividades deseadas, por ello el pie debe soportar impactos y debe contener un sistema de amortiguación.
	M+R-di	R	Debe ser de fácil montaje, no debe tener muchas piezas.
	M+R-di	R	La unión del acople de la prótesis con el muñón debe ser simple y segura.
	M+R-di	R	No debe lastimar la prótesis el muñón del usuario, utilizar

			materiales que cuiden al usuario y amortigüen impactos
Dimensión	R-di	R	El tamaño de la prótesis dependerá del usuario, se realizará a la medida.
Fuerzas	R-di	D	Peso máximo del usuario 250 Kg.
Materiales	M+R-di	R	Materiales ligeros y que absorban impactos.

Propone:	M: Médico	R-di: Re-diseño
R/D	R: requerimiento	D: Deseo

Con el programa CES Edupack se realiza la selección del material, figura 21. Ingresando propiedades mecánicas requeridas, el software proporciona al usuario un sin número de alternativas, de las cuales por medio de criterio ingenieril se han escogido para el correspondiente análisis de esfuerzos.

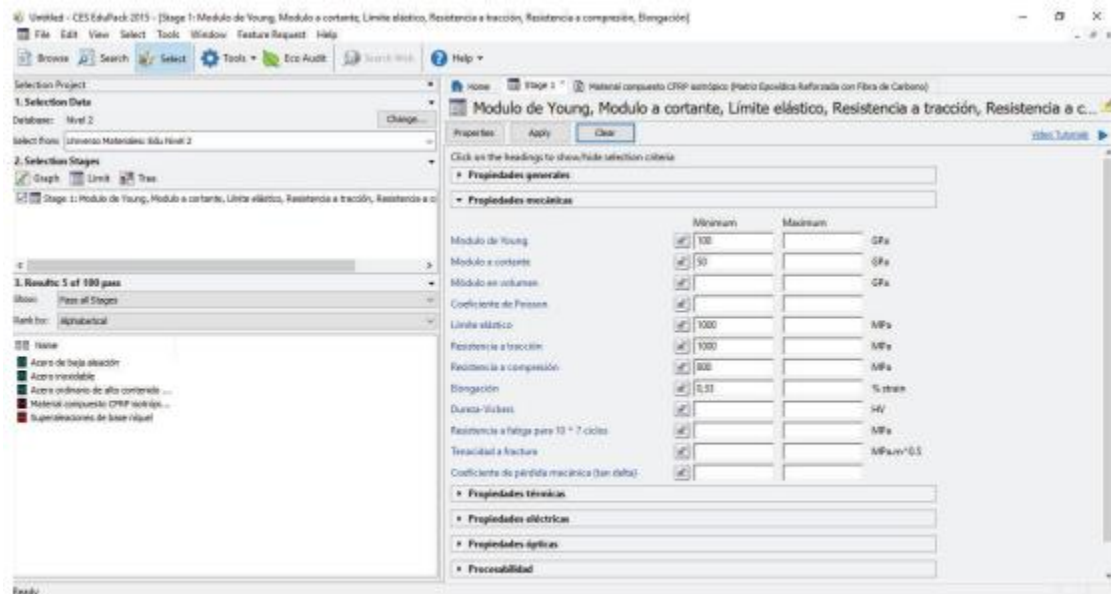


Figura 21 CES Edupack selección de materiales

Prototipado Rápido

Para la realización del prototipado rápido, se investigó máquinas de impresión en 3D disponibles en el país. Sin embargo, no se encontró impresoras capaces de imprimir en los materiales que el presente proyecto requería, ni tampoco con la capacidad (dimensiones de impresión), que permitan imprimir la prótesis en tamaño real.

Para la impresión, primero se redujeron las dimensiones de todas las piezas en un 20%, debido a la impresora más grande disponible con capacidad de producir piezas de un tamaño de hasta 20x20x20 cm.

Estas piezas reducidas en tamaño, en el mismo Software Autodesk Inventor, fueron exportadas de formato a .stl el cual es necesario para que la impresora 3D lea y procese la información.

Estas piezas en formato. stl fueron inspeccionadas en el Software MeshMixer, el cual contiene ya las dimensiones de la impresora y se comprobó que la escala seleccionada es la adecuada.

Tabla de Artículo: Desarrollo de un Prototipo de Prótesis de Pierna derecha con un Sistema de medición de signos vitales en un dispositivo smartphone



Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Prótesis Pierna Pie	<ul style="list-style-type: none"> Fibra de Carbono Policarbonato Duralón Acero Inoxidable 	AUTODESK INVENTOR CES EDUPACK	URI: https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2138 APA: Sánchez De La Cueva, A. E. (2019). DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE PRÓTESIS DE PIERNA DERECHA CON UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE SIGNOS VITALES EN UN DISPOSITIVO SMARTPHONE (Bachelor's thesis, Quito).

El propósito principal de este proyecto es la elaboración de un dispositivo de monitoreo de signos vitales en una persona con discapacidad física, específicamente una persona con una prótesis de miembro inferior derecho, la idea principal es que este paciente pueda monitorear su ritmo cardiaco, temperatura corporal, presión arterial y saturación de oxígeno en la sangre. En el desarrollo de este dispositivo se incorporó en una prótesis de miembro inferior derecho, sensores capaces de medir el ritmo cardiaco en la arteria femoral, así como la saturación en la sangre, además un sensor de temperatura, estos sensores están conectados directamente a un microcontrolador ESP32, el cual recibe estas señales y las muestra por una pantalla OLED incorporada, estos valores también son enviados mediante comunicación Bluetooth a un teléfono inteligente en el cual se encuentra instalada una aplicación creada para mostrar los signos vitales al usuario.

Nombre del Artículo: DISEÑO DE UN PROTOCOLO PARA EL ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

FUNCIONALES EN LA FABRICACIÓN DE PRÓTESIS DE PIERNA BK (BELOW THE KNEE).

Tutor
MSc. Pedro Antonio Aya Parra



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
PROGRAMA DE INGENIERÍA BIOMÉDICA
BOGOTÁ D.C
2020

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Prótesis Pierna Pie Above knee	<ul style="list-style-type: none">• Fibra de Carbono• Policarbonato• Acero Inoxidable	AUTODESK INVENTOR CES EDUPACK	URI: https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/24409 APA: Villavicencio Barbera, M. F. (2020). <i>Diseño de un protocolo para el análisis de requerimientos funcionales en la fabricación de prótesis de pierna BK (BELOW THE KNEE)</i> (Doctoral dissertation, Universidad del Rosario).

Prosthetics Laboratories Inc. es una empresa fundada en 1982 por el señor Pedro L. Llanes. Esta ortopedia se basa en el estudio completo e interacción con el paciente hasta la confección de prótesis. En esta se diseñan piernas artificiales, aparatos ortopédicos, incluye la evaluación, diseño, recomendación, confección y entrega de cualquier tipo de aparatos ortopédicos y prostéticos. La ortopedia trabaja también con pacientes diabéticos proveyendo zapatos ortopédicos para proteger la planta de los pies, aparatos para proteger la espalda de dolor o fracturas en las extremidades, plantillas y soportes para pies, entre otros servicios. Esta empresa consta de tres secciones diferentes, recepción y facturación, clínica y el área técnica. Esta última es donde actualmente estoy desempeñando mi práctica profesional. Esta área se encarga de la confección de aparatos ortopédicos y piernas artificiales. La actividad principal que estoy ejerciendo va desde la evaluación inicial del paciente, diseño del aparato ortopédico, entrega y evaluación final. Los dispositivos creados son plantillas y soportes de pie, órtesis de rodilla-tobillo-pie o de tobillo-pie y finalmente prótesis de pierna transfemoral (encima de la rodilla) y transtibial (debajo de la rodilla). Todo esto se realiza en un taller donde se cuentan con todas las herramientas desde ajustes al molde positivo hasta fabricación final del aparato.

En este proyecto se realizará un protocolo de fabricación de prótesis de pierna BK (debajo de la rodilla por sus siglas en inglés) con el fin de disminuir el tiempo de entrega de estas, evitando ajustes pos-fabricación o problemas que pueda llegar a tener el paciente con esta prótesis. Esto se logrará a partir de la evaluación de las dificultades que se presenten con mayor regularidad, presentando mejoras al protocolo implementado regularmente, hasta obtener un paso a paso de un nuevo proceso de fabricación.

Problema a solucionar Una amputación transtibial de pierna o BK (debajo de la rodilla) por sus siglas en inglés (Below the Knee) es una corte donde se remueve el pie, tobillo y una parte de la tibia y el peroné, dejando tejido suave como soporte estructural [1]. Las prótesis que sustituyen estos elementos faltantes del miembro inferior se conocen como prótesis de pierna BK. Al diseñar este tipo de prótesis desde cero, se presentan ciertos problemas de ajuste o incomodidad por parte del paciente cómo lo son mal acoplamiento del socket con el miembro restante, imposibilidad de caminar con la prótesis debido a la longitud de esta, entre otros. Esto lleva a realizar desde modificaciones pequeñas a la prótesis hasta la ejecución de un nuevo modelo. El proceso de fabricación de esta empresa es muy similar al mostrado en [2], donde se muestra una técnica implementada hace 55 años. Por esta razón, se decidió innovar el proceso aplicando mejoras que disminuyan tiempo y uso de material. Para evitar los inconvenientes mencionados anteriormente, en este proyecto se determinó un nuevo modelo de diseño para las prótesis de pierna BK para disminuir retardos, uso excesivo de material y asegurar la satisfacción del usuario. Inicialmente se evaluó el proceso de fabricación de las prótesis BK, los diferentes pasos, desde la toma del molde, hasta el laminado y pulido final de misma. Una vez terminado este proceso de evaluación, se inicia la prueba y entrega final de la prótesis de pierna. En consecuencia, se tiene en

cuenta el punto de vista del usuario con relación a los ajustes, incomodidades, inconformidades, entre otras quejas o descontento que pueda tener el paciente con respecto a su producto final. La prótesis debe ser debidamente probada y verificada con medias adecuadas, caminatas con pasos largos y cortos hasta alcanzar la satisfacción final del usuario y su validación de fabricación. Los diferentes ajustes que se realicen serán tomados como acciones a mejorar en el proceso de fabricación.

Al momento de la entrega de las prótesis en las que yo estuve presente a través de todo el proceso, se presentaron algunos problemas con las prótesis. Estos inconvenientes se categorizaron con el objetivo de identificar los ajustes más comunes que se deben realizar en las prótesis BK para evitar posibles quejas, reclamos o rechazo por parte de los pacientes. Estas categorías determinan si el tipo de modificación es sencilla de corregir, por ejemplo: el ángulo del pie, o si requiere una acción más física como disminuir la dimensión del socket. Para entender un poco mejor las categorías, se puede observar la figura 1 donde se muestran las partes de una prótesis BK. Dichos problemas y sus categorías se muestran a continuación:

- Modificación del ángulo del pie: hace referencia al ajuste necesario para colocar el pie de la prótesis en la posición adecuada. Esta debe hacer sentir bien al usuario ayudándolo a mantener el balance durante la marcha.
- Ajuste de la altura del tubo: esta longitud va a depender de la altura de la persona, la medida de longitud del resto del miembro, y de la medida desde la rodilla hasta el talón de la prótesis.
- Cambios en el socket: estos cambios pueden representar desde ajustes en la altura posterior o frontal del corte del socket, su suavidad en los bordes, hasta el ajuste con el miembro inferior.
- Rediseño de la prótesis BK: ocurre cuando los cambios necesarios en el socket van más allá de lo superficial y es necesario rediseñar y rehacer la prótesis completamente



Figura 1. Composición de una prótesis BK

Fases del proyecto

Tabla I
DIAGRAMA DE GANTT

[illegible]

Nombre del Artículo: PRÓTESIS BIÓNICAS, BIOLOGÍA Y TECNOLOGÍA

Isabel Sánchez Navarro*

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Prótesis biónica prótesis de Pierna	<ul style="list-style-type: none">• Fibra de Carbono• Policarbonato• Acero Inoxidable	Tamaño y masa baterías	URI: https://botplusweb.portalfarma.com/documentos/2018/5/9/122596.pdf . APA: Navarro, I. S. (2018). Prótesis biónicas, biología y tecnología. <i>Panorama Actual del Medicamento</i> , 42(411), 256-259.

RESUMEN En las últimas décadas se han registrado grandes avances en el ámbito de las prótesis. Esto ha permitido que cada vez se asemejen más a las extremidades que intentan reemplazar, y hoy podemos hablar de prótesis robóticas o biónicas. Actualmente la investigación en prótesis ofrece sistemas capaces de formar una conexión mente-máquina, gracias a implantes de electrodos en los nervios, que interpretan las señales eléctricas y las traducen en movimientos mecánicos. - Sánchez Navarro I. Prótesis biónicas, biología y tecnología. *Panorama Actual Med* 2018; 42(411): XXX-XXX

Se conoce como Ingeniería Biónica a la especializada en la producción de herramientas tecnológicas que simulen el funcionamiento o modelo de los seres vivos. Su objetivo es la combinación de sistemas electrónicos y biológicos, potenciando sus ventajas y características. Con el paso de los años la investigación ha experimentado una gran evolución, y actualmente, estas prótesis son capaces de recrear, por ejemplo, el sentido del tacto de zonas amputadas, función que era impensable hace unos años. La primera prótesis de miembro superior registrada data del año 2000 a. C. Fue encontrada en una momia egipcia. La prótesis estaba sujeta al antebrazo por medio de un soporte adaptado al mismo¹. Existen registros entre los años 950 al 710 AC de una prótesis de un dedo del pie encontrada en Cairo, Egipto² (se cree que pertenecía a una mujer de la nobleza egipcia). Posteriormente, con el manejo del hierro, en el año de 1400 se fabricó la mano de Alt-Ruppin¹. Constaba de un pulgar rígido en oposición y dedos flexibles, los cuales eran flexionados pasivamente: éstos se podían fijar mediante un mecanismo de trinquete. Además tenía la muñeca movable (Figura 1). En el siglo XIX se emplean el cuero, los polímeros naturales y la madera en la fabricación de prótesis, y en 1946 se crean sistemas de propulsión asistida, dando origen a las prótesis neumáticas y eléctrica

PRÓTESIS BIÓNICA DE RODILLA

H. Herr se centró en la combinación de microelectrónica y nanotecnología para desarrollar una rodilla artificial controlada por un microprocesador que funciona aprendiendo los pasos del usuario a medida que avanzan. Se encuentra disponible en el mercado como “Rheo Knee”. La rodilla Rheo Knee contiene sensores incorporados que pueden medir el grado de doblez de la rodilla, así como la cantidad de fuerza que el usuario aplica mientras camina. Posteriormente un chip de computadora analiza el caminar del usuario y adapta, en consecuencia y continuamente, el movimiento y la resistencia de la rodilla.

Bellmann M y cols.¹⁰ realizaron un análisis biomecánico comparativo de varias articulaciones de rodilla protésicas controladas por microprocesador. Evaluaron e identificaron las diferencias funcionales de 4 articulaciones: CLeg, Hybrid Knee (también llamada Energy Knee), Rheo Knee y Adaptive 2. Rheo Knee proporciona suficiente extensión terminal; sin embargo, las resistencias a la flexión de la fase de oscilación parecen ser demasiado bajas. Los valores del consumo de energía metabólica muestran sólo ligeras diferencias durante el nivel de marcha. Este consumo no varía significativamente entre las rodillas probadas. También, J.L. Johansson y cols.¹¹ estudian estas articulaciones, y observan que la fase de balanceo durante la marcha nivelado con Rheo Knee, era más fácil para el usuario que con C-Leg, especialmente para amputados con miembros residuales transfemorales cortos.



PRÓTESIS BIÓNICA DE PIERNA Para que un ser humano se desenvuelva con naturalidad, es necesario que su cuerpo interactúe de manera armónica con su entorno. Una forma de interactuar con el medio es el hecho de desplazarse sobre diferentes terrenos. El proyecto EU FP7, CYBERLEGS (The CYBERnetic LowEr-Limb CoGnitive Ortho-prosthesis)¹², tiene como objetivo global, científico y tecnológico, el desarrollo de un sistema cognitivo artificial para el reemplazo funcional de miembros inferiores transfemorales transvasculares, así como la asistencia en actividades cotidianas. CYBERLEGS es un sistema robótico constituido por una pierna artificial cognitiva activa para el reemplazo funcional de la extremidad amputada y una ortesis activa para poder ayudar a la extremidad sana contralateral. Permite al amputado caminar hacia adelante y hacia atrás, subir y bajar escaleras, moverse de un lugar a otro y pararse para sentarse con un mínimo esfuerzo cognitivo y energético.



Nombre del Artículo: Prótesis ortopédica para pierna

Nancyrley Bastidas Estudiante de quinto semestre de Ingeniería Industrial, graduada de la Institución Educativa Sagrada Familia de la ciudad de Palmira.

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Prótesis biónica	<ul style="list-style-type: none">• Metal	Estructura metálica	URI: https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/3146 APA: Bastidas, N., Bernal, L., Corrales, D., Ramírez, C., & Vivas, S. (2016). Prótesis ortopédica para pierna.

La prótesis es un mecanismo que se diseñó para cumplir una función en una estructura metálica. Su diseño permite que las personas con discapacidad en sus miembros inferiores (piernas), puedan desempeñar su actividad normal, como caminar, requiriendo el uso de las muletas para poder acostumbrarse, brindando un mejor estilo de vida. La prótesis es una herramienta humana de simple función, que permite a las personas realizar tareas cotidianas dando la oportunidad de usar los brazos con mayor libertad. El prototipo de la prótesis se construyó en una escala 1:1 con unas dimensiones de tubería $\frac{3}{4}$ ", de altura 40 cm (expandible 10 cm más), su estructura se hizo en platinas de hierro, tornillería de acero y se aplicó soldadura 6011 para dar mejor estabilidad y fijación al momento de su funcionamiento.

Nombre del Artículo: Diseño de socket para un muñón en materiales compuestos, mediante el análisis de elementos finitos utilizando el software ANSYS

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
prótesis de Pierna	<ul style="list-style-type: none"> resina epóxica reforzada con fibras de vidrio bidireccional 	software Inventor	URI: http://dspace.utalca.cl/handle/1950/11503 . APA: Aravena Gutiérrez, D. A., Pincheira Orellana, G., & Saavedra Redlich, K. (2017). <i>Diseño de socket para un muñón en materiales compuestos, mediante el análisis de elementos finitos utilizando el software ANSYS</i> (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería Mecánica).

Resumen: En el presente documento se diseñó el modelo estructural y posterior fabricación de un socket para un prototipo de prótesis transtibial deportiva en materiales compuestos, analizando sus propiedades en el software de elementos finitos ANSYS. Para el diseño se estimaron cargas y dimensiones de acuerdo con la investigación realizada en el área de biomecánica de una pierna y el área de prótesis existentes, ya que estas definen los movimientos y dimensiones más adecuadas para la creación del socket. En el proceso de diseño, se creó el modelo en el software Inventor, que proporciona una visualización de los elementos en 3D ayudando a la contextualización del diseño. Para el análisis en ANSYS se debe contar con complementos directos para trabajar con materiales compuestos llamado complemento ACP En la creación del molde se utilizó una impresora 3D Stratasys UPrint Se, que utiliza material base plástico ABS. Para la fabricación y el análisis en ANSYS se utilizó resina epóxica reforzada con fibras de vidrio bidireccional, variando su espesor para que cumpla con las cargas exigidas. El proceso de fabricación se realizó mediante laminación manual en el laboratorio de materiales compuestos de la Universidad de Talca. PALABRAS CLAVES: Diseño, Materiales compuesto, ANSYS ACP, Criterios de fallas, Infusión al vacío, Laminación manual, Socket para prótesis

Nombre del Artículo: Diseño estructural de una prótesis deportiva en materiales compuestos mediante elementos finitos

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
	<ul style="list-style-type: none"> resina epóxica 	software Inventor	URI: http://dspace.utalca.cl/handle/1950/11414 .

Prótesis biónica prótesis de Pierna	reforzada con fibras de vidrio bidireccional		APA: Correa Alburquenque, S., & Saavedra Redlich, K. (2016). <i>Diseño estructural de una prótesis deportiva en materiales compuestos mediante elementos finitos</i> (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Ingeniería Mecánica.).
--	---	--	--

Resumen : En el presente documento se ha desarrollado el diseño estructural de una prótesis Flex-Foot modelo Cheetah en materiales compuestos, utilizando el Método de Elementos Finitos. Para llegar a estimar las cargas máximas presentes en la prótesis y la rigidez que debe poseer, se realizó una investigación en el área de la biomecánica de una pierna, ya que esta estudia el comportamiento de las fuerzas y movimientos presentes en el cuerpo humano. En el análisis de la estructura, se procedió a utilizar laminas de resina epoxica reforzadas con fibras de carbono unidireccionales variando su orientación angular, con la finalidad de obtener el apilamiento mas adecuado para satisfacer las exigencias definidas. Este análisis fue desarrollado mediante el software ANSYS. Se estimaron los desplazamientos de la estructura y se aplicaron criterios de falla Tsai-Hill y Tsai-Wu. Para estimar el costo del diseño se utilizó el modelo de Ashby, identificando el impacto de los costos del material, equipos, herramientas y gastos generales en su fabricación. En este trabajo, se ha desarrollado un documento que contiene la metodología de ANSYS. Este producto sera útil para futuras contribuciones en el campo de materiales compuesto de la Universidad de Talca. El diseño y análisis de la prótesis se utilizara en el desarrollo e innovación de nuevos tipos de prótesis utilizando materiales compuestos en los talleres de Teletón. Esta memoria se desarrollo en el marco del proyecto FONDECYT N 11130623. PALABRAS CLAVE: diseño, prótesis, materiales compuestos, elementos finitos, biomecánica,



Modelo de Sistema de Control de Prótesis de Rodilla Transfemoral para un Ciclo de Marcha

Rayanne Floriano Batista rayanne.floriano@gmail.com, José Rafael Abreu García abreu@uclv.edu.cu, Feliberto Fernández Castañeda felifc@uclv.edu.cu

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Control de Protesis	<ul style="list-style-type: none">• resina epódica reforzada con fibras de vidrio bidireccional• Fibra de carbono	Simulink SimMechanics	URI: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59282012000200006 . APA: Floriano Batista, R., Abreu García, J. R., & Fernández Castañeda, F. (2012). Modelo de sistema de control de protesis de rodilla transfemoral para un ciclo de marcha. <i>Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones</i> , 33(2), 42-49.

RESUMEN / ABSTRACT En este trabajo se presenta el diseño de un modelo para el sistema de control de una prótesis de rodilla, para un ciclo de marcha humana. El modelo es simulado a través de herramientas computacionales como el Simulink y SimMechanics, en este caso, considerando el modelo biomecánico del péndulo doble como una representación de la pierna humana y basada en los parámetros del antropométricos. A través del análisis y estudio de la marcha humana normal se desarrolla un método de control e identificación de las fases del ciclo de marcha humana, para actuar en la articulación de la rodilla con empleo de una prótesis transfemoral. Entre los principales resultados, se destaca el logro de un control preciso de la posición durante la flexión de la rodilla, que le confiere un desarrollo del proceso de marcha con la prótesis muy similar a la marcha normal.

Nombre del Artículo: DESARROLLO DE PROTESIS PARA COMPETICION EN MATERIALES
 COMPUESTOS DESARROLLO DE PROTESIS DEPORTIVAS DE COMPETENCIA DEDICADAS A CARRERAS
 DE VELOCIDAD REALIZADA EN MATERIALES COMPUESTOS

SECRETARÍA DE
EXTENSIÓN UNIVERSITARIA



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

ANEXO 2: Formulario "Proyectos"

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Prótesis biónica prótesis de Pierna	<ul style="list-style-type: none"> resina epóxica reforzada con fibras de vidrio bidireccional 	software Inventor	URI: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/91988 . APA: Villar, J. I., & Fontana, M. (2015). Desarrollo de prótesis para competición en materiales compuestos.

Síntesis El alto rendimiento deportivo evidencia hoy los mejores aspectos de una sociedad inclusiva, reconociendo por igual méritos del deporte convencional y adaptado. Entre los requisitos necesarios para lograrlo, aparece la universalidad de la tecnología, encargada de que los desarrollos que permitan la oportunidad de inclusión estén disponibles para los atletas que sufran una patología susceptible de ser compensada a través del uso de una prótesis sin importar origen o condición social. En nuestro país, las prótesis de uso competitivo resultan ser de difícil adquisición, compleja importación y costo prohibitivo para la media de los usuarios. Siendo una tecnología capaz de desarrollarse aquí, constituye una posibilidad de sustitución a la importación, y el medio para que nuestros atletas paralímpicos alcancen el escenario competitivo en igualdad permitiendo, además, la práctica deportiva a personas con afecciones motrices. Surge así la necesidad de un plan destinado a cubrir un área de vacancia, donde su desarrollo genere el conocimiento y los medios que nos permitan construir prótesis de uso deportivo, capaces de resistir las solicitudes de competencia, y destinada los atletas del comité Paralímpico Argentino con el fin de posicionarlos en el plano competitivo internacional en igualdad de condiciones, permitiéndoles alcanzar su máximo potencial.

Nombre del Artículo: DESARROLLO DE PROTESIS ORTOPEDICA EN MATERIALES COMPUESTOS PARA USO COMPETITIVO



4º Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica



L. Sznajderman^a, J. I. Villar^a, M. Fontana^a, S. Antokoletz^a

^aDpto. Aeronáutica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, Calle 116 e/ 47 y 48 - (1900), Provincia de Buenos Aires, Argentina

Email: lucas.sznajderman@ing.unlp.edu.ar
juanignacio.villar@ing.unlp.edu.ar
marco.fontana@ing.unlp.edu.ar
sebastian.antokoletz@ing.unlp.edu.ar
<http://www.aero.ing.unlp.edu.ar>

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Prótesis biónica prótesis de Pierna	<ul style="list-style-type: none">• 'flexfoot' en materiales compuestos para uso competitivo	modelo de "resorte lineal simplificado"	URI: http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/105704 . APA: Sznajderman, L., Villar, J. I., Fontana, M., & Antokoletz, S. P. (2016). Desarrollo de prótesis ortopédica en materiales compuestos para uso competitivo. In <i>IV Congreso Argentino de Ingeniería Aeronáutica (CAIA 4)</i> (Córdoba, 23 al 25 de noviembre de 2016).

Resumen El presente trabajo expone el diseño y desarrollo de una prótesis transtibial tipo 'flexfoot' en materiales compuestos para uso competitivo. A través de la evaluación de parámetros biomecánicos de diversos de atletas, se busca establecer las características mecánicas que debe presentar la prótesis de modo que supla las carencias propias de una amputación, brindando similares características a las presentadas por el miembro sin afección y estableciendo una primera aproximación con un análisis de similaridad. El desarrollo consta de una etapa de evaluación biomecánica a través del estudio cinemático y dinámico de la carrera incluyendo las 'Ground reaction forces' (GRF) involucradas y otra vinculada al diseño y construcción, utilizando el método de elementos finitos para diseñar la pieza que mejor represente los parámetros relevados. Posteriormente se efectúa la fabricación de la prótesis resultante del estudio de similaridad, culminando con la validación de los valores previstos y la comparación con modelos comerciales existentes. La prótesis en cuestión debe presentar ciertas características específicas. Algunas de ellas son la personalización a un determinado sujeto, ser capaz de soportar la carga dinámica y fatiga proporcionada por el corredor, trabajar en rango elástico y cuyo amortiguamiento interno pueda extinguir la vibración entre el punto de despegue y la nueva toma de contacto con el suelo y poseer una frecuencia natural alejada de la frecuencia de pasos del atleta. El diseño de este prototipo busca validar los modelos propuestos comparándolos con los experimentales.

Nombre del Artículo: Diseño de prótesis mecánica transtibial con retroalimentación a irregularidades del terreno



Séneca
Repositorio institucional

Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
Prótesis biónica prótesis de Pierna	<ul style="list-style-type: none">materiales PLA en las zonas sólidas y fibra de carbono en las flexibles que correspondería a los amortiguadores	diseño se basó en las medidas antropomórficas y características del pie humano	URI: https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/52968 . APA: Contreras Marquez, J. S. (2021). Diseño de prótesis mecánica transtibial con retroalimentación a irregularidades del terreno.

La mayoría de las prótesis mecánicas disponibles no tienen muchas de las características importantes del pie, como la flexibilidad, la movilidad y la capacidad de adaptarse a cualquier tipo de terreno. Además, al tratarse de una extensión artificial, las personas no tienen control sensorial sobre ella y la adaptación al terreno depende totalmente del diseño de la prótesis. En este documento se propone el diseño de una prótesis mecánica transtibial capaz de adaptarse a terrenos irregulares que proporcionará al usuario una retroalimentación cuando se detecte una pendiente. El diseño propuesto se basa en modelos funcionales de última generación que se basan en la forma y la movilidad del pie humano. La adaptabilidad al terreno irregular depende de la movilidad plantar del pie dada por una articulación de tobillo colocada en la prótesis. Esta movilidad plantar permite retroalimentar el nivel de inclinación del terreno mediante el uso de sensores y actuadores que transmiten estímulos al muñón de la persona con información sobre diferentes condiciones de inclinación. La prótesis también cuenta con dos amortiguadores que ayudan a distribuir la carga cuando se produce el golpe de talón, estos están hechos de fibra de vidrio que tiene propiedades cercanas a la fibra de carbono. La planta del pie es lo suficientemente flexible como para adaptarse a las pequeñas irregularidades del terreno. Además, este diseño cuenta con una articulación de tobillo para emular la cinemática del golpe de talón y de la punta del pie que se produce durante la marcha. Toda la prótesis, excepto los amortiguadores, fue creada en impresión 3D utilizando PLA

como material, lo que facilitó y economizó su fabricación. Durante las pruebas experimentales este diseño demostró ser funcional a reserva de futuras mejoras.

Nombre del Artículo:

TECNICA DE APLICACION DIRECTA DE SOPORTES PLANTARES Y PROTESIS DE ANTEPIE



Tipo de Implante protésico	Material	Diseño	Bibliografía
prótesis de Pierna soporte de pie	<ul style="list-style-type: none">• ortesis de silicona• silicona masilla tipo 1.400• complejo evamic• caucho sintético	diseño se basó en las medidas antropomórficas y características del pie humano	URI: https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/52968 APA: Cespedes Cespedes, T., Concustell Gonfaus, J., Dorca Coll, A., & Sacristán Valero, S. (1995). Técnica de aplicación directa de soportes plantares y prótesis de antepié. <i>Revista Española de Podología</i> , 1995, vol. VI, núm. 5, p. 234-248.

RESUMEN

Los autores describen por primera vez la aplicación de soportes plantares directamente sobre el pie mediante una técnica en la que se combina calor y vacío, la aplicación de una prótesis de antepié utilizando el mismo método, en ambos casos se suprime el molde de yeso escayola. Estas técnicas suponen un avance en ortopodología, al ser más rentables por la disminución en el tiempo de confección y más exactas en el proceso de aplicación, lo que supone que no existan tantos errores. Ambas técnicas son una alternativa para la aplicación «inmediata de tratamientos ortopodológicos».

Conclusiones: Podemos decir acerca de esta actividad que nos brinda experiencia acerca de las diversas prótesis que se utilizan en el ramo médico, así como una parte de los pasos empleados y toda la ingeniería que se lleva a cabo del cual podemos decir es todo un proceso ingenieril y biomédico y un gran avance para la medicina en general el cual aporta muchos beneficios para la gente que ha sufrido alguna amputación por lo que en resumen el ramo de la ingeniería biomédica encargada de desarrollar y llevar a cabo esta gran tarea es de gran ayuda para la humanidad.