



8 de mayo de 2024

**H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente**

De acuerdo con lo establecido en los "Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño. Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos" numeral 3.6 y subsiguientes, la **Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas y grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente**, sobre la base de la documentación presentada y considerando suficientemente sustentada la solicitud de Cancelación de Programa de Investigación, propone el siguiente:

**Dictamen**

Aprobar la Cancelación del Proyecto de Investigación N-440 "**Diseño de prótesis para personas con amputación transfemoral izquierda**", la responsable es la Mtra. Ruth Alicia Fernández Moreno, adscrito al Programa de Investigación P-009 "Diseño, discapacidad y medio ambiente" que forma parte del Área Factores del Medio Ambiente Artificial y Diseño, presentado por el Departamento del Medio Ambiente.

Las personas integrantes de la Comisión que estuvieron presentes en la reunión y se manifestaron a favor del dictamen: Mtro. Hugo Armando Carmona Maldonado, Dra. Yadira Alatraste Martínez, LAV. Carlos Enrique Hernández García, Alumna Lic. Gabriela Monserrat Valverde Rebollo, así como los Asesores: Mtra. Sandra Luz Molina Mata, Dr. Oscar Ochoa Flores y Dr. Fernando Rafael Minaya Hernández.

**Atentamente  
Casa abierta al tiempo**

  
Mtro. **Ashijara**  
Coordinador de la Comisión

JDMA 093.04.2024

Ciudad de México, a 25 de abril de 2024

**Mtra. Areli García González**  
Presidente del H. Consejo Divisional  
División de Ciencias y Artes para el Diseño

Estimada Mtra. Areli,

Por este medio me permito presentar al H. Consejo Divisional que usted preside, la **Solicitud de Cancelación** del **Proyecto de investigación: N-440** denominado **“DISEÑO DE PRÓTESIS PARA PERSONAS CON AMPUTACIÓN TRANSFEMORAL IZQUIERDA”**, cuyo responsable es la **Mtra. Ruth Alicia Fernández Moreno** y que pertenece al Programa de Investigación P-009 “Diseño, discapacidad y medio ambiente” del Área de Investigación de Factores de Medio Ambiente Artificial.

Se solicita la cancelación del proyecto de investigación por parte de la persona responsable.

Fue posible cumplir con los objetivos y metas establecidas, sin embargo no conforme al plan de trabajo del proyecto registrado.

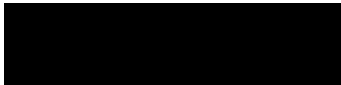
Se anexan:

- Oficio de solicitud de la Jefatura de Área
- Oficio de solicitud del Responsable del proyecto de investigación con base en los requisitos especificados en el numeral 3.6.2. de los *Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño. Registro y seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos* vigentes.

Agradeciendo de antemano su atención a la presente, quedo a la orden de la Comisión para cualquier duda o aclaración.

A t e n t a m e n t e

*“Casa Abierta al Tiempo”*



**Dr. Oscar Ochoa Flores**  
Jefe del Departamento del Medio Ambiente

C.c.p. Archivo

# N-440 Diseño de Prótesis para Personas con Amputación Trasfemoral Izquierda

MEDIO AMBIENTE PARA EL DISEÑO

**RESPONSABLE: MTRA. RUTH ALICIA FERNÁNDEZ M.**

**PRARTICIPANTES: MTRA. HAYDEÉ JIMENES SEADE, ARELI GARCÍA GONZÁLEZ , LUIS  
YOSHIKI ANDO ASHIJARA Y JESÚS EUGENIO RICARDEZ SÁNCHEZ**



## **Índice**

1. Introducción
2. Planteamiento del proyecto de investigación
- Antecedentes
- Justificación
- Objetivos
- Metas
3. Plan de Trabajo
4. Avance de la investigación
5. Conclusión

### **1. Introducción**

En esta investigación se pretendió diseñar un sistema que permita la bipedestación y la marcha a una persona con amputación transfemrora, el caso de estudio fue para el Sr. Jorge Natividad, quién se presentó en el Laboratorio de Ergonomía con un tubo de PVC, adaptado a su amputación que le permitía trasladarse de un lugar a otro, situación que se mostraba incomoda, nada de diseño y con mucho riesgo para su condición.

La amputación más frecuente que podemos encontrar es la transfemrora, en este caso se encontraba a un nivel del tercio medio del fémur. En el proceso de llevar a cabo el diseño de su prótesis, fue dividir el diseño en cuatro partes:

- el diseño del socket y suspensión (correas o válvula de succión para sostener el socket)
- el diseño de la rodilla mecánica (articulación entre el socket y pierna)
- la estructura de la pierna (tubo adaptador de material adecuado para el soporte del usuario)
- el pie (dispositivo terminal, permite la estabilidad)

El proyecto se llevó a cabo con el apoyo de los alumnos de Temas de Opción Terminal I 17-I y II 17-P, ya no se llegó al último trimestre, debido a que el Sr. Jorge se ausentó y nos notificó que era diabético. Por lo que ya no se pudo continuar con el diseño de la prótesis.

La participación del grupo de alumnos y profesores fue formar cuatro equipos de trabajo de investigación para llevar a cabo el diseño de: socket, rodilla, estructura y pie, respectivamente.

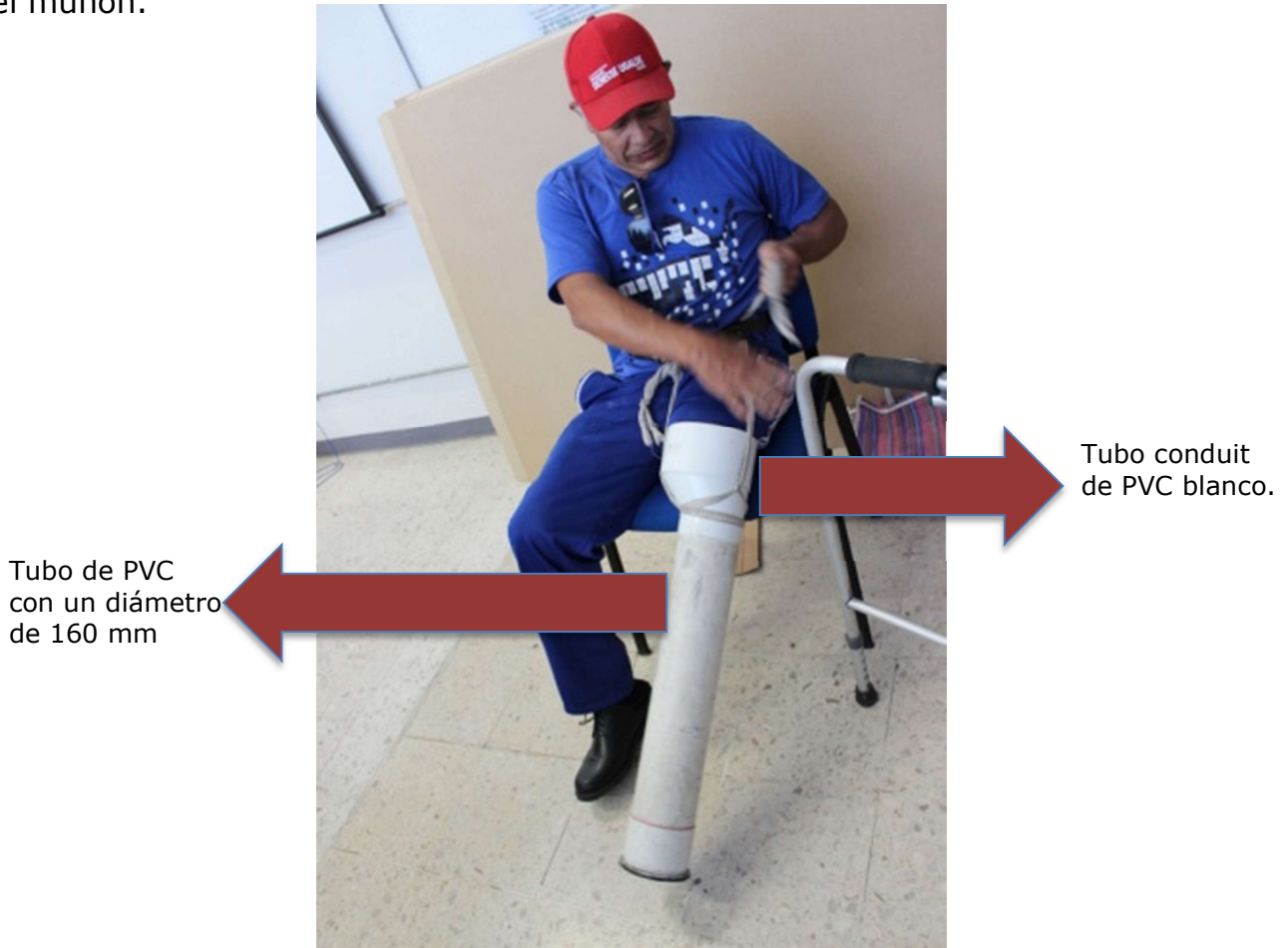
## 2. Planteamiento del Problema

### Antecedentes

La amputación de alguna de las extremidades del cuerpo requiere de una ayuda técnica (prótesis) que facilite el desarrollo personal e integración a la vida social, educativa y laboral. Generar propuestas de diseño que cuenten con todos los elementos biomecánicos que faciliten la marcha y que a través de las condiciones ergonómicas, estructurales, de materiales y tecnológicas se pueda desarrollar una ayuda técnica que satisfaga las necesidades del usuario.



El Sr. Jorge llegó con una estructura de tubo de PVC de un diámetro de 6 pulgadas, es decir de 160 mm con un espesor de 4.0 mm Y un tubo conduit para el muñón.



Las condiciones del Sr. Jorge de 56 años, que enfrenta una amputación transfemoral (por encima de la rodilla) y que no cuenta con una prótesis adecuada, sino que usa un tubo de PVC improvisado, enfrentándose a una serie de desafíos físicos, emocionales y sociales.

## **Justificación**

### **Desafíos físicos**

- Movilidad limitada, sin una prótesis adecuada, la movilidad del Sr. Jorge estaría severamente afectada para realizar tareas cotidianas en sus actividades básicas.

- Riesgos de lesiones adicionales, el uso de un tubo de PVC como prótesis puede aumentar el riesgo de lesiones adicionales en el área de amputación, y en otras partes del cuerpo debido a una marcha desequilibrada y una distribución de peso inadecuada.
- Dolor crónico, la falta de una adecuada prótesis puede provocar dolor crónico en la zona de amputación y en las articulaciones circundantes debido a la tensión adicional en el cuerpo.

### **Desafíos emocionales**

- Pérdida de la independencia, la independencia para moverse con facilidad puede llevar a una sensación de pérdida de independencia y autonomía, lo que puede causar frustración, depresión y ansiedad.
- Autoestima afectada, la falta de una prótesis adecuada y la necesidad de usar un dispositivo improvisado puede afectar la autoestima y la imagen corporal de la persona, especialmente en interacciones sociales y laborales.
- Estrés y preocupación, la preocupación constante por la seguridad, el dolor y la capacidad para llevar a cabo actividades diarias, que se pueda caer, le genera estrés emocional.

### **Desafíos Sociales**

- Estigma y discriminación, la apariencia poco convencional del tubo de PVC puede provocar miradas de curiosidad, incomodidad o incluso discriminación por parte de otras personas, lo que puede afectar su autoestima y la confianza en si mismo.
- Limitaciones en las actividades sociales, la dificultad para moverse y participar en actividades sociales puede llevar a la persona a aislarse o evitar ciertos eventos, lo que puede afectar sus relaciones y su bienestar emocional.
- Barrera laboral, dependiendo del tipo de trabajo que realiza el Sr. Jorge, (herrero de profesión) y con una prótesis inadecuada dificulta o incluso imposibilita su capacidad para mantener su empleo.

En resumen el Sr. Jorge de 56 años, con amputación transfemoral y un tubo de PVC improvisado para prótesis, enfrentaría una serie de desafíos físicos, emocionales y sociales significativos que afectarían su calidad de vida y bienestar general. Es fundamental proporcionarle una prótesis diseñada para ayudar a mitigar los desafíos que implica el uso de una prótesis, y así mejorar su funcionalidad, comodidad y calidad de vida.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Diseñar una prótesis transfemoral para la bipedestación y su contribución en la dinámica para llevar a cabo actividades como la marcha o la carrera.

### **Objetivos específicos**

- Considerar las características antropométricas del miembro para su correcta sujeción del miembro.
- Conseguir una correcta amortiguación a las fuerzas de impacto, por la fuerza misma de peso corporal.
- Lograr la estabilidad del miembro.
- Conseguir una progresión del centro de gravedad durante la marcha y una correcta alineación de los miembros inferiores.

## **Metas**

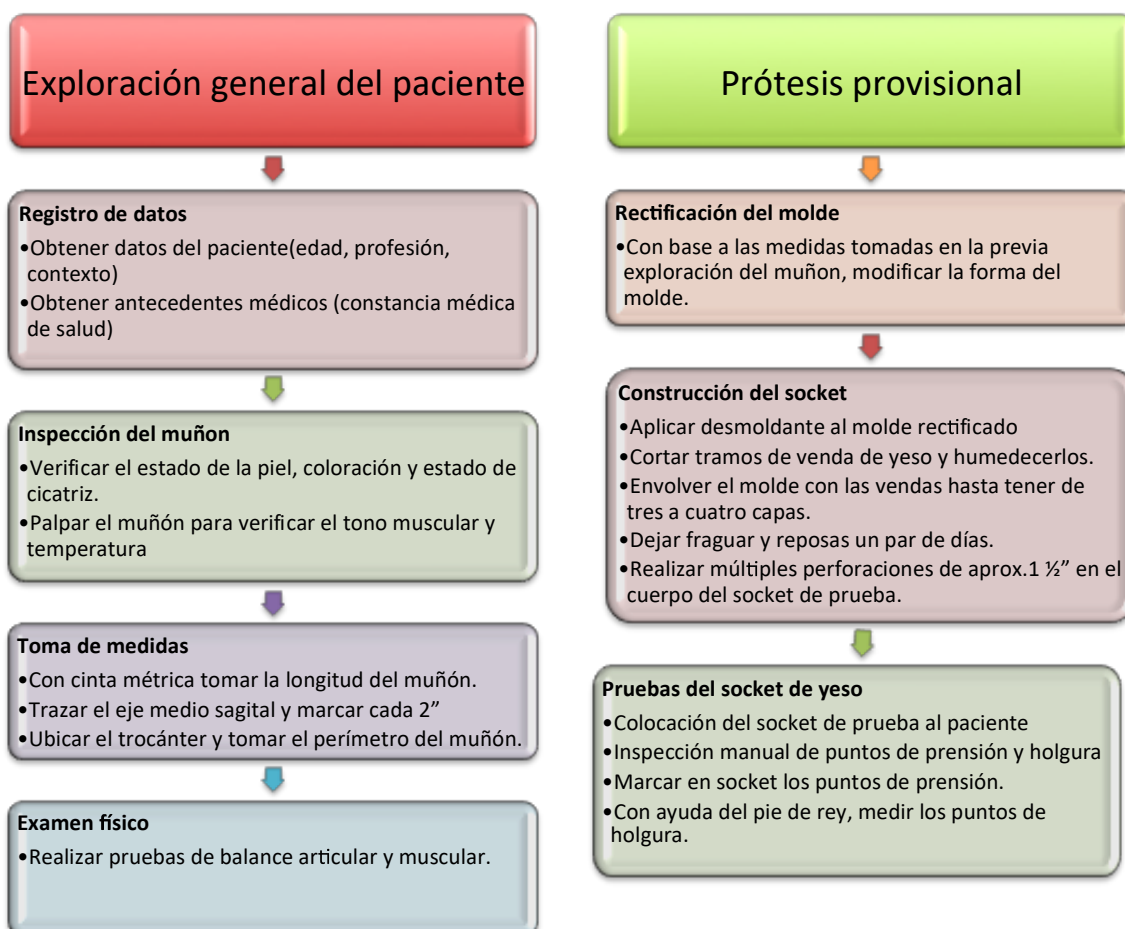
- Conformar el marco teórico y referencial
- Contar con los requerimientos de diseño para el planteamiento de alternativas
- Elaborar propuestas de diseño con los materiales adecuados para satisfacer la necesidad planteada.
- Elaborar modelos o prototipos de las propuestas
- Verificar funcionalidad de las propuestas
- Memoria descriptiva.



### 3. Plan de Trabajo

De las 16 actividades del plan de trabajo, se llevaron a cabo sólo a las siguientes:

- Recopilación de información con base a las características antropométricas del usuario.
- Trabajo de taller, análisis de la información, planteamiento del problema.
- Desarrollo de análisis y pruebas de los principales elementos que conforman una prótesis transfemoral.
- Determinar las requerimientos de diseño.
- Desarrollo de propuestas de diseño de manera grupal.
- Elaborar propuestas de diseño.



### ESQUEMA PARA EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4. Avances de la Investigación

El proyecto se inició con la visita del Sr. Jorge Natividad con una amputación transfemoral izquierda, quién adquirió su condición por un accidente; su actividad laboral era dedicarse a la herrería, y su condición limita su movilidad para realizar sus actividades cotidianas.



#### Requerimientos de Diseño

Diseño de prótesis transfemoral que mantenga:

- Funcionalidad: que permita al usuario caminar, subir escaleras, levantarse en una posición sentada.
- Confort y ajuste: que sea cómoda de usar durante largos periodos de tiempo. Debe adaptarse correctamente a la forma y tamaño del muñón, evitando puntos de presión y roces que puedan causar molestias o lesiones en la piel.
- Estabilidad y seguridad: la prótesis y todos los elementos que la forman debe ser estable y segura para el usuario, minimizando el riesgo de caídas y lesiones.
- Durabilidad y resistencia: la prótesis debe ser suficientemente resistente y duradera para resistir el uso diario y las demandas físicas. Utilizar materiales de alta calidad.
- Facilidad de mantenimiento y ajuste: la prótesis debe tener las propiedades adecuadas para que el usuario pueda ajustarla sin ningún riesgo.

Para desarrollar un sistema protésico para personas con amputación transfemoral, se llevó a cabo lo siguiente:

- Se valoró al paciente, se tomaron mediciones del muñón, lo cual determinó que su amputación está a nivel del tercio medio del fémur. La longitud del muñón determina la eficacia del brazo de palanca, así como la adaptación y coordinación con el uso de una prótesis. Su muñón cuenta con características suficientes para controlar y mover la prótesis.



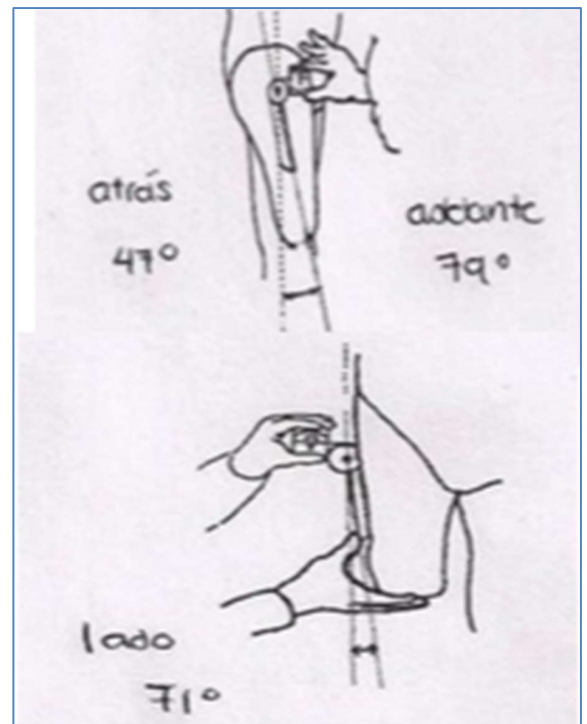
- Ubicar los puntos importantes para el diseño del socket, que son el **isquion** y el **trocánter**.



- Se envuelve el muñón con plástico (película vinílica) para facilitar el desmolde.

| Mediciones antropométricas |   |                             |          |
|----------------------------|---|-----------------------------|----------|
| Medidas                    | Largo   | Ancho<br>(de mayor a menor) | Diámetro |
| Muñón                      | 8"  | 24 1/4"                     | 92.5 cm  |
|                            |   | 22 3/4"                     |          |
|                            |   | 22 1/4"                     |          |
|                            |   | 21 1/4"                     |          |
|                            |   | 19 3/4"                     |          |
|                            |   | 17 1/2"                     |          |
| Espalda                    | 48.6 cm                                       |                             |          |
| Cintura                    | 34.5 cm<br>(distancia del muñón a la cintura) |                             |          |
| Cadera                     | 34.85 cm                                      | 20.6 cm                     | 95 cm    |

Mediciones antropométricas del Sr. Jorge



### Medidas del muñón

MEDIDAS PARA PROTESIS POR ENCIMA DE LA RODILLA

Lado de amputación: Derecho  Izquierdo  Protésico

Distancia de la tuberosidad isquiática al tendón del aductor

Circunferencia pélvica: 92 cm

Trocánter a la línea media anterior: 55.5 cm

|                                 |                          |
|---------------------------------|--------------------------|
| Distancia por debajo del periné | Circunferencia del muñón |
|                                 | 59                       |
|                                 | 52                       |
|                                 | 51.7                     |
|                                 | 48                       |

Tuberosidad isquiática o periné (de pie)

Longitud del fémur: 18.7

Longitud del muñón: 32

Altura isquiática en rotación inicial

Altura isquiática después alineamiento directo

34.5: Circunferencia a nivel del talón

19: Anchura de rodilla (sentado)

58.4: Altura parte superior de la rodilla (sentado)

43.1: Meseta tibial

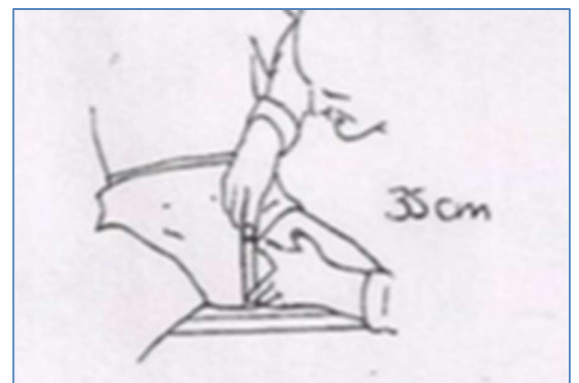
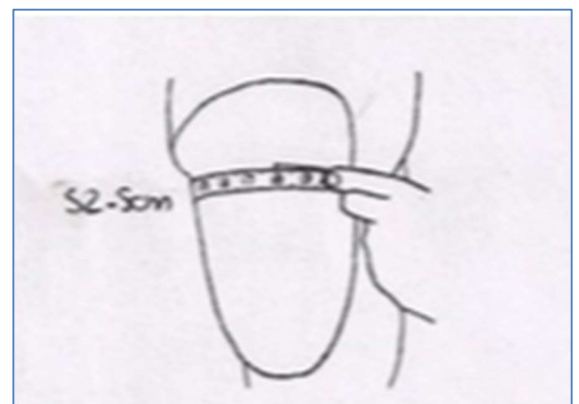
32.3: Circunferencia de pantorrilla

26.8: Circunferencia del tobillo

28.7: Tamaño del zapato

2.9: Altura del tacón

Distancia desde el suelo sin el zapato



Con vendas de yeso colocadas alrededor del muñón se fue generando el primer molde que se dejó secar por 48 horas, aproximadamente.

Molde de vendas de yeso, tomadas del muñón del Sr. Jorge.



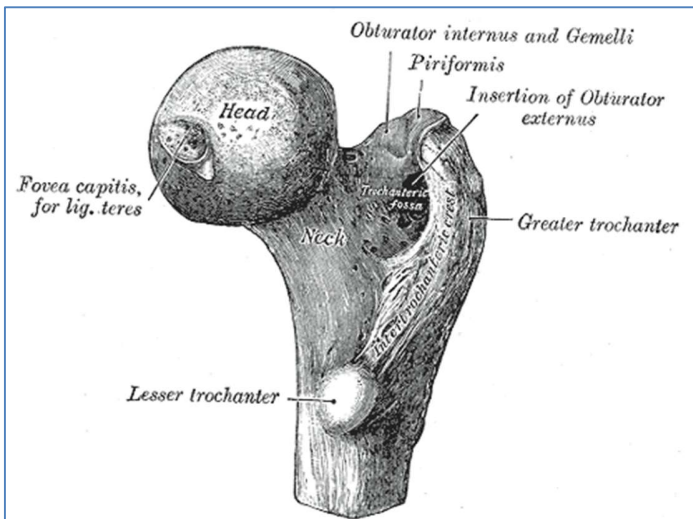
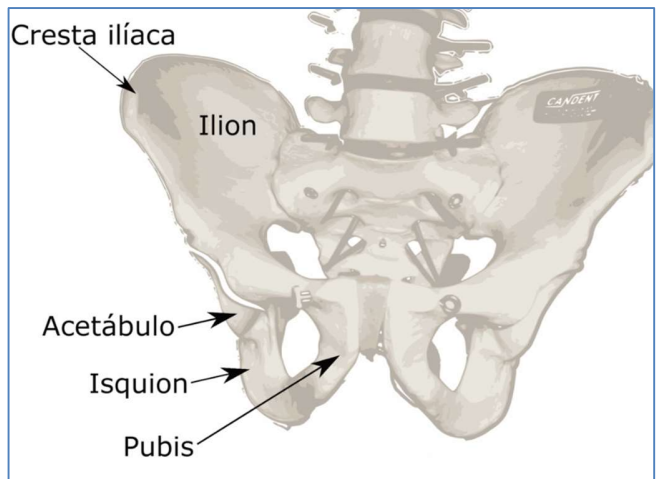
Con este molde se realizó un vaciado de yeso cerámico para generar una réplica del muñón, y así determinar los puntos principales del socket.



En estas imágenes se muestra el desarrollo del molde para realizar el socket

En la réplica se determinaron los puntos o marcas del isquion y el trocánter.

“El **isquion** es un hueso pequeño e irregular que se extiende inferior y posteriormente desde el ilion en la punta del acetábulo. El isquion está fusionado con el ilion en la cara posterior de la pelvis.”<sup>1</sup>



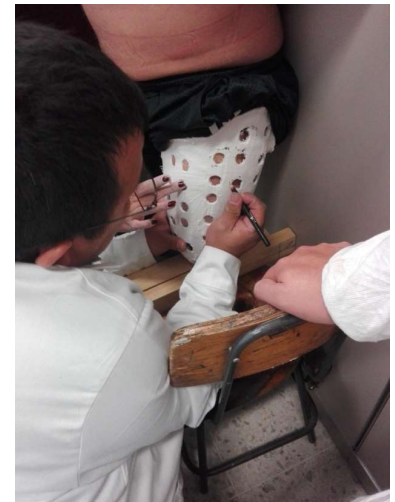
El **trocánter** son dos eminencias óseas del fémur (trocánter mayor y trocánter menor), donde se unen los músculos que hacen girar el muslo. El trocánter mayor se ubica hacia arriba y detrás desde la convexidad de la unión del cuello y la diáfisis. Su borde superior se proyecta en un vértice hacia adentro, éste tiene una

cresta en forma de J para el tendón del músculo glúteo menor, y se halla a nivel del centro de la cabeza femoral, y la convexidad prominente, forma la porción más ancha de las caderas.

Al obtener el molde, se le realizaron unos círculos para barrenar, esto con la intención de medir la presión del socket sobre el muñón.

<sup>1</sup> Brewer, J. (2017) *Anatomía del cuerpo en movimiento. Guía práctica de la ciencia de la locomoción humana*. Madrid; Editorial: Librero.

## Moldes



Se realizaron tres sockets, debido a que el Sr. Jorge Natividad nos notificó que padecía de Diabetes Mellitus tipo 2, por lo que no se pudo continuar con el proyecto, debido a que el usuario se enfrentaría a varios desafíos, como:

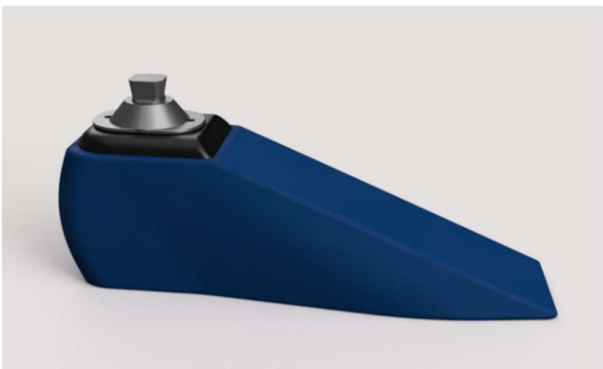
- Problemas circulatorios y de cicatrización, las personas con diabetes tienen un riesgo alto que con el rozamiento del socket sea más propensa a lesiones, úlceras y otros problemas. Si hay presión en solo una zona del muñón, corre el riesgo de que el flujo sanguíneo no sea buena.

- Una prótesis con un ajuste incorrecto puede generar presión en ciertas áreas que podría causar úlceras o lesiones adicionales en la piel. Esto generaría una reducción de la sensibilidad en el muñón que le daría incomodidad o dolor causado por una prótesis.
- Otro desafío, es que la persona con diabetes, si no lleva un buen control de su glucosa, su salud se complicará y si se le adapta una prótesis, el usuario podrá estar en riesgo.

Por las condiciones a las que el usuario se enfrentaría con el uso de la prótesis, decidimos no continuar con el proyecto. Sin embargo, en el proceso si se realizaron propuestas de rodilla, pie y estructura para la prótesis, las cuales se muestran a continuación.

### **PROPUESTA DE DISEÑO DEL PIE**

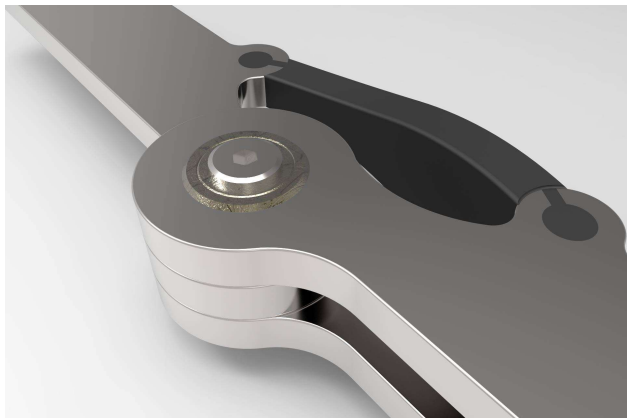
Su estructura interna es metálica de aluminio, y con una cubierta de caucho, flexible, porque ayuda en disipar el impacto del paso.



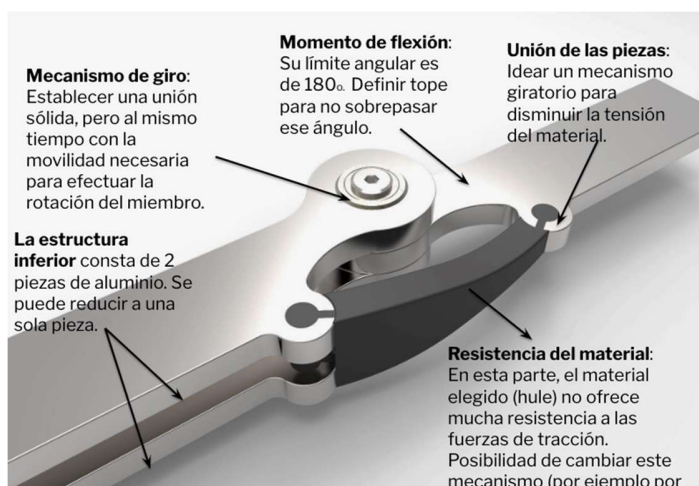


## PROPUESTAS DE DISEÑO DE RODILLA

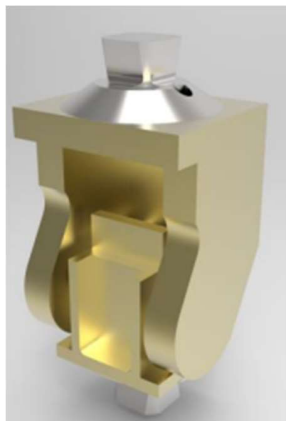
### Propuesta 1



La rodilla constituye uno de los elementos más complejos del cuerpo. Es una articulación que une tres huesos: el fémur, la tibia y la rótula.



### Propuesta 2



## **5. CONCLUSIÓN**

La investigación se quedó inconclusa, esto por las condiciones de salud del Sr. Jorge Natividad, su diabetes mellitus 2 nos generaba retraso, debido a que no tenía un buen control en sus niveles de glucosa, esto ocasionaba que el muñón se expandiera o disminuyera su forma.

Decidimos no continuar con el proceso, ya que se le podía generar un deterioro mayor a su salud. Aunque eventualmente podría usar prótesis, es importante abordar cuidadosamente las necesidades médicas específicas y trabajar con médicos especializados en amputaciones y diabetes para garantizar un ajuste adecuado y minimizar el riesgo de complicaciones, por lo que el Sr. Jorge no podía contar con ese apoyo.

Ciudad de México, a 24 de abril del 2024  
Oficio No. AFMAAD.24.12

**Dr. Oscar Ochoa Flores**

Jefe del Departamento del  
Medio Ambiente para el Diseño  
P r e s e n t e

A través de la presente, me permito solicitarle su apoyo para que sea canalizada ante la Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas, Grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de Áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente, y se lleve a cabo la cancelación del proyecto de investigación, del cual es responsable la Mtra. Ruth Alicia Fernández Moreno:

- N-440 Diseño de prótesis para personas con amputación transfemoral izquierda

El proyecto fue registrado en el 2019 y avanzó conforme a las actividades, sin embargo, los problemas de salud del usuario concomitantes a la diabetes que padece complicaron las pruebas de ajuste, lo que impidió la entrega de la prótesis, aunque se avanzó en el diseño y desarrollo de esta por lo que se adjunta el informe correspondiente.

Sin otro particular, agradezco de antemano su atención y reciba un cordial saludo.

Atentamente,  
*"Casa Abierta al Tiempo"*



**M.D.I. Haydeé A. Jiménez Seade** 

Jefa del Área de Factores del  
Medio Ambiente Artificial y Diseño  
Departamento de Medio Ambiente



Casa abierta al tiempo

**Universidad Autónoma Metropolitana**

**Azcapotzalco**

**Departamento de Medio Ambiente para el Diseño**

Ciudad de México a 8 de abril de 2024

**MTRA. HAYDEÉ ALEJANDRA JIMÉNEZ SEADE**  
**JEFA DEL**  
**ÁREA DE FACTORES DEL MEDIO AMBIENTE ARTIFICIAL Y DISEÑO**  
**P R E S E N T E ,**

Por medio del presente le solicito que se efectúe los trámites necesarios para CANCELAR el Proyecto de Investigación N-440 denominado "DISEÑO DE PRÓTESIS PARA PERSONAS CON AMPUTACIÓN TRANSFEMORAL IZQUIERDA", del que soy responsable y que pertenece al Programa de Investigación P-009 "Diseño, discapacidad y medio ambiente" del Área de Investigación de Factores de Medio Ambiente Artificial, con base en el numeral 3.6.2 de los lineamientos para la investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño.

El proyecto fue registrado en el año 2019, en su momento se trabajó conforme al programa propuesto, pero no se logró concluir:

- El motivo principal fue por las condiciones de salud del Sr. Jorge Natividad, su diabetes mellitus II, se complicó tanto, que no pudimos realizar la entrega de su prótesis.
- Aunque continuamos con algunas propuestas de diseño de cada una de las partes que integran una prótesis transfemoral, por lo que anexo el avance obtenido.

Por lo anterior, fue posible cumplir con los objetivos y metas establecidas, sin embargo no conforme al plan de trabajo del proyecto registrado.

Se requiere realizar los trámites correspondientes ante el Jefe de Departamento y el Consejo Divisional con el fin de solicitar la CANCELACIÓN ante la Comisión Encargada de la Revisión, Registro y Seguimiento de los Proyectos, Programas y Grupos de Investigación.

Sin otro particular por el momento, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración al respecto.

A t e n t a m e n t e

"CASA ABIERTA AL TIEMPO"



Mtra. Ruth Alicia Fernández Moreno  
Profesora Investigadora  
Departamento de Medio Ambiente

## Fwd: Cancelación del proyecto N-440 Diseño de prótesis para personas con amputación transfemoral izquierda

1 mensaje

Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>  
Para: OFICINA TECNICA DIVISIONAL CYAD - <consdivcyad@azc.uam.mx>

26 de abril de 2024, 0:15

**Estimada Lic. Lupita,**

Te envío la siguiente documentación para turnarla por favor con la Comisión correspondiente, muchas gracias.

Saludos cordiales,

A r e l i

----- Forwarded message -----

De: **CUENTA CORREO DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE** - <medioambiente@azc.uam.mx>

Date: jue, 25 abr 2024 a las 15:23

Subject: Cancelación del proyecto N-440 Diseño de prótesis para personas con amputación transfemoral izquierda

To: Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>

Buena tarde Mtra. Areli,

le mando por este medio la solicitud de cancelación del proyecto N-440 Diseño de prótesis para personas con amputación transfemoral izquierda al igual que la documentación requerida.

Reciba un cordial saludo.

Dr. Oscar Ochoa Flores





**Departamento del Medio Ambiente**

*División de Ciencias y Artes para el Diseño*

*Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco*

---

### 4 adjuntos

-  **Oficio solicitud CANCELACIÓN proyecto N-440.pdf**  
164K
-  **Carta de Cancelación de Proyecto N-440.pdf**  
980K
-  **DMA 093.04.2024 - Mtra. Areli García Presidente delH. Consejo Cancelación de Proyecto de Inv. (1).pdf**  
778K
-  **N-440 Proyecto Protesis Transfemoral2.pdf**  
4200K