

# Diseño de una prótesis canina trasera

Gerald Nicolás Frías Zúñiga

Estudiante de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

## Resumen

Este proyecto tiene como propósito diseñar una prótesis para perro que sea capaz de sustituir la extremidad trasera y que se pueda fabricar con una impresora 3D.

Se ha contextualizado mediante la elaboración de un problema real. Se plantea que un perro de unas dimensiones determinadas tiene un accidente o desarrolla una enfermedad y pierde la extremidad trasera.

Se hará un estudio detallado del mercado para saber dónde posicionar el producto. Después se hará un briefing para poner las bases de la prótesis y después se desarrollará haciendo el diseño 3D con todas las justificaciones de formas, materiales y cálculos. Una vez terminado, se harán unos presupuestos donde se explicarán todos los costes y cuanto valdría la prótesis en el mercado.

## 1. Introducción

Actualmente, vivimos en una sociedad que es más consciente de que puede hacer un cambio para mejorar el mundo. Cada vez hay más seguridad, más tecnología y menos conflictos. Esta evolución también se ha trasladado al mundo animal, donde más gente es consciente de lo importantes que son para nosotros y nuestro mundo en general.

Este cambio de mentalidad se quiere trasladar al cuidado de los perros y darles una calidad de vida mejor, ya que es el animal que más ha estado en contacto con las personas y uno de los que ha sufrido más maltrato.

Los principales objetivos son:

- Obtener conocimientos necesarios de las prótesis para tener una buena base en el tema.
- Hacer un estudio de mercado para saber dónde hay carencias y poder corregirlas.
- Estudiar la fisionomía, anatomía y biomecánica del perro.
- Crear un diseño fabricable por impresión 3D. Con unos materiales y formas que estén justificados y se puedan analizar a través de una simulación de fuerzas.
- Creación de una partida de presupuestos, que pueda justificar el bajo precio de la prótesis.

- Solucionar todos los problemas que desarrolla un perro cuando pierde una extremidad.

## 2. Presentación de problema

Para contextualizar el proyecto y ayudar a entender el problema se ha puesto de ejemplo que nuestra mascota estaba jugando en el patio con su pelota y esta se dirige a la calle, justo cuando pasa un camión y le atropella.

Sorprendentemente, el camión llegó a frenar y solo fue un golpe, pero a pesar de haber sido solo eso, el perro sale cojeando y rápidamente se le lleva a un centro veterinario.

El perro es joven y parece que sufre mucho, pero debido a la gravedad y lo complicado y lo costoso que sería operarle, los veterinarios deciden que la mejor opción será amputar la extremidad trasera.

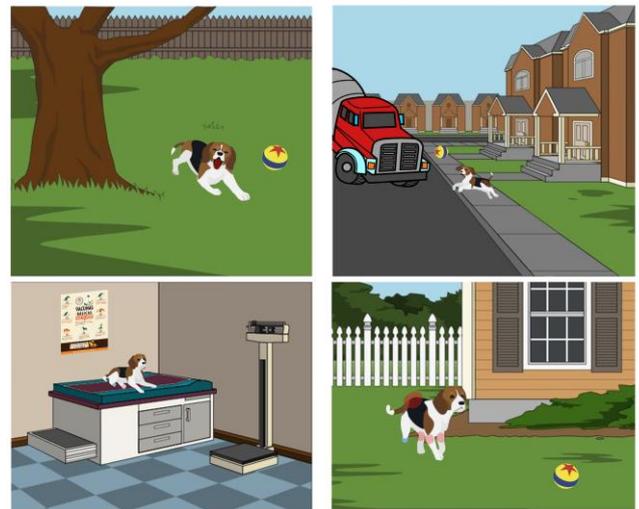


Fig. 1. Storyboard del problema

### - Problemática:

Actualmente no hay ninguna normativa en lo que respecta a prótesis para animales, por lo que no recibe ninguna ayuda para poder volver a caminar con las cuatro patas. Esto desarrolla una serie de problemas.

- a. Si el “dueño” decide buscar por su cuenta una prótesis que le pueda ayudar a volver a caminar y moverse con normalidad se encontrará con que hay muy pocos modelos de prótesis.

- b. Se decide por uno en concreto, pero el precio es muy elevado y tiene que hacer varias pruebas para que la prótesis se adapte bien.
- c. Al final se decide y la compra, pero no hay garantía de que los materiales aguanten, que el perro se pueda adaptar con éxito o que se sujete bien al cuerpo.
- d. En caso de que decida no comprar ninguna prótesis y que el perro se mueva sólo con tres patas, al principio como el animal es joven se podrá adaptar a su nueva vida, pero a largo plazo desarrollará problemas que le pueden afectar tanto a la columna como al resto de extremidades.

### 3. Estado del arte

A continuación, se verá cómo se ha tratado el tema en la actualidad, los avances logrados y cuáles son las tendencias presentes. Utilizando este estudio como referencia se hará una crítica y se enfocará el proyecto asentando las bases.

Los principales productos que hay en el mercado son dos modelos de prótesis y ninguna de las dos son para pata trasera.

-Prótesis de miembro posterior de *Ortocanis*.

Precio: 490€



Fig. 2. Prótesis de *Ortocanis*

-Prótesis de miembro posterior de *Ortopedia Canina*.

Precio: 764€



Fig. 3. Prótesis de *Ortopedia canina*

Como se puede observar, los precios son muy elevados para lo simples que parecen ser a simple vista.

Como alternativa a la prótesis hay un poco más de variedad:

- **Arnés de soporte:** Arnés de apoyo multiuso recomendado para perros de tres patas. Diseñado para que el “dueño/a” le ayude a subir o bajar escaleras, entrar o salir del vehículo o ayuda adicional cuando sea necesario. A parte, proporciona al perro una forma conveniente y segura de mejorar la movilidad.



Fig. 4. Arnés de soporte

- **Silla de ruedas:** Parecido al de las personas, se trata de una estructura unida al cuerpo con dos ruedas en la parte anterior con la que reduce el esfuerzo y sólo utiliza las patas posteriores.



Fig. 5. Silla de ruedas

Para compararlos, se definirá una tabla con las prótesis y sus alternativas.

FUNCIONES		Prótesis rígida	Prótesis ecológica	Arnés de soporte	Silla de ruedas	
PRINCIPAL	Soporte para que el perro pueda transportarse de forma autónoma.	CR	SI	SI	NO	
	<b>Respecto al perro</b>					
DERIVADAS	Protección a factores externos.	ME	NO	NO	SI	NO
	Adaptabilidad rápida del perro a la prótesis.	MA	NO	NO	SI	SI
	Se hace un escáner a la extremidad amputada para que el dispositivo se acople lo mejor posible.	MA	NO	NO	NO	NO
	Corrección del movimiento.	CR	SI	SI	NO	SI
	Ajustable para diferentes tamaños de perros.	CR	NO	NO	NO	NO
	<b>Respecto al "dueño" del perro</b>					
	Larga vida útil.	CR	SI	NO	SI	SI
	Limpieza del dispositivo rápida.	MA	SI	SI	SI	NO
	Mantenimiento de las piezas.	MA	NO	NO	NO	NO
	<b>Funciones estéticas y sociales</b>					
COMPLEMENTARIAS	Aspectos estéticos.	ME	SI	SI	NO	NO
	Dispositivo socialmente aceptado.	MA	SI	NO	SI	SI
	Personalización de colores.	ME	NO	NO	NO	NO
	<b>Funciones ecológicas</b>					
	Respeto al medio ambiente.	MA	NO	SI	NO	NO

Tabla 1. Comparación de funciones

Se extraen los siguientes agujeros principales del mercado dónde el diseño puede ganar importancia.

- Escaneo de la extremidad amputada.
- Ajustable a diferentes tamaños de perro.
- Mantenimiento de piezas.
- Personalización de colores.

#### 4. Target group

Una vez encontrados los agujeros, se determinará el grupo de usuarios al que nos dirigiremos.

Características diferenciales	Evaluación	Justificación
Físicas:		
-Peso/Talla	Mayor	Dependiendo de estos factores la prótesis deberá adaptarse.
-Edad	Mayor	Cuanto mayor de edad es la mascota, más tiempo de adaptación y de aceptación a la prótesis.
-Tipo de lesión	Mayor	Dependiendo de la lesión habrá que adaptar la prótesis.
Culturales:		
-Variaciones de modelo	Mayor	Por las necesidades de la mascota hay que ir adaptando el modelo.
-Diferentes razas de perro	Mayor	Dependiendo de la raza el tamaño del perro varía y la forma de la extremidad también.

Tabla 2. Target group

Se ha decidido dividir el *target group* en tres partes:

- Perros domésticos de tamaño medio.
- Perros domésticos de tamaño grande.
- Perros con profesiones peligrosas.

#### 5. Requisitos de la propuesta de diseño

1. Aspecto exterior o estético, donde hemos querido hacer un diseño compacto y que se asemeje lo máximo posible a la extremidad sana del perro. A parte de la forma, también queremos ofrecer la oportunidad de añadir alguna personalización como podría ser el color para que se asemeje más aún al animal y que sea única para él.

2. Aspecto interior, donde hemos querido utilizar el menor número de piezas posible para que sea simple de montar y de fabricar. La prótesis se puede separar fácilmente en dos bloques: la parte flexible, que estará en contacto con el terreno y soportará las fuerzas que realice el animal, y la parte rígida que es la que estará en contacto con la zona amputada y actuará como unión. La parte de la guía para ajustar la altura se hará con un mecanismo corredera que creemos que será lo más limpio posible.

3. Para garantizar que la prótesis esté lo mejor sujeta, hemos pensado que, a parte de la unión de la parte dura con la extremidad afectada, se pueden añadir un tipo de anclajes que vayan sujetos al chaleco que están empezando a utilizar los perros últimamente, sustituyendo a las correas de cuello que pueden hacer daño al animal.

#### 6. Primera propuesta de diseño

El primer boceto se ha basado en las prótesis de los corredores olímpicos.

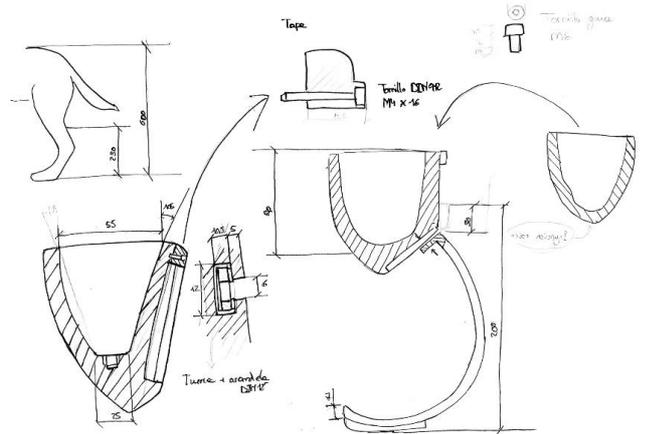


Fig. 6. Boceto de la prótesis

Se definió la forma de la prótesis, algunas uniones y propuestas como la adaptador o la carcasa.

Las dimensiones están basadas en un Pastor Alemán, que sería un perro grande.

#### 7. Justificación de la forma

El primer 3D se diseñó como aproximación la cual se tuvo que ir mejorando ya que estaba basado en un corredor, no en un perro. La mayor dificultad pasó por definir las proporciones y los ángulos de la prótesis.

Después de unos cuantos intentos se llegó a un diseño final que justificaba la forma.

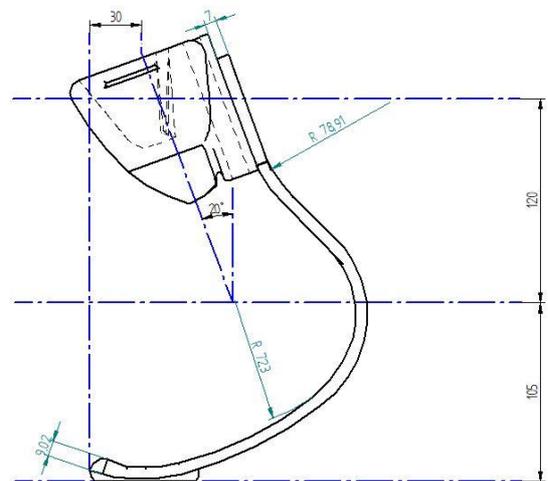


Fig. 7. Boceto de la prótesis

#### 8. Diseño final

Una vez justificada la forma se puede realizar un diseño final con todos los planos 2D, contextualización y personalización.



**Fig. 8. Diseño final**

Una vez diseñada la prótesis se realizaron unas tablas de tamaños para poder adaptar el producto a las diferentes dimensiones de cada perro.

	Pequeños	Medianos	Grandes	Gigantes
Altura de Pata (mm)	100	150	190	230
Diámetro (mm)	A	B	C	
Profundidad (mm)	1	2	3	

**Tabla 3. Dimensiones para cada perro**

También se definieron el tipo de uniones y sus dimensiones, que estarán presentes en todos lo modelos, independientemente del tamaño de la prótesis.

### 9. Elección de materiales

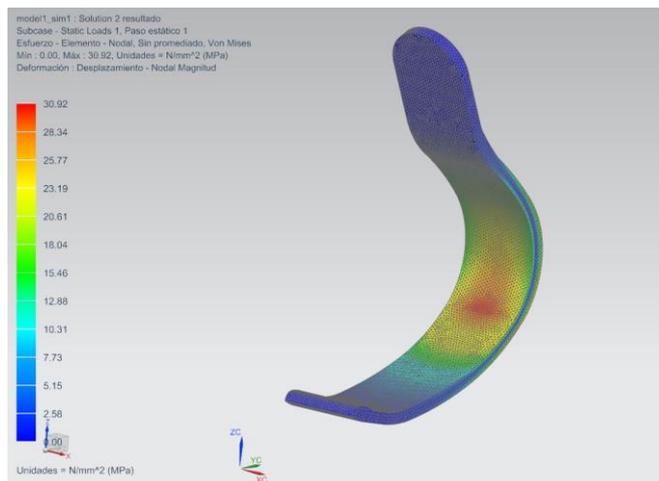
La elección de materiales se ha dividido en tres secciones:

- Material del adaptador. De todos los materiales que una impresora 3D puede imprimir, se ha decidido que el mejor material sería el elastómero termoplástico o TPE, que combina el termoplástico y elastómero ofreciendo unas propiedades idóneas para lo que queremos imprimir.
- Material de la carcasa. Será el Termoplástico de Acrilonitrilo (ABS) por sus buenas propiedades mecánicas y su alta capacidad de mecanizado. Otro posible material sería el Tereftalato de Polietileno (PET) que también tiene buenas propiedades para lo que se quiere diseñar, pero no tan buenas.
- Material de la pata. Había una disputa entre si usar Nylon o Fibra de carbono, pero finalmente se encontró un material llamado Fiberlogy Nylon PA12+CF15 que contiene unos filamentos reforzados con fibra de carbono, proporcionando una alta resistencia a la tracción, alta rigidez y alta resistencia térmica.

Se ha realizado un AMFE para que la prótesis se pueda ir mejorando en el futuro y arreglar posibles fallos.

### 10. Cálculos

Una vez elegido el material se ha realizado una simulación de las fuerzas que actúan en la pata, al ser la pieza que más sufre por su función de absorber los golpes al moverse el perro.



**Fig. 9. Cálculos en la pata**

Se han realizado dos estudios, uno cuando el perro camina y otra cuando el animal corre y las dos has cumplido las expectativas.

### 11. Presupuestos

Por último, se han realizado los presupuestos. Estos tienen en cuenta:

- Presupuestos de ingeniería
- Costes de materiales
- Costes de maquinaria
- Costes de electricidad
- Costes de personal
- Costes de producción

Cálculo del punto de equilibrio	
Presupuesto de ingeniería	18.000,00€
Materiales	98,06€
Precio del producto en venta	127,50€
Costes fijos	57.600,00€ + 17.340,00€

**Tabla 4. Punto de equilibrio**

Teniendo en cuenta que sólo se podrán producir 220 prótesis al año, el precio final será de 441,40€.

### 7. Conclusiones

El objetivo de este TFG era diseñar una prótesis canina trasera de alta funcionalidad y que además de económica, fuera imprimible en 3D.

Para conseguirlo se han realizado una serie de procesos e investigaciones que nos han llevado a la creación del producto final teniendo en cuenta factores como la historia de las prótesis; un estudio de mercado de este ámbito, que concluyó en que hay un mínimo mercado; análisis de los tipos de prótesis existentes; investigación de la fisionomía; creación de un briefing; desarrollo de la prótesis 3D...

El siguiente paso ha sido el desarrollo de un modelo de simulación para saber qué fuerzas interactúan sobre la pata y cómo. Por último, se han establecido una partida de presupuestos para saber cuál sería el coste de nuestra

prótesis en el mercado actual. Felizmente, se ha podido rebajar el precio en comparación al resto de prótesis que hay en el mercado para perros.

## **8. Agradecimientos**

Agradecer a todas aquellas personas que han hecho posible la realización de este proyecto y que me han mostrado su apoyo incondicional durante su desarrollo. Concretamente al director Joan Josep Aliau por haberme brindado ayuda y buenos consejos durante la creación del proyecto.

También agradecer a los docentes de toda esta etapa universitaria. Gracias a mis padres que siempre me han apoyado incondicionalmente. Además, me gustaría agradecer a mi novia que me ha ayudado mucho con su apoyo constante y a hacer el redactado. Y, por último, a mis amigos, ya sean compañeros de clase o no. Muchas gracias a todos y todas.

## **8. Referencias**

Prótesis. (s. f.). American cancer society.

Consultado el 15/03/2020. .

<https://www.cancer.org/es/tratamiento/tratamientos-y-efectos-secundarios/efectos-secundarios-fisicos/protesis.html>

Materiales usados en la protésica - Segunda parte. (2017, 18 diciembre). Amputee Coalition.

Consultado el 20/05/2020. <https://www.amputee-coalition.org/resources/spanish-materials-prosthetics-part-2/>