



**DISEÑO 3D DE UNA FÉRULA CANINA PARA LA INMOVILIZACIÓN DE PATA
TRASERA Y DELANTERA**

Autores:

Ailín Paola Echeverría Arteta

Emmanuel palacio Marcelo

**Trabajo de grado como prerrequisito para la obtención de grado de
Tecnólogo en Electromedicina**

Director(a):

Gabriel Torres Diaz

Tutor(a):

Peter Ayala Goenaga

Facultad de Ingeniería Biomédica

Programa de Tecnología en electromedicina

Barranquilla

2023

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN.....	7
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	8
OBJETIVOS.....	9
JUSTIFICACIÓN.....	10
MARCOS DE REFERENCIA	11
MARCO TEÓRICO	11
MARCO CONCEPTUAL	12
ÓRTESIS:.....	12
SISTEMA ÓSEO CANINO:.....	13
DISCAPACIDAD:	15
LESIONES O FRACTURAS:.....	15
DISEÑO EN 3D	16
MARCO LEGAL	17
METODOLOGÍA.....	18
DISEÑO.....	18
Materiales y métodos.....	18
Actividades	19
Procedimiento.....	20
RESULTADOS	24
DISCUSIÓN (ANÁLISIS DE RESULTADOS).....	25
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	27
REFERENCIAS	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación por tamaño	20
Tabla 2: Tipos de fracturas en resultados de la encuesta.....	25
Tabla 3: tratamiento recomendado en resultados de la encuesta.....	25

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Férula canina	12
Figura 2: Sistema óseo canino	13
Figura 3: Partes extremidades anterior y posterior	14
Figura 4: tipos de fracturas en extremidades anterior y posterior	16
Figura 5: matriz (Organización investigación de referentes)	19
Figura 6: Encuesta de investigación	19
Figura 7: medida promedio extremidad anterior	20
Figura 8: medida promedio extremidad posterior	21
Figura 9: Férula base	21
Figura 10: cortes de la férula	22
Figura 11: Cotas de ancho de la férula	22
Figura 12: Cotas de largo de la férula.....	22
Figura 13: prototipo final.....	23
Figura 14: Resultado final en fusión 360.....	24
Figura 15: tratamiento más costoso en resultados de la encuesta.....	26

RESUMEN

Actualmente, en muchos hogares se considera a los caninos como un miembro más de la familia, por ende, los dueños han mostrado una creciente preocupación sobre todo por su salud. Por otro lado, existen personas que los abandonan, obligándolos a estar expuestos a todo peligro en la calle. En este ámbito, uno de los principales problemas que se han detectado, es en cuanto a los tratamientos para fracturas. Donde el proceso de sanación en mascotas suele ser complicado, ya que localmente no se cuenta con empresas que fabriquen ortesis o férulas ortopédicas oficialmente, por lo cual se vuelven menos asequibles por su elevado costo.

En el presente proyecto, se realizó una investigación sobre los referentes tecnológicos y distintas propuestas de férulas ortopédicas que existen. Además, se recopiló información a través de una encuesta para conocer los tipos de fracturas en extremidades más comunes en perros que presentan algunas clínicas veterinarias. Con base en estos datos a las medidas promediadas y modificaciones realizadas, se diseñó una férula 3D para el tratamiento de las fracturas más frecuentes en las extremidades anterior y posterior. El modelo fue adaptado para funcionar en perros de diferentes tamaños.

Palabras clave: Férula ortopédica, caninos, fracturas, diseño 3d, tratamiento, inmovilización.

ABSTRACT

Currently, in many homes, canines are considered as one more member of the family, therefore, the owners have shown a growing concern, above all, for their health. On the other hand, there are people who abandon them, forcing them to be exposed to all danger on the street. In this area, one of the main problems that have been detected is in terms of treatments for fractures. Where the healing process in pets is usually complicated, since locally there are no companies that officially manufacture orthoses or orthopedic splints, which makes them less affordable due to their high cost.

In the present project, an investigation was carried out on the technological references and different proposals of orthopedic splints that exist. In addition, information was collected through a survey to find out the most common types of limb fractures in dogs presented by some veterinary clinics. Based on these data and the averaged measurements and modifications made, a 3D splint was designed for the treatment of the most frequent fractures in the anterior and posterior extremities. The model was adapted to work on dogs of different sizes.

Keywords: Orthopedic splint, canines, fractures, 3d design, treatment, immobilization.

INTRODUCCIÓN

Si es cierto que en algunos casos podemos encontrar a perros callejeros con lesiones en sus extremidades, ya sea por accidentes automovilísticos o maltratos a manos de otras personas, en algunos casos también podemos encontrar algunos caninos domésticos con fracturas o lesiones Oseas.

Para estos casos llevarlo a una clínica veterinaria es siempre la mejor opción para que las lesiones causadas en el accidente puedan ser tratadas. Después de un accidente donde se genera una fractura, el animal debe ser tratado por medio de cirugías y férulas ortopédicas, solo el 10% de los propietarios de mascotas pueden acceder a ellas lo cual se vuelve una cifra preocupante ya que según la WWG (White mountain group) entre el año 2017 y 2022 se estima que un 45% de la población total de mascotas a nivel mundial provendrá de Latinoamérica, donde el 72% de todas estas son perros con una cifra de 115 millones, el 90% de propietarios de mascotas caninas no cuentan con los recursos para tratar su mascota y al ser estas tan costosas optan por alternativas como muletas o yesos que puedan tratar las fracturas.

El desarrollo de férulas para caninos es inexistente en el medio local, por este motivo se suele fabricar de manera empírica y artesanal lo cual resulta en tratamientos poco efectivos estos dejan secuelas en las mascotas, tales como cojera, pérdida del movimiento, deformaciones entre otras.

Por esto en la presente investigación se plantea el diseño de una férula ortopédica en 3D, la cual debido a las modificaciones realizadas proporcionara una mayor implementación y adaptabilidad para el tratamiento de fracturas en cualquier extremidad de perros de distintos tamaños, siendo esta más funcional y asequible.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro de nuestro día a día podemos observar animales con lesiones en alguna parte de su cuerpo, aunque se ven con más frecuencia en animales callejeros; también mascotas que tienen dueño y un hogar y se ven perjudicados al sufrir un accidente que los afecte de manera leve o grave.

Una férula es un soporte rígido para inmovilizar articulaciones o fracturas, existen férulas con distintos tipos de desarrollos técnicos y tecnológicos dependiendo de la necesidad del animal en cuanto al tratamiento requerido. La función principal de la férula es mantener la posición adecuada de la pata para que esta pueda recuperarse y trabajar de manera correcta, estas se utilizan en distintos tipos de tratamientos ortopédicos traumatológicos, además de ser de gran utilidad en fracturas expuestas ya que esta permite una fácil limpieza en las heridas.

Según nuestra investigación no encontramos empresas latinoamericanas que desarrollen férulas caninas profesionalmente, es por esto por lo que su asequibilidad es baja ya que al no ser fabricadas localmente se vuelven más costosas. Además de que las férulas están creadas sobre medida y la necesidad de cada canino. En base a esta problemática se ha evidenciado que las mayorías de las férulas recreadas son realizadas de forma casera con materiales poco resistentes y de baja efectividad en los tratamientos.

De acuerdo con el análisis realizado, nos llevó a plantearnos:

¿cuáles serían las modificaciones de mejora que se requieren para hacer el diseño de una férula canina que sea adaptable a cualquier pata?

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar un modelo 3D de una férula ortopédica adaptable para tratar fracturas en extremidades anterior y posterior de perros pequeños, medianos y grandes.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer una medida estándar que se pueda adaptar en las 2 extremidades basada en medidas de perros con distintos tamaños.
- Designar una férula base que nos permita hacer las modificaciones requeridas.
- Realizar las modificaciones y cortes al prototipo implementado la medida establecida.

JUSTIFICACIÓN

Desde siempre se ha considerado a los caninos como el mejor amigo del hombre y protegerlos se ha designado como un bien jurídico, sin embargo, ha existido la violencia y la desconsideración por la vida e integridad de estos animales en todo el mundo.

Se dice que la violencia animal no es solo maltratarlos, sino además dejarlos a la deriva en las calles siendo propensos a muchos peligros como lo es estar expuestos a sufrir accidentes y rupturas.

Según la revista de filosofía: Colombia, potencia mundial para la vida, impulsar a Colombia hacia un desarrollo potencial, humano, incluyente, sostenible y sostenido, es hacer presencia permanente de escenarios por la vida y por el cuidado de la naturaleza.

Teniendo en cuenta los motivos antes mencionados, la presente investigación está enfocada en mostrar y evidenciar cómo mediante un diseño mejorado de una férula que se implementará en tratamientos ortopédicos para perros, desde el punto de vista humanista, facilitará su desarrollo y recuperación, así mismo será más asequible para veterinarias y fundaciones que acojan a perros callejeros.

Desde el punto de vista tecnológico es un modelo que será adaptable y moldeable a cualquier medida establecida, considerándose una férula de medidas universales.

MARCOS DE REFERENCIA

En el siguiente apartado se encontrarán definiciones, explicaciones y teorías sobre las férulas existentes halladas dentro de la investigación. Las cuales nos ayudaron a identificar nuevos avances a trabajar para el desarrollo de la férula.

MARCO TEÓRICO

La historia de la ortopedia a través de estudios, se dice que empieza desde actos terapéuticos en pueblos primitivos y culturas en todo el mundo a través del tiempo, los cuales, trataban las heridas y demás lesiones traumáticas de forma empírica. Como por ejemplo en la antigua Grecia y el imperio romano se dieron los primeros vendajes para tratar lesiones.

En el siglo XIX se producen una serie de hechos que marcan el desarrollo de la traumatología y ortopedia: Primero la fusión de la cirugía y medicina pasando a ser considerada como una ciencia. Segundo el desarrollo de la anestesia ofreciendo mejores resultados. Por último, a comienzos del siglo XX, en 1895 el descubrimiento de rayos x posibilita un abordaje directo en cada patología ósea.[1]

La utilización del yeso para inmovilización fue utilizada por primera vez en las guerras en 1851 por Antonio Mathijsen, que fue un médico militar holandés. La cual se mantiene hasta nuestros días con el mismo fundamento, aunque mejorada con el tiempo.[2]

En el siglo XXI, entre los años (1939-1950) Gerhard Kuntscher y John Charnley crean los primeros enclavados intramedulares a base de metal y plástico para tratar lesiones y así mejorar la calidad de vida de los pacientes. [3]

Luego se propuso el reposo prolongado como tratamiento de articulaciones y fracturas, es por esto que en el año (1980) se diseñó la primera férula humana llamada “férula de Thomas” que con el pasar de los años fueron aplicadas en animales.[4]

Actualmente se encuentran férulas diseñadas para perros en el mercado extranjero y algunas propuestas de mejora como las que podemos ver a continuación:

Diseño de una férula plástica para el tratamiento de las fracturas más frecuentes, la pieza fue adaptada ergonómicamente para funcionar en perros de raza pequeña.[5]

Diseño de un equipo ortopédico con impresión 3D para la rehabilitación y adaptación de caninos que presenten fracturas en sus extremidades o parálisis en la columna vertebral y requieran el uso de férulas o sillas ortopédicas. [6]

Diseño y construcción de un inmovilizador para extremidades anterior con incapacidad temporal causada por fracturas simples siendo a bajo costo. [7]

Dispositivo de alternativa para tratar fracturas simples de tibia y peroné en perros de 5 a 10 kilos.[8]

Estudio zométrico y diseño de una férula para tratamientos traumatológicos en perros que necesitan inmovilización. [9]

Desarrollo de un sistema de productos para la protección e inmovilización de extremidades, que contribuya, facilite y mejore el cuidado de los animales de compañía. [10]

MARCO CONCEPTUAL

ÓRTESIS:

Las órtesis son un apoyo u otro dispositivo externo aplicado al cuerpo para modificar los aspectos funcionales o estructurales del sistema neuromusculoesquelético. Se pueden caracterizar principalmente por ser utilizadas en períodos de rehabilitación de lesiones, brindan funcionalidad, confort y restringen o refuerzan determinados movimientos.

Dentro del grupo de las órtesis encontramos diferentes formas de clasificación, como, por ejemplo:

Clasificación según el tiempo que se deba utilizar:

- **Temporales:** Que son utilizadas para trastornos limitados en el tiempo.
- **Definitivas:** Que son utilizadas en déficit o discapacidades definitivas.

En cambio, además se pueden clasificar según las funciones que realizan:

1. Activas: Las cuales sustituyen de forma mecánica una función muscular o ligamentosa y que a su vez se dividen en:

- a. Activas dinámicas: Las cuales se van a encargar de sustituir una función muscular.
- b. Activas estabilizadoras: Las cuales se van a encargar de sustituir la función de uno o varios ligamentos.

2. Pasivas: Las cuales van a pretender mantener un segmento del aparato locomotor en determinada posición, cuando no puede mantenerse por sí mismo. Y se dividen en:

- a. Pasivas correctoras: Las cuales se encargan de corregir alguna deformidad.
- b. Pasivas posturales: Su función va a ser mantener un ángulo articular obtenido

por otros medios.[11]

Figura 1: Férula canina



Figura 1: Ejemplo de férula canina, recuperado de Medical Expo [4]

SISTEMA ÓSEO CANINO:

El sistema esquelético consta de 319 huesos, proporciona estabilidad y soporte a los músculos que, coordinados con el sistema muscular, forman el movimiento. Otra de las funciones es proteger a las diferentes partes del cuerpo de posibles golpes y accidentes, por ejemplo, el hueso del cráneo actúa como casco protector del encéfalo, las costillas como caja protectora de los órganos internos (corazón, pulmones, hígado) y el canal vertebral como protector de la médula espinal. Otra de las funciones del esqueleto es la producción de los glóbulos rojos en la médula ósea, y el almacenamiento de vitaminas y minerales para cuando el organismo los necesite.[12]

Partes generales:

Figura 2: Sistema óseo canino

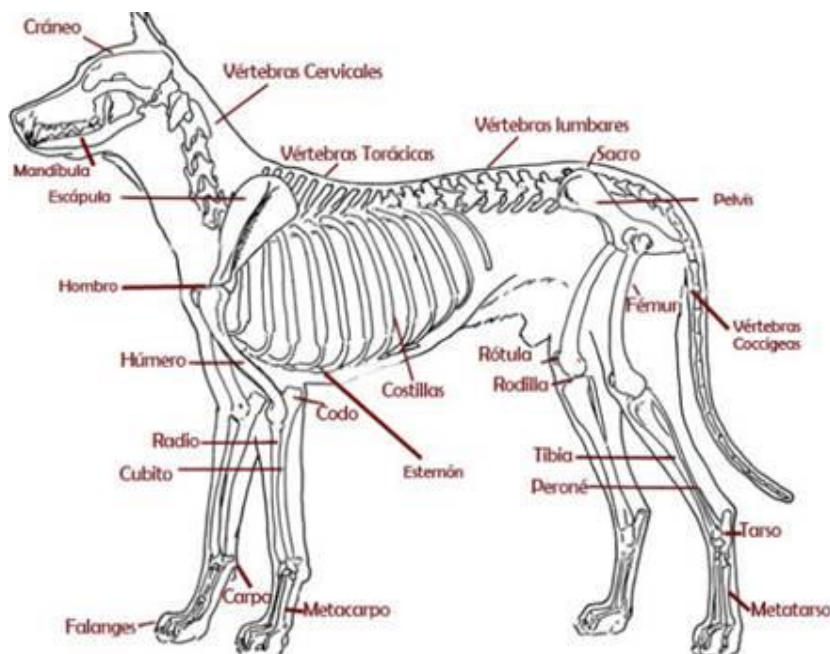


Figura 2: sistema esquelético, tomado de ECD Veterinaria [4]

HUESOS DE LAS EXTREMIDADES ANTERIORES DE LOS PERROS

Los huesos que conforman las patas o extremidades delanteras de los perros son:

Escápula: es un hueso plano. Cabe destacar que la escápula se mantiene unida al tronco únicamente mediante uniones fibrosas, lo que significa que una abducción (separación) excesiva de la escápula podría originar una luxación de la misma y una lesión del plexo braquial.

Húmero: es un hueso largo que, junto con la escápula, forma la articulación del hombro.

Cúbito y radio: son dos huesos largos que tienen una disposición espacial en forma de X. Junto con el húmero, forman la articulación del codo.

Carpó: está formado por dos filas de huesos cortos. La fila proximal está integrada por 3 huesos y articula con el cúbito/radio, mientras que la fila distal está integrada por 4 huesos y articula con los metacarpos.

Metacarpos: en concreto son 5 los huesos metacarpianos y se corresponden con los cinco dedos que presenta la mano del perro.

Falanges: el primer dedo solo tiene 2 falanges, mientras que los cuatro dedos restantes tienen 3 falanges (proximal, media y distal). Cabe destacar que a nivel de las falanges se encuentran los huesos sesamoideos proximales y distales.

HUESOS DE LAS EXTREMIDADES POSTERIORES DE LOS PERROS

Los huesos que conforman las patas o extremidades traseras de los perros son:

Hueso coxal (cadera): a su vez está formado por el ilion, isquion y pubis.

Fémur: es un hueso largo que, junto con el hueso coxal, forma la articulación coxofemoral.

Tibia, peroné y rótula: la tibia y el peroné son dos huesos largos que, junto con el fémur y la rótula, forman la articulación de la rodilla (articulación fémorotibiorotuliana).

Tarso: Está formado por dos filas de huesos. La fila proximal está integrada por 2 huesos y la fila distal por 4 huesos.

Metatarsos: en concreto son 5 los huesos metatarsianos, pero el primero es tan pequeño que queda a la altura del tarso (se corresponde con el espolón).

Falanges: tienen la misma configuración que en las extremidades anteriores. [13]

Figura 3: Partes extremidades anterior y posterior

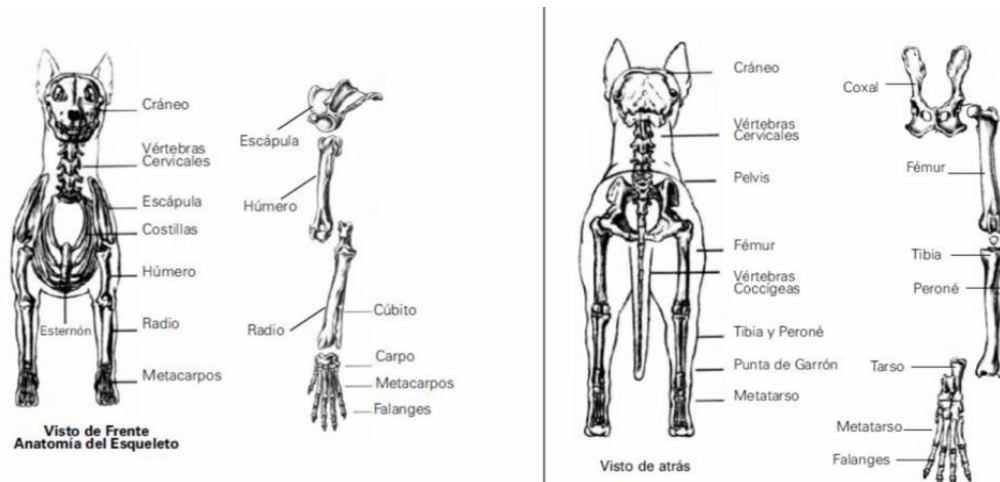


Figura 3: Huesos extremidades anterior y posterior, tomada de libro de Anatomía canina, capítulo 2 [4]

DISCAPACIDAD:

Se define como la condición que impide o limita al sujeto en su vida diaria.

Discapacidad física:

Es aquella que limita o impide el desempeño motor del sujeto. Las causas de la discapacidad física muchas veces son congénitas o de nacimiento. También pueden ser causadas por lesión medular en consecuencia de accidentes o problemas del organismo.[14]

LESIONES O FRACTURAS:

Se denomina fracturas en perros a la pérdida de continuidad de un hueso o cartílago, esto es cuando se rompe un hueso o cartílago parcial o completamente. La causa más común y frecuente de una fractura en perros es en traumatismo o golpe, aunque existen otras causas de fractura, como algunas enfermedades (fracturas patológicas). [15]

Tipos de lesiones en extremidad canina anterior y posterior:

Un hueso puede romperse de muchas maneras; las llamamos fracturas. Para que sea más fácil planificar el tratamiento, las fracturas se clasifican en varias categorías:

1. **Abierta:** La fractura que causa una herida abierta en la piel, puede crearse cuando el hueso roto penetra la piel (de dentro hacia afuera) o cuando un objeto atraviesa la piel y rompe el hueso.
2. **Cerrada:** sucede cuando no hay una herida abierta cerca de la fractura.
3. **Incompleta:** fractura que se parece más a una flexión del hueso;
4. **Completa:** se ha roto todo el perímetro del hueso y se han formado dos o más fragmentos óseos.

Las fracturas completas, a su vez, se clasifican según la forma de la rotura.

A) Transversal: rotura recta a través del hueso que forma un ángulo recto en relación con el eje longitudinal del hueso.

B) Oblicua: rotura diagonal del hueso que da lugar a dos fragmentos óseos con extremos puntiagudos.

C) Impactada: similar a la transversa, pero con trazos más pequeños perpendiculares que se originan en el trazo inicial (normalmente causadas por caídas de gran altura o impactos en la dirección de la longitud del hueso).

D) Conminuta: aquella con más de 3 fragmentos en el sitio de fractura.

E) Rama verde: casos la fractura no divide al hueso, pero un fragmento (el fragmento fracturado) queda unido en su base al mismo. como cuando dobla una rama verde.

F) Espiral: fractura frecuente en lesiones por rotación de la extremidad, donde pueden aparecer varios trazos oblicuos formando una espiral en el hueso. [16]

En la siguiente imagen se puede observar los tipos de fracturas:

Figura 4: tipos de fracturas en extremidades anterior y posterior

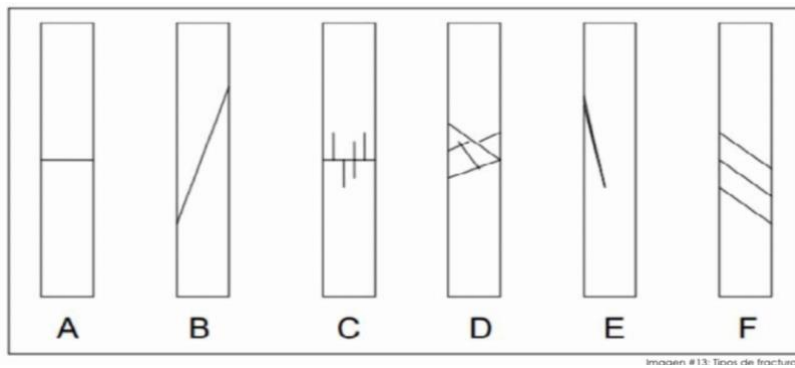


Figura 4: tomada de tesis de escuela de diseño de objetos [4]

DISEÑO EN 3D

El diseño 3D es el conjunto de técnicas que nos sirven para proyectar en tres dimensiones. Sería el primer paso para idear los objetos, construcciones y piezas tridimensionales antes de modelarlas o construirlas.

El término *diseño 3D*, *significa*: diseño (acción de designar o proyectar, creación de signos) y 3D (alusivo a las tres dimensiones, a un ambiente en donde los ejes del plano cartesiano van más allá de X y Y, incorporando el eje Z al asunto), es por esto que se define como designar y proyectar objetos en tres dimensiones.

En el campo de la ingeniería, el diseño 3D es con frecuencia usado para generar simulaciones, con las cuales se pueda medir el impacto de determinados procesos bajo ciertas variables para así evitar riesgos en la ejecución del proyecto real. [17]

Actualmente existen aplicaciones con las que se puede hacer diseños de manera profesional y gratuitos los cuales tomamos como base y se definirán a continuación:

TINKERCAD

Es una colección online que incluye herramientas de software de Autodesk, y que permite a los usuarios crear proyectos en modelos 3d. Este software CAD se basa en una geometría sólida constructiva (CSG), que permite a los usuarios crear modelos complejos mediante la combinación de objetos más simples.[18]

MESHMIXER

Es uno de los softwares 3d gratuitos ofrecidos por Autodesk que presenta varias características interesantes para ayudar al usuario en el modelado y la impresión 3D. Disponible en Windows y Mac OS, la versión 3.5 de MeshMixer se basa en el modelado de superficies para diseñar cualquier tipo de pieza a partir de otro modelo, más precisamente en una malla triangular. Podrás combinar varias formas entre ellas, modificarlas según tus necesidades, analizarlas antes de imprimirlas y exportarlas en el formato adecuado. [19]

MARCO LEGAL

Normativa para la protección y bienestar de los animales en Colombia:

La inclusión de animales como sujetos de protección por parte del Estado, se ha promovido desde la Constitución Política de Colombia de 1991. No obstante, la legislación anterior ya había contemplado aspectos relacionados con el tema, como la creación de las Juntas Defensoras de Animales creadas mediante la Ley 5ª de 1972 y, lo consignado en la Ley 84 de 1989, la cual otorga a los animales especial protección contra el sufrimiento y el dolor, causados directa o indirectamente por el hombre, además establece los actos de crueldad frente a los animales, derogando tácitamente esos actos de malos de tratos frente a los animales.

A partir del año 2016, se generaron normas desde la visión de la protección animal como seres sintientes, la cual ha sido acompañada por jurisprudencia del Consejo de Estado, la Corte Constitucional y la Corte Suprema de Justicia. Lo anterior ha conllevado a que la protección y el bienestar animal se visualice con mayor fuerza en la agenda política de diferentes municipios colombianos, de manera que entre los años 2016 y 2019 se vincularon iniciativas dentro de algunos planes de desarrollo, relacionadas con temas de salud pública, políticas y lineamientos de protección. Adicionalmente, la Ley del actual Plan Nacional de Desarrollo (Ley 1955 de 2019) estableció en su artículo 324 la necesidad de formular la política nacional de protección y bienestar de animales domésticos y silvestres, en un esfuerzo conjunto de cinco entidades del Gobierno nacional en coordinación con las demás entidades competentes.[20]

En Colombia La Ley 1774 del 6 de enero de 2016 entabla un marco de “respeto, solidaridad, compasión, ética, justicia, cuidado, prevención del sufrimiento, en la erradicación del cautiverio y el abandono” en el trato de los seres humanos hacia los

animales.[21], por la cual se penalizan maltratos, daños que puedan afectar su calidad de vida y generar la muerte.

METODOLOGÍA

DISEÑO

Materiales y métodos

Designamos las aplicaciones necesarias para realizar el diseño, probando que sean específicas para incluir las modificaciones para su mayor ajuste y adaptabilidad.

Dentro de nuestra investigación encontramos distintas herramientas para poder diseñar nuestro modelo en 3D, los softwares de diseño utilizados fueron:

1. Meshmixer: Este fue útil para una mejor visualización de algunos modelos de férulas ya que permitió modificarle las dimensiones.
2. Tinkercard: En este software de diseño se realizó la mayoría del trabajo ya que pudimos realizar los cortes y modificamos requeridas para hacer un diseño más limpio y optimo.
3. Fusión 360: El software se utilizó de forma pasiva para reestructurar el prototipo diseñado previamente en Tinkercard, de manera adicional se establecen las medidas en milímetros con el fin de escalar el diseño del modelado de la férula, además se realiza la simulación del funcionamiento del dispositivo.
4. Microsoft Forms: Se realizo la encuesta para recopilación de información.
5. Microsoft Excel: Fue utilizado para realizar la matriz de los distintos referentes tecnológicos.

Actividades

1. Revisamos en distintas bases de datos los referentes tecnológicos y organizamos las investigaciones en una matriz en Microsoft Excel:

Figura 5: matriz (Organización investigación de referentes)

BÚSQUDA PRELIMINAR POR BASE DE DATOS			
Esta pestaña se diligencia por cada base de datos utilizada, o puede también agregar una columna especificando las bases de datos utilizadas.			
Base de Datos: Google académico			
Palabras Claves utilizadas en la búsqueda: férula canina			
Filtro/s utilizado/s: por año (2015-2022)			
Cadena de Búsqueda			
Cantidad de Resultados: 10		La cantidad de artículos arrojados al aplicar la estrategia de búsqueda, deben aparecer detallados en esta pestaña, especificando título, resumen, obj de la inv. Y si se ajusta a la pregunta de investigación.	
Objetivo de la actividad: encontrar referentes teoricos que nos ayuden en el avance y la mejora de nuestra propuesta investigativa		Identificar cantidad potencial de artículos para la revisión sistemática	
DOI	Título Artículo	Resumen	¿Se ajusta a sus intereses investigativos?
		Actualmente, en muchos hogares se consideran a las mascotas como un miembro más de la familia, por lo que los dueños es estas han mostrado una creciente preocupación, sobre todo por la salud de ellas. En este ámbito, uno de los principales problemas que se han detectado, es en cuanto a los tratamientos para fracturas. El proceso de sanación de las fracturas en mascotas suele ser complicado,	

Figura 5: organizador de referentes, propia del autor [4]

2. Realizamos una encuesta para recopilar información sobre:
 - Los tipos de fracturas en extremidades más comunes en perros que presentan algunas clínicas veterinarias.
 - ¿Qué tratamiento recomiendan por ofrecer mejor resultado?
 - ¿Qué tratamiento consideran más costoso?

Figura 6: Encuesta de investigación

ENCUESTA DE INVESTIGACION PARA LA MEJORA DE UNA FERULA CANINA



Figura 6: Encuesta de investigación, propia del autor [4]

Procedimiento

Los siguientes pasos fueron los realizados en base a los objetivos planteados para llevar a cabo nuestro diseño:

1. Para comenzar el diseño tuvimos en cuenta las medidas de distintos perros según su tamaño:

Tabla 1: Clasificación por tamaño

<i>Clasificación por tamaño</i>		
<i>Tamaño pequeño</i>	Hasta 25.40 cm	Hasta 10 kg
<i>Tamaño mediano</i>	De 27.90 cm a 50.80 cm	De 11 a 20 kg
<i>Tamaño grande</i>	De 53.30 cm a 73.60 cm	De 21 a 29 kg
<i>Tamaño gigante</i>	Más de 76.20 cm	Más de 30 kg



Tabla 1: Clasificación por tamaño de los perros, tomada de Orca. Suarez, 2015[3]

2. En base a estas medidas designamos una medida promedio:

Figura 7: medida promedio extremidad anterior

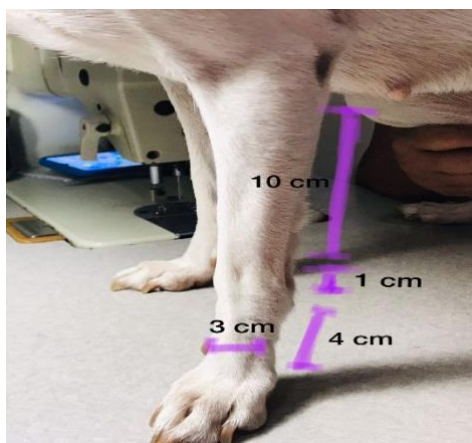


Figura 7: medida promedio extremidad anterior, creación propia del autor [4]

Figura 8: medida promedio extremidad posterior

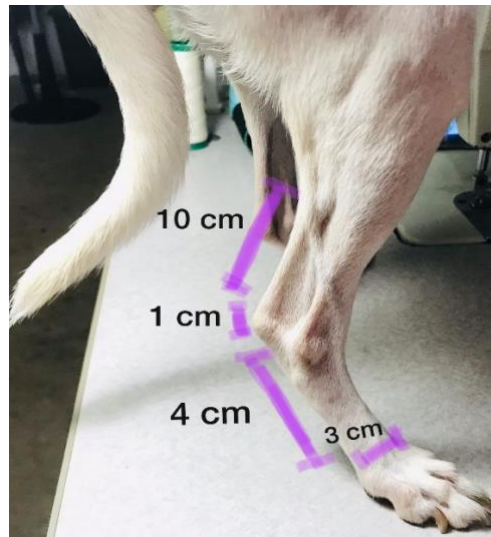


Figura 8: medida promedio extremidad posterior, creación propia del autor [4]

Las medidas promedio que estructuramos son: la primera parte consta de 10 cm o 100 mm, la segunda parte consta de 1 cm o 10 mm y la tercera parte de 4 cm o 40 mm, por 3cm de ancho o 30 mm, con estas medidas llegamos a un diseño de doble uso ya que se puede implementar en tratamientos tanto en las extremidades anteriores como posteriores.

3. Investigamos distintos diseños de férulas existentes en el mercado escogiendo una base la cual nos permitiera trabajar sobre ella llegando a hacer las modificaciones requeridas:
4. Figura 9: Férula base

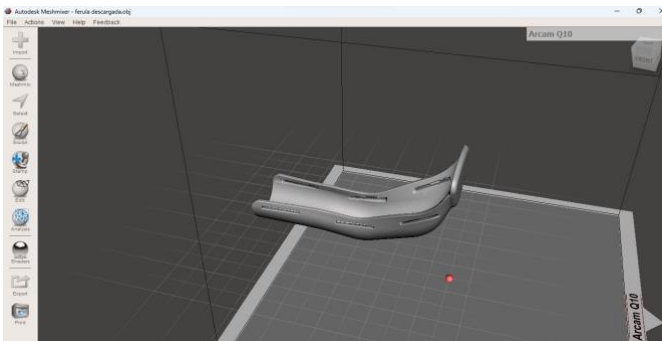


Figura 9: Férula para mascotas, tomada de cults, Solidworksmaker (2021) [4]

5. Se paso a Tinkercard para realizar los cortes:

Figura 10: cortes de la férula

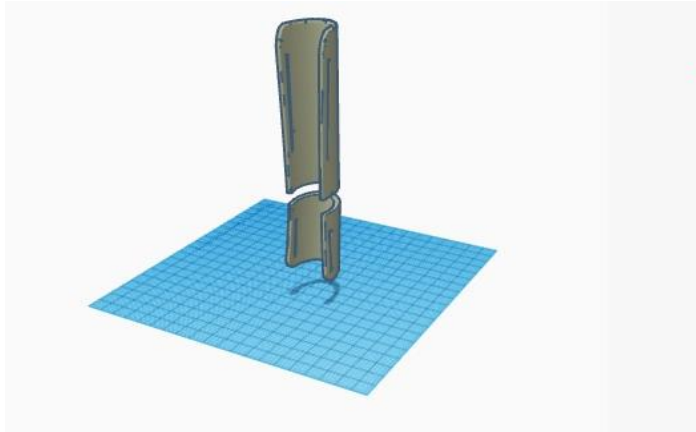


Figura 10: cortes de la férula, ilustración propia [4]

6. Se hicieron las modificaciones con las medidas promediadas debidas:

Figura 11: Cotas de ancho de la férula

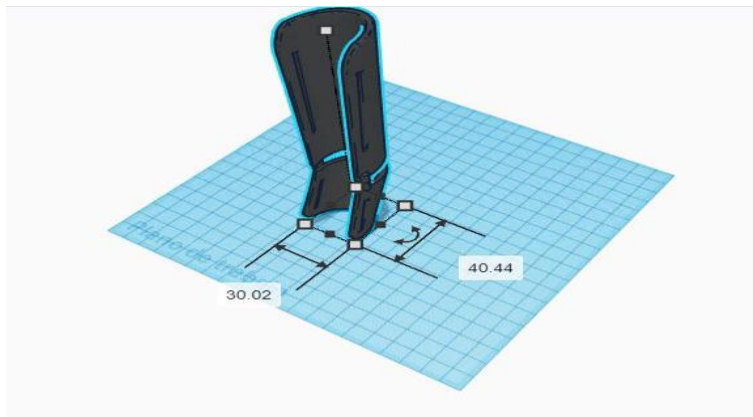


Figura 11: Cotas de ancho de la férula, ilustración propia del autor [4]

Figura 12: Cotas de largo de la férula

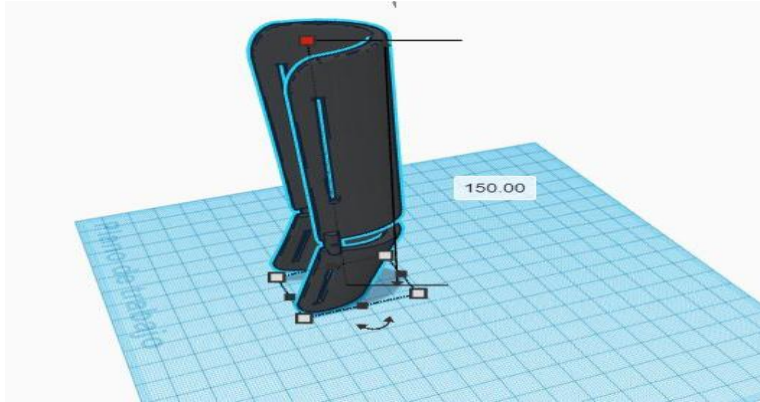


Figura 12: Cotas de largo de la férula, ilustración propia del autor [4]

7. En la aplicación Fusión 360 se hizo el prototipo final, se transformó de un sólido a una maya para escalar el modelo y poder darle un acabado más realista:

Figura 13: prototipo final

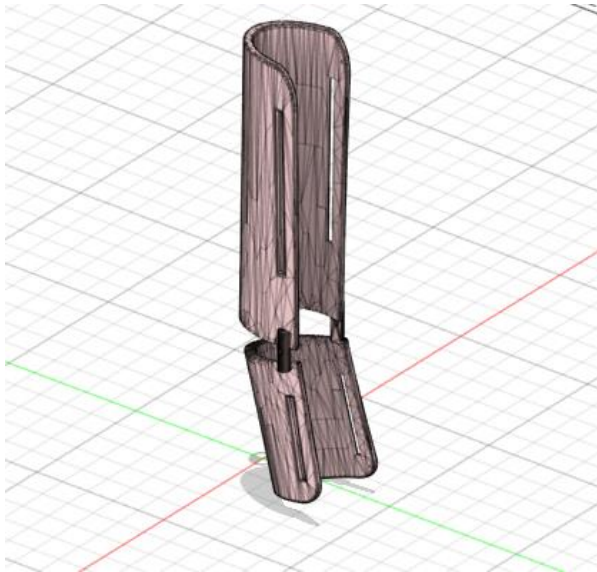


Figura 13: prototipo final, ilustración propia del autor [4]

RESULTADOS

Basado en el procedimiento señalado que realizamos para alcanzar nuestros objetivos se obtuvieron los siguientes resultados.

Logramos crear el diseño de un modelo para cualquier pata, ya sea para la extremidad anterior como para la extremidad posterior, la cual será adaptable para perros pequeños, medianos y grandes que se encuentren dentro de la medida promedio planteada.

En la siguiente imagen se evidencia el resultado del prototipo final:

Figura 14: Resultado final en fusión 360

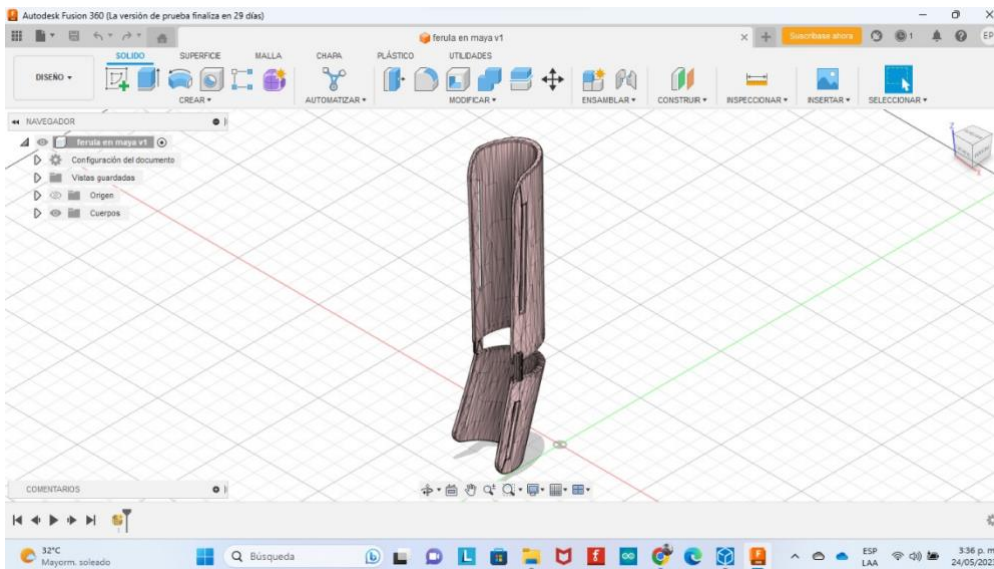


Figura 14: Resultado final en fusión 360, creación propia [4]

DISCUSIÓN (ANÁLISIS DE RESULTADOS)

El prototipo final se alcanzó mediante el uso correcto de las herramientas planteadas en la metodología.

La recopilación de datos nos ayudó a definir y justificar en que aspectos se encuentra la necesidad de aplicar este proyecto, Con la ayuda de algunos expertos y profesionales en el tema. Fueron encuestados 20, 10 en la ciudad de Barranquilla y 10 en el municipio de Juan de Acosta, Atlántico. Obteniendo los siguientes resultados:

11 respuestas

- Los tipos de fracturas en extremidades más comunes en perros que presentan algunas clínicas veterinarias.

Tabla 2: Tipos de fracturas en resultados de la encuesta

6. ¿que tipos de lesiones son las mas comunes en los caninos segun su experiencia?

[Más detalles](#)

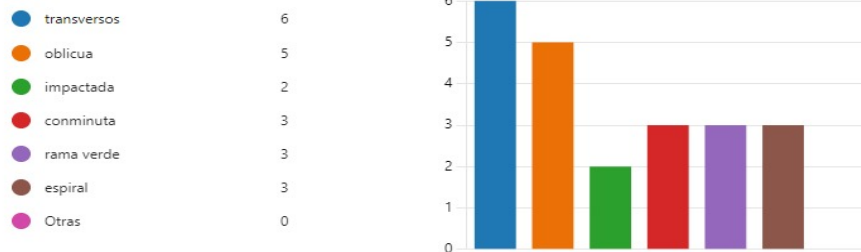


Tabla 2: Tipos de fracturas en resultados de la encuesta, creación propia [4]

- ¿Qué tratamiento recomiendan por ofrecer mejor resultado?

Tabla 3: tratamiento recomendado en resultados de la encuesta

2. ¿Que tratamiento ofrese mejor resultado?

[Más detalles](#)

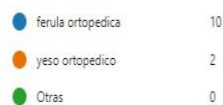


Tabla 3: tratamiento recomendado en resultados de la encuesta, creación propia [4]

- ¿Qué tratamiento consideran más costoso?

Figura 15: tratamiento más costoso en resultados de la encuesta

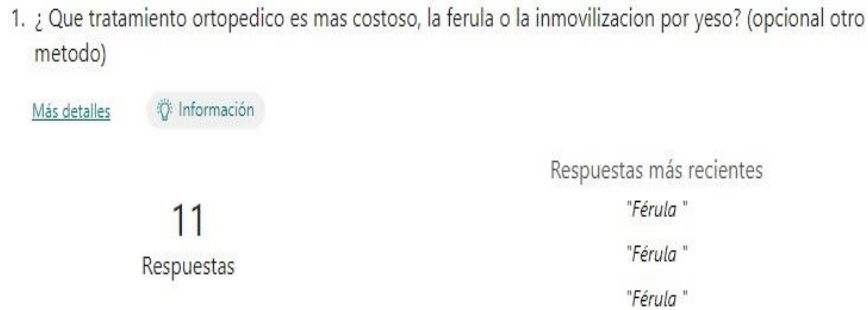


Figura 15: tratamiento más costoso en resultados de la encuesta, creación propia [4]

Por último, cabe resaltar que con la ayuda de los softwares de diseño en 3D que se implementaron, pudimos crear los cortes y modificaciones en el diseño para el modelado final.

Dando como resultado una férula ortopédica para el tratamiento de fracturas, que será adaptable para cualquier pata de perros pequeños, medianos y grandes que se encuentren dentro de la medida estándar planteada en el transcurso del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este trabajo se llevó a cabo el diseño 3D de una férula canina. Tanto el trabajo de campo como la información encontrada en fuentes bibliográficas señalaron que la necesidad de elaborar una férula es mayor para el tratamiento de fracturas de extremidades anterior y posterior, ya que son las que se presentan frecuentemente.

La férula fue elaborada utilizando una estructura promedio basada en las medidas de perros pequeños, medianos y grandes ya existentes. El diseño de dos piezas permite ser ajustada en ancho y largo para cualquier extremidad del perro.

Por otro lado, sugerimos que en caso de que se desee manufacturar el modelo, el método de elaboración sea impresión 3D, ya que sería de menor costo y más asequible para familias, clínicas veterinarias y fundaciones que lo deseen adquirir.

REFERENCIAS

- [1] Rodrigues R (2008). Innovaciones en ortesis para la rehabilitación de animales accidentados, Portal Veterinaria.
- [2] Zucchi Valentin. Homenaje a su decubridor, Primer centenario del descubrimiento de la venda enyesada.
- [3] Clínica Martin Gómez traumatólogos (2017). Definición de traumatología y su historia.
- [4] Sánchez M (2015). Catedrático de traumatología y cirugía ortopédica de la universidad de Valladolid.
- [5] Ramírez I, Rodríguez M, Murrieta E (2022). “Diseño de una férula plástica para el tratamiento de fracturas en extremidades de mascotas”. Universidad de Guanajuato: México.
- [6] Rojas J (2015). “Diseño de ortopedia de rehabilitación y adaptación para caninos”. Escuela de diseño de objetos: Cuenca-Ecuador.
- [7] Cortes M (2013).” Inmovilizador para extremidades anterior con incapacidad temporal causada por fracturas simples, a bajo costo”. Universidad católica de Pereira.
- [8] Castaño C (2021). “Dispositivo para tratar fracturas simples de tibia y peroné en perros”. Universidad Católica de Pereira.
- [9] Zambonino J (2029). “Diseño de férulas para tratamientos traumatológicos en canes que necesiten inmovilización mediante un estudio zoo métrico”. Pontifica Universidad Católica del ecuador.
- [10] Suarez L (2007). “Sistema para la protección e inmovilización de lesiones en extremidades de caninos”. Universidad de los andes: Bogotá D.C.
- [11] Sabater C (2018-2019). “Diseño y calculo de una prótesis canina”. Universidad politécnica de Valencia: España.
- [12] Pichon C. Sistema Óseo del perro. Animalia: España.
- [13] Done, S.H., Goody, P.C., Evans, S. A., Stickland, N.C. (2010). Atlas en color de anatomía veterinaria. Elsevier.
- [14] Acero L. “EQUAL”, “Prótesis semi personalizada para perros en impresión 3D y fibra de carbono. Universidad del bosque: Bogotá.
- [15] Veterinarias Borges (2017). Fracturas en perros y gatos. Mexico.
- [16] American College of veterinary surgeons. Temas de salud animal: Fracturas de las extremidades.

[17] Dweb Blog (2017). Diseño 3D.

[18] Alicia M (2022). 3D Natives: Tinkercad, te contamos todo lo que necesitas saber.

[19] Alicia M (2020). 3D Natives: MeshMixer, el software gratuito de modelado para superficies 3D.

[20] Gobierno de Colombia (2022). “Política nacional de protección y bienestar animal”. Bogotá D.C

[21]] Semana (2023). Artículo: Maltrato animal: ¿qué dice la ley en Colombia?