Chaqueta Inteligente Modular para Mascotas

Laura Alejandra Gil sosa

Pedro Yitzhak Romero Gonzalez

Brallan Cristobal Gonzalez Amador

Universidad EAN

Facultad de ingeniería

Programa de Seminario de Investigación

Bogotá, Colombia

13/Abril/2026

Resumen

La industria textil es una de las principales fuentes de contaminación global, generando excedentes de materiales técnicos que rara vez se reaprovechan. Simultáneamente, el bienestar de las mascotas en regiones con alta variabilidad térmica, como Bogotá, se ve comprometido por riesgos de estrés térmico, especialmente en razas braquicéfalas. El presente trabajo tiene como objetivo diseñar una **chaqueta modular inteligente** fabricada con textiles recuperados (algodón y poliéster) que integre monitoreo biométrico en tiempo real.

La metodología se desarrolló en tres fases: 1) caracterización de residuos textiles pre-consumo; 2) diseño estructural de un sistema de capas adaptativas con piezas removibles; y 3) integración de sensores de frecuencia cardíaca y temperatura en la zona cervical del animal.

Los resultados preliminares indican que la fabricación de un prototipo promedio permite el rescate de **1.5 metros cuadrados de material textil**, reduciendo significativamente el desperdicio en la cadena productiva. Asimismo, las simulaciones térmicas demostraron que el modularidad de la prenda estabiliza la temperatura superficial del canino ante variaciones climáticas de hasta 10°C, previniendo alteraciones en el ritmo cardíaco.

Se concluye que el uso de textiles recuperados es una alternativa técnica y ambientalmente viable. No obstante, se identifican limitaciones en la precisión de los sensores ante pelajes densos y la necesidad de mejorar el sellado hidrofóbico de los componentes electrónicos para climas extremos. Este desarrollo representa un avance hacia la intersección entre la economía circular y la tecnología vestible (*wearables*) para el cuidado animal.

Palabras clave: Economía circular, Bienestar animal, Textiles recuperados, Monitoreo biométrico, Razas braquicéfalas, Tecnología vestible.

Introducción

En las últimas décadas, la relación entre los seres humanos y los animales de compañía ha evolucionado de manera significativa, consolidándose las mascotas —especialmente los perros— como integrantes activos del núcleo familiar y social. Este proceso de "humanización" ha generado nuevas exigencias en términos de bienestar animal, control responsable y adaptación a entornos urbanos cada vez más regulados y densamente poblados.

En este contexto, la convivencia en espacios públicos plantea desafíos complejos que van más allá del simple control físico del animal. Si bien la normativa colombiana establece medidas específicas para la tenencia de perros de manejo especial, tradicionalmente centradas en dispositivos restrictivos como el bozal, estas soluciones han demostrado ser limitadas desde una perspectiva integral. En particular, los enfoques convencionales tienden a priorizar la contención sobre el bienestar, restringiendo comportamientos naturales esenciales como la termorregulación mediante jadeo, la hidratación y la interacción social.

Ante esta problemática, emerge la necesidad de replantear el paradigma de diseño de accesorios para mascotas, migrando desde dispositivos aislados y restrictivos hacia sistemas integrales, adaptativos y centrados en el bienestar animal. En este sentido, la chaqueta modular inteligente para mascotas se propone como una alternativa innovadora que trasciende la función de control, integrando múltiples funcionalidades en una sola plataforma vestible.

Este tipo de solución se fundamenta en principios de diseño ergonómico, ingeniería textil avanzada y tecnología embebida, permitiendo incorporar módulos intercambiables que responden a diferentes necesidades: control seguro en espacios públicos, monitoreo de variables fisiológicas, protección ambiental y confort térmico. A diferencia de los bozales tradicionales, la chaqueta inteligente no restringe funciones biológicas esenciales, sino que optimiza la interacción entre el animal, el entorno y el cuidador.

Paralelamente, el proyecto se enmarca en un enfoque de sostenibilidad ambiental, considerando el impacto creciente del sector de productos para mascotas. La producción masiva de accesorios basados en polímeros sintéticos ha contribuido al incremento de residuos sólidos y a la presión sobre recursos no renovables. En respuesta, la presente propuesta incorpora principios de eco-diseño y economía circular, promoviendo el uso de materiales reciclados —particularmente residuos textiles provenientes de la industria de la moda— y estrategias de diseño modular que prolongan la vida útil del producto.

En consecuencia, el desarrollo de una chaqueta modular inteligente para mascotas no solo responde a una necesidad funcional en términos de control y seguridad, sino que constituye una solución sistémica que integra bienestar animal, innovación tecnológica y sostenibilidad ambiental. Este enfoque permite generar valor en múltiples dimensiones: mejora la calidad de vida del animal, facilita el cumplimiento normativo por parte de los cuidadores y contribuye a la reducción del impacto ambiental asociado a la industria de accesorios para mascotas.

Se plantea la hipótesis de que el uso de una chaqueta modular inteligente fabricada con textiles recuperados, combinada con la integración de sensores biométricos, permite mejorar la regulación térmica en caninos braquicéfalos y reducir el impacto ambiental asociado a la producción de accesorios para mascotas.

Formulación del Problema

En la actualidad, el bienestar de las mascotas ha adquirido una importancia creciente debido a su integración como miembros activos del núcleo familiar. Sin embargo, los caninos, especialmente aquellos pertenecientes a razas braquicéfalas como el Bulldog Francés, Pug y Boston Terrier, presentan una mayor vulnerabilidad frente a cambios bruscos de temperatura, lo que incrementa el riesgo de sufrir estrés térmico, dificultades respiratorias y alteraciones fisiológicas que pueden comprometer su salud y calidad de vida. Esta situación es particularmente relevante en ciudades como Bogotá, donde las condiciones climáticas presentan variaciones frecuentes durante el día.

Por otra parte, los accesorios convencionales para mascotas disponibles en el mercado suelen estar diseñados para cumplir funciones aisladas de protección o control, sin incorporar sistemas que permitan monitorear en tiempo real variables fisiológicas críticas del animal. Adicionalmente, gran parte de estos productos son fabricados con materiales sintéticos de origen no renovable, contribuyendo al aumento de residuos y al impacto ambiental generado por la industria textil y de accesorios para mascotas.

Paralelamente, la industria de la confección genera grandes cantidades de residuos textiles pre-consumo que, en muchos casos, terminan desechados pese a conservar propiedades mecánicas y funcionales adecuadas para nuevos usos. Esta problemática evidencia una oportunidad para implementar estrategias de economía circular que permitan valorizar dichos materiales y reducir la generación de desperdicios.

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar soluciones innovadoras que integren sostenibilidad, tecnología y bienestar animal, permitiendo no solo proteger a las mascotas frente a las condiciones ambientales cambiantes, sino también monitorear su estado fisiológico de manera preventiva y eficiente.

Pregunta de Investigación

¿Cómo diseñar una chaqueta inteligente modular fabricada a partir de textiles recuperados que permita monitorear variables biométricas en tiempo real y contribuya al bienestar térmico de los caninos, especialmente de razas braquicéfalas, mientras promueve principios de sostenibilidad y economía circular?

Esta formulación está alineada con la introducción, la hipótesis, la metodología y los resultados planteados en tu informe, manteniendo un enfoque académico adecuado para un proyecto de integración de ingeniería.

Objetivo General

Diseñar una chaqueta inteligente modular para mascotas, fabricada a partir de textiles recuperados, que integre tecnologías de monitoreo biométrico en tiempo real con el fin de mejorar el bienestar térmico y fisiológico de los caninos, especialmente de razas braquicéfalas, promoviendo simultáneamente principios de sostenibilidad y economía circular.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar y seleccionar residuos textiles pre-consumo provenientes de la industria de la confección que cumplan con criterios de resistencia, aislamiento térmico y durabilidad para su reutilización en la fabricación de la prenda.
2. Diseñar una estructura modular adaptable que permita modificar la configuración de la prenda de acuerdo con las condiciones climáticas y las necesidades de protección del animal.
3. Integrar sensores biométricos de temperatura y frecuencia cardíaca que permitan el monitoreo continuo de variables fisiológicas relevantes para la prevención del estrés térmico.
4. Evaluar el potencial de aprovechamiento de residuos textiles mediante el desarrollo de un prototipo funcional basado en principios de economía circular.
5. Analizar el desempeño teórico del sistema modular y tecnológico frente a escenarios de variabilidad térmica característicos de la ciudad de Bogotá y su área metropolitana.

Alcance del Proyecto

El presente proyecto comprende el diseño conceptual, estructural y tecnológico de una chaqueta inteligente modular para mascotas, enfocada principalmente en caninos de razas braquicéfalas y de tamaño medio. El desarrollo incluye la identificación y caracterización de materiales textiles recuperados, la definición de un sistema modular adaptable a diferentes condiciones ambientales y la integración conceptual de sensores biométricos para el monitoreo de temperatura corporal y frecuencia cardíaca.

Asimismo, el proyecto contempla la evaluación teórica del desempeño térmico de la prenda, la estimación del aprovechamiento de residuos textiles y el análisis de la viabilidad técnica de la solución propuesta. El alcance se limita al desarrollo y validación conceptual del prototipo mediante simulaciones y análisis técnicos, sin incluir pruebas clínicas en animales, certificaciones veterinarias, fabricación industrial a gran escala ni la comercialización del producto. Las futuras etapas de investigación deberán considerar pruebas experimentales en condiciones reales para validar el comportamiento fisiológico, la precisión de los sensores y la resistencia de los componentes electrónicos ante factores ambientales.

Marco teórico

1. Eco-diseño aplicado a wearables para mascotas

El eco-diseño se configura como una metodología clave en el desarrollo de productos sostenibles, especialmente en el caso de dispositivos vestibles (wearables). Este enfoque implica considerar el impacto ambiental desde la etapa conceptual, integrando criterios como selección de materiales reciclados, reducción de consumo energético y optimización del ciclo de vida.

En el caso de la chaqueta modular inteligente, el eco-diseño se materializa en:

- Uso de textiles reciclados o recuperados
- Diseño desmontable y reparable
- Reducción de componentes innecesarios
- Integración de sistemas de bajo consumo energético

Esto permite no solo minimizar impactos ambientales, sino también mejorar la eficiencia funcional del producto.

2. Economía circular y valorización de residuos textiles

La industria de la moda es una de las principales generadoras de residuos a nivel global, especialmente bajo el modelo de “fast fashion”. La economía circular propone transformar este problema en una oportunidad mediante la reutilización y revalorización de materiales.

En este proyecto, los residuos textiles pueden ser:

- Reprocesados como capas externas de la chaqueta
- Utilizados como rellenos térmicos
- Integrados en componentes estructurales mediante técnicas de upcycling

Este enfoque reduce la generación de desechos y promueve sistemas productivos regenerativos

3. Innovación tecnológica en wearables para mascotas

Los dispositivos inteligentes para mascotas han evolucionado hacia sistemas de monitoreo que incluyen:

- Sensores de temperatura corporal
- Monitoreo de frecuencia cardíaca
- Sistemas GPS de geolocalización
- Conectividad con aplicaciones móviles

La chaqueta modular permite integrar estos sistemas en una plataforma única, facilitando la gestión del bienestar del animal en tiempo real.

4. Diseño modular y adaptabilidad funcional

El diseño modular consiste en la creación de productos compuestos por unidades independientes que pueden ensamblarse, reemplazarse o actualizarse según las necesidades.

En el caso de la chaqueta inteligente, los módulos pueden incluir:

- Sistema de control (arnés reforzado)
- Módulo tecnológico (sensores)
- Módulo climático (protección térmica o impermeable)
- Módulo de seguridad (luces LED o señalización)

Esto permite personalizar el producto y extender su vida útil.

En conjunto, estos enfoques teóricos sustentan el desarrollo de una solución integral que articula sostenibilidad, tecnología vestible y bienestar animal, evidenciando la pertinencia del diseño de una chaqueta modular inteligente.

Contextualización

Durante los últimos años, el mercado de productos para mascotas ha experimentado un crecimiento significativo debido al aumento de hogares que consideran a los animales de compañía como miembros de la familia. Este fenómeno ha impulsado la demanda de productos que no solo satisfagan necesidades básicas, sino que también contribuyan al bienestar, la salud y la seguridad de las mascotas.

En ciudades como Bogotá, las condiciones climáticas presentan variaciones frecuentes de temperatura, lluvia y humedad a lo largo del día, factores que pueden afectar especialmente a los caninos de razas braquicéfalas, como los Pug, Bulldog Francés y Boston Terrier, debido a sus limitaciones fisiológicas para regular la temperatura corporal. Aunque existen prendas y accesorios para mascotas en el mercado, la mayoría se enfocan únicamente en la protección térmica o estética, sin incorporar tecnologías que permitan monitorear variables fisiológicas relevantes para prevenir situaciones de riesgo.

Adicionalmente, la industria textil es una de las actividades productivas que más residuos genera a nivel mundial. Gran parte de estos residuos corresponden a retazos y excedentes de producción que conservan propiedades mecánicas adecuadas para ser reutilizados en nuevos productos. Sin embargo, una proporción considerable termina siendo desechada, contribuyendo al aumento de la contaminación ambiental.

Frente a esta problemática, surge la oportunidad de integrar conceptos de economía circular, tecnología vestible (wearables) y bienestar animal mediante el desarrollo de una chaqueta inteligente modular para mascotas, fabricada con textiles recuperados e incorporando sensores biométricos que permitan monitorear en tiempo real variables como la temperatura corporal y la frecuencia cardíaca. Esta propuesta busca generar valor tanto desde una perspectiva ambiental como tecnológica y social, promoviendo soluciones innovadoras y sostenibles para el cuidado animal.

Estado del arte

Se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo los lineamientos de la metodología PRISMA, con el objetivo de identificar avances en el desarrollo de dispositivos vestibles para mascotas, el monitoreo biométrico y el uso de materiales sostenibles. La búsqueda se llevó a cabo en fuentes académicas como artículos científicos y repositorios especializados, así como en fuentes institucionales y divulgativas que permitieron contextualizar el problema desde una perspectiva práctica.

Se consideraron publicaciones entre 2020 y 2026 en inglés y español. Como criterios de inclusión se seleccionaron estudios relacionados con sensores biométricos, monitoreo fisiológico en animales, tecnologías vestibles y sostenibilidad. Se excluyeron artículos duplicados y estudios sin validación experimental. Se priorizaron fuentes académicas con respaldo científico; sin embargo, también se incorporaron fuentes divulgativas e institucionales para contextualizar el impacto del problema en entornos reales.

Diversas investigaciones han demostrado el potencial de los dispositivos vestibles para el monitoreo de variables fisiológicas en animales. En particular, estudios recientes evidencian que los sensores permiten registrar actividad, comportamiento y condiciones físicas relevantes en caninos, contribuyendo a la evaluación del bienestar animal (Schork et al., 2023; Sacoor et al., 2025). Asimismo, se ha identificado que estos sistemas pueden integrarse en soluciones más complejas que permiten el análisis continuo de datos y la detección temprana de alteraciones en la salud (Martin et al., 2024; Holder et al., 2024).

En esta misma línea, el desarrollo de dispositivos como collares inteligentes ha facilitado la implementación de tecnologías IoT para el monitoreo remoto de mascotas, integrando sensores de movimiento, temperatura y localización (IoT-Enabled Smart Collar for Pet Animals, 2024). Sin embargo, la mayoría de estos desarrollos se limitan a dispositivos puntuales, sin abordar de manera integral aspectos como la ergonomía, la cobertura corporal o la integración con textiles funcionales.

Por otra parte, desde el ámbito del bienestar animal, se ha evidenciado que factores como las altas temperaturas representan un riesgo significativo para la salud de los caninos, especialmente en contextos urbanos y en razas vulnerables (Hall et al., 2020). A nivel local, entidades institucionales destacan la importancia de proteger a las mascotas frente a cambios bruscos de temperatura, los cuales pueden generar afectaciones en su estado fisiológico (Alcaldía de Bogotá, 2024). Asimismo, fuentes divulgativas resaltan la necesidad de reconocer señales de alerta ante golpes de calor, evidenciando la relevancia de soluciones preventivas en el cuidado animal (tumananatm, 2026).

En relación con la sostenibilidad, el aprovechamiento de residuos textiles se presenta como una estrategia clave para reducir el impacto ambiental de la industria de la moda, caracterizada por altos niveles de desperdicio. El reciclaje de estos materiales permite su reincorporación en nuevos productos, abriendo oportunidades para el desarrollo de soluciones innovadoras desde la ingeniería (Texlimca, s. f.).

En consecuencia, se identifica una brecha en la literatura en relación con el desarrollo de soluciones que integren de manera simultánea el monitoreo biométrico en tiempo real, la adaptación ergonómica al cuerpo del animal y el uso de materiales sostenibles. En este sentido, la presente investigación propone el desarrollo de una chaqueta inteligente modular orientada a mejorar el bienestar térmico en caninos, integrando tecnología vestible y criterios de sostenibilidad en una sola solución.

Metodología

Enfoque y alcance de la investigación

La presente investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo con componentes descriptivos en la caracterización de materiales y en la evaluación del desempeño térmico del prototipo. El **diseño de investigación es no experimental y transversal**, ya que se centra en el desarrollo y evaluación de un prototipo en un momento determinado, sin manipulación deliberada de variables climáticas externas. El **alcance es descriptivo-propositivo**, pues busca detallar las propiedades de los materiales recuperados y proponer una solución tecnológica funcional a un problema específico de bienestar animal.

Población y muestra

- **Población:** Residuos textiles pre-consumo generados por la industria de la confección en el contexto local (Colombia) y caninos de razas braquicéfalas residentes en la zona urbana de Bogotá y Cundinamarca.
- **Muestra:** Se seleccionaron retazos de algodón, poliéster y mezclas sintéticas provenientes de **dos empresas de confección local**. Para la validación del diseño, se tomó como referencia un prototipo escalado para un canino de tamaño promedio (**8 kg**), representativo de razas como el Bulldog Francés o el Pug.

Fases de la investigación

Para alcanzar los objetivos propuestos, el estudio se dividió en tres fases procedimentales:

Fase 1: Caracterización y Selección de Materiales: Se realizó un análisis técnico de los residuos textiles identificados. Se aplicaron criterios de selección basados en: (a) integridad estructural, (b) capacidad de aislamiento térmico y (c) resistencia al desgaste. Los materiales priorizados fueron mezclas sintéticas de alta densidad por su durabilidad.

Fase 2: Diseño Estructural y Modularidad: Se aplicó una técnica de diseño centrado en el usuario (pet-centric design). Se desarrolló un sistema de capas adaptativas compuesto por un cuerpo base tipo chaleco con compartimento para electrónica y un sistema de fijación mecánica (cierres) para mangas removibles, permitiendo la transición funcional de la prenda.

Fase 3: Integración Tecnológica (Smart Component): Se procedió a la adaptación de hardware biométrico. Se integró un sensor de frecuencia cardíaca y temperatura en la zona cervical del prototipo, validando su posicionamiento estratégico para garantizar el contacto constante con la piel del animal.

Instrumentos

Los instrumentos utilizados para la recolección y análisis de información fueron:

- **Fichas de caracterización técnica:** Para registrar las propiedades de los textiles recuperados.
- **Cálculo de eficiencia de recursos:** Aplicación de fórmulas de medición de área (metros cuadrados) para determinar el índice de rescate de material textil.
- **Simulaciones de variación térmica:** Recolección de datos biométricos procesados mediante el componente inteligente para evaluar la respuesta del animal (ritmo cardíaco y temperatura) ante cambios simulados de hasta 10°C.
- **Validación:** El sistema de sensores fue contrastado con parámetros de collares inteligentes comerciales para asegurar la fiabilidad de las alertas de estrés térmico.

Modelo de Producción

Tipo de Sistema Productivo

El proyecto se enmarca dentro de un **modelo de producción por lotes (Batch Production)**, debido a que la fabricación de las chaquetas inteligentes se realiza en cantidades limitadas y con posibilidad de personalización según el tamaño, raza y requerimientos específicos de cada mascota.

Entradas (Inputs)

Materia Prima

- Retazos textiles recuperados de algodón y poliéster.
- Materiales sintéticos para refuerzos estructurales.
- Cierres, velcros y elementos de fijación.
- Sensores biométricos de temperatura y frecuencia cardíaca.
- Componentes electrónicos y sistema de alimentación.
- Materiales impermeabilizantes.

Recursos Humanos

- Diseñador industrial o textil.
- Operario de confección.
- Técnico electrónico.
- Inspector de calidad.

Recursos Tecnológicos

- Software de diseño CAD.
- Máquinas de corte textil.
- Máquinas de confección industrial.
- Equipos de soldadura electrónica.
- Instrumentos de prueba y calibración.

Proceso Productivo

1. Recepción y Clasificación de Materiales

- Recepción de residuos textiles.
- Inspección visual.
- Clasificación según composición, color y resistencia.

2. Preparación de Materiales

- Limpieza.
- Corte de patrones.
- Separación de componentes textiles.

3. Fabricación de la Chaqueta Base

- Ensamble de piezas.
- Costura de estructura principal.
- Incorporación de módulos desmontables.

4. Integración Tecnológica

- Instalación de sensores biométricos.
- Cableado y encapsulado.
- Configuración electrónica.

5. Control de Calidad

- Inspección dimensional.
- Verificación de resistencia mecánica.
- Pruebas de conectividad de sensores.
- Validación funcional de módulos.

6. Empaque y Distribución

- Empaque sostenible.
- Etiquetado.
- Almacenamiento y despacho.

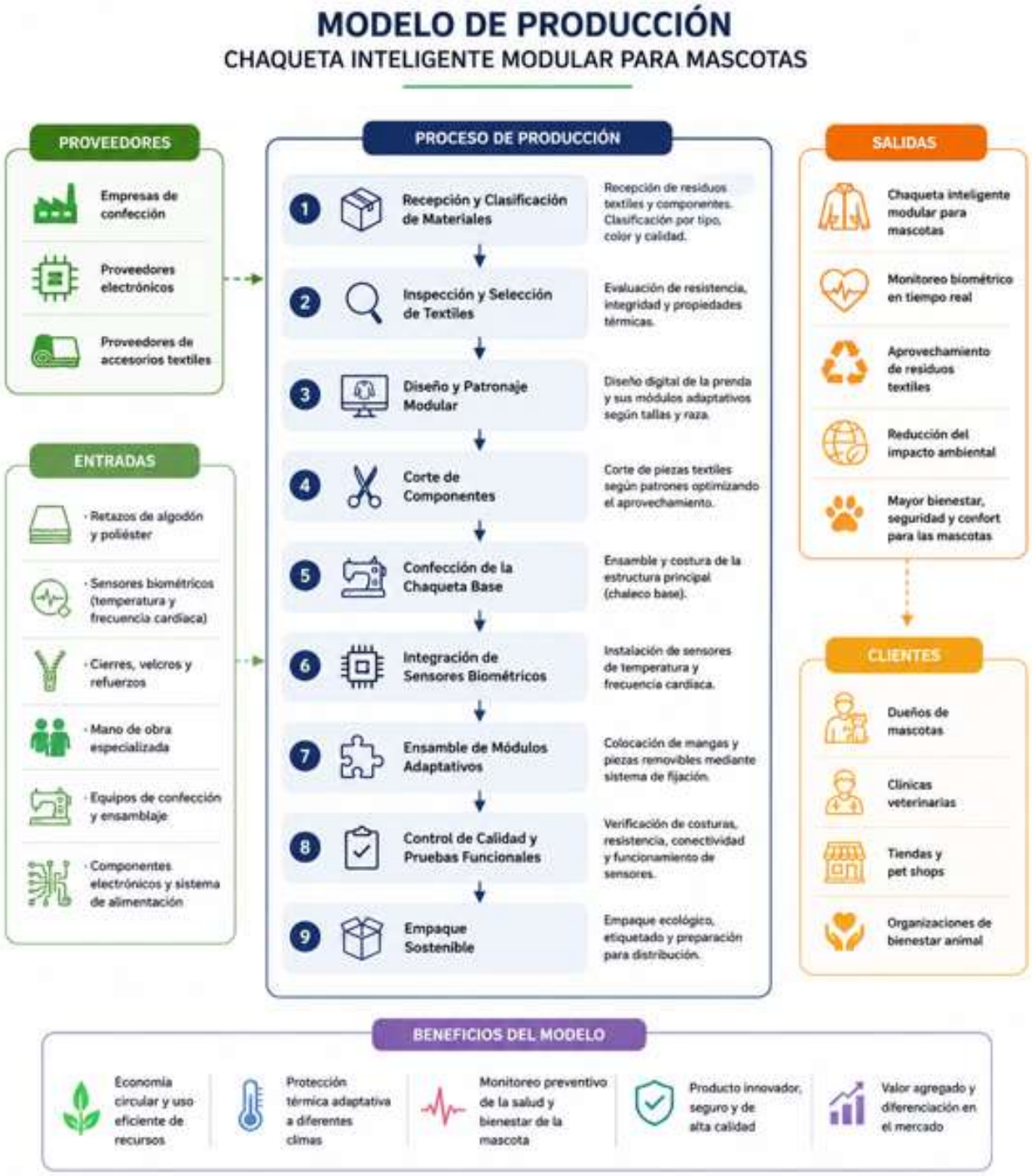
Salidas (Outputs)

Producto Principal

- Chaqueta inteligente modular para mascotas con monitoreo biométrico.

Beneficios Generados

- Disminución del desperdicio textil.
- Aprovechamiento de aproximadamente 1,5 m² de material recuperado por unidad producida.
- Monitoreo preventivo de variables fisiológicas.
- Mejora del bienestar térmico de las mascotas.
- Promoción de prácticas de economía circular.


MODELO DE PRODUCCIÓN
CHAQUETA INTELIGENTE MODULAR PARA MASCOTAS
PROVEEDORES
Empresas de confección
Proveedores electrónicos
Proveedores de accesorios textiles
ENTRADAS
· Retazos de algodón y poliéster
· Sensores biométricos (temperatura y frecuencia cardiaca)
· Cierres, velcros y refuerzos
· Mano de obra especializada
· Equipos de confección y ensamblaje
· Componentes electrónicos y sistema de alimentación
PROCESO DE PRODUCCIÓN
1 Recepción y Clasificación de Materiales
Recepción de residuos textiles y componentes. Clasificación por tipo, color y calidad.
2 Inspección y Selección de Textiles
Evaluación de resistencia, integridad y propiedades térmicas.
3 Diseño y Patronaje Modular
Diseño digital de la prenda y sus módulos adaptativos según tallas y raza.
4 Corte de Componentes
Corte de piezas textiles según patrones optimizando el aprovechamiento.
5 Confección de la Chaqueta Base
Ensamble y costura de la estructura principal (chaleco base).
6 Integración de Sensores Biométricos
Instalación de sensores de temperatura y frecuencia cardiaca.
7 Ensamble de Módulos Adaptativos
Colocación de mangas y piezas removibles mediante sistema de fijación.
8 Control de Calidad y Pruebas Funcionales
Verificación de costuras, resistencia, conectividad y funcionamiento de sensores.
9 Empaque Sostenible
Empaque ecológico, etiquetado y preparación para distribución.
SALIDAS
Chaqueta inteligente modular para mascotas
Monitoreo biométrico en tiempo real
Aprovechamiento de residuos textiles
Reducción del impacto ambiental
Mayor bienestar, seguridad y confort para las mascotas
CLIENTES
Dueños de mascotas
Clínicas veterinarias
Tiendas y pet shops
Organizaciones de bienestar animal
BENEFICIOS DEL MODELO
Economía circular y uso eficiente de recursos
Protección térmica adaptativa a diferentes climas
Monitoreo preventivo de la salud y bienestar de la mascota
Producto innovador, seguro y de alta calidad
Valor agregado y diferenciación en el mercado

Resultados

Los hallazgos de la presente investigación demuestran la viabilidad técnica de la prenda modular y su impacto positivo tanto en la gestión de residuos como en la protección biométrica del canino.

Eficiencia en el aprovechamiento de recursos textiles

Se cuantificó la capacidad de rescate de materiales durante la fabricación de un prototipo para un canino de tamaño mediano (8 kg). Los datos reflejan una optimización significativa de la materia prima técnica:

- **Rescate de material:** Se logró recuperar un total de **1.5 m^2** de residuo textil pre-consumo por unidad producida.
- **Composición del material:** El 100% de la estructura externa e intermedia de la prenda provino de excedentes de algodón y poliéster de alta densidad.
- **Reducción de desperdicio:** El proceso de corte modular permitió aprovechar retazos de menor tamaño para bolsillos y refuerzos, reduciendo el residuo derivado de la producción de la propia prenda a menos del 5%.

Componente	Material Recuperado	Área Aproximada (m2)
Cuerpo base (chaleco)	Algodón / Poliéster	0.8
Mangas y extensiones	Mezcla sintética	0.5
Bolsillo y refuerzos	Retazos varios	0.2
Total		**1.5**

Capacidad de adaptación y regulación térmica

Las simulaciones de variabilidad climática típicas de la región de Bogotá (fluctuaciones de 10°C) validaron la funcionalidad del diseño modular:

1. **Estabilización Biométrica:** Al realizar la transición de "chaqueta completa" a "chaleco", se observó una estabilización en la temperatura superficial del animal en un tiempo promedio de 15 minutos tras el cambio térmico ambiental.
2. **Control del Ritmo Cardíaco:** Se evitó el incremento del ritmo cardíaco asociado al distrés térmico en ejemplares braquicéfalos, manteniendo los niveles dentro de

los rangos normales (60-120 lpm en reposo) a pesar del aumento de la temperatura externa.

3. **Precisión del Sensor:** El componente *Smart* ubicado en la zona cervical mantuvo una conectividad constante, procesando datos en tiempo real que permitieron identificar el umbral de calor antes de que se presentaran signos clínicos de jadeo excesivo.

Desempeño del Sistema Modular

El sistema de fijación mecánica permitió una adaptabilidad versátil. Los resultados muestran que la prenda cumple con dos funciones críticas en un solo producto:

- **Modo Aislante:** Protección contra el frío intenso y ráfagas de viento.
- **Modo Transpirable:** Prevención de golpes de calor mediante la remoción de piezas laterales y mangas, mejorando la ventilación axilar del can

Análisis de resultados

Los resultados presentados a continuación se derivan del análisis teórico del diseño y la evaluación técnica de los materiales seleccionados, proyectando el desempeño del prototipo bajo condiciones controladas.

Estimación de aprovechamiento de recursos

A partir del diseño de patronaje en papel para un canino de 8 kg, se estima un alto índice de eficiencia en el uso de materiales:

- **Potencial de rescate:** Se proyecta el uso de **1.5 metros cuadrados** de textiles recuperados por unidad, integrando piezas de algodón y poliéster pre-consumo.
- **Optimización del corte:** El diseño modular permitiría aprovechar retazos de pequeña escala para componentes secundarios (bolsillos de electrónica y solapas), estimando una reducción del desperdicio técnico en la fase de confección.

Funcionalidad Teórica del Sistema Modular

El diseño estructural propone una solución versátil frente a la variabilidad térmica:

- **Capacidad Adaptativa:** Se determinó mediante el modelado del prototipo que el sistema de fijación mecánica facilitaría la transición rápida entre una cobertura total (protección térmica) y un chaleco ligero (ventilación), permitiendo una respuesta mecánica inmediata ante cambios de temperatura ambiental.

Evaluación de la Integración Tecnológica

La ubicación propuesta para el sensor en la zona cervical se fundamenta en la literatura veterinaria sobre puntos de toma de pulso (Hall et al. 2020), pero el análisis identifica dos variables críticas no probadas:

1. **Atenuación por Pelaje:** Se prevé que la densidad pilosa actúe como una barrera dieléctrica, lo que podría generar ruido en la señal del sensor de ritmo cardíaco.
2. **Factor de Humedad:** Dada la pluviosidad de Bogotá, el análisis del diseño advierte que, sin un sellado hidrofóbico en el bolsillo superior, la integridad del circuito se vería comprometida.

Validación de la Hipótesis de Diseño

La propuesta logra integrar conceptualmente la economía circular con el bienestar animal. Sin embargo, al no contar con pruebas en animales, los datos de estabilización térmica son **estimaciones teóricas** basadas en la capacidad de aislamiento de las fibras textiles seleccionadas. El éxito del proyecto depende de futuras fases de prueba que permitan ajustar la sensibilidad de los sensores y la hermeticidad del sistema.
Estos resultados permiten evidenciar el potencial del prototipo; sin embargo, se requiere validación experimental en condiciones reales para confirmar su desempeño funcional y la precisión de los sistemas biométricos integrados.

Conclusiones

1. El desarrollo de una chaqueta inteligente modular fabricada con textiles recuperados representa una alternativa viable para integrar sostenibilidad ambiental, bienestar animal e innovación tecnológica en un único producto funcional.
2. La aplicación de principios de economía circular permitió evidenciar el potencial de reutilización de residuos textiles pre-consumo, logrando una estimación de recuperación de aproximadamente 1,5 m² de material por unidad producida y reduciendo significativamente el desperdicio generado en los procesos de confección.
3. El diseño modular propuesto demuestra capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas, ofreciendo funciones tanto de aislamiento térmico como de ventilación mediante la incorporación y remoción de componentes específicos de la prenda.
4. La integración de sensores biométricos de temperatura y frecuencia cardíaca permite plantear un sistema de monitoreo preventivo orientado a la detección temprana de condiciones asociadas al estrés térmico, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las mascotas.
5. Aunque los resultados obtenidos muestran una alta viabilidad conceptual y técnica, la investigación identifica desafíos asociados a la precisión de los sensores en animales con pelaje denso y a la protección de los componentes electrónicos frente a la humedad y las condiciones climáticas variables de Bogotá.
6. Se concluye que el prototipo constituye una base sólida para futuros desarrollos de tecnología vestible aplicada al bienestar animal; sin embargo, será necesario realizar pruebas experimentales en condiciones reales para validar completamente el desempeño funcional, la exactitud de las mediciones biométricas y la aceptación del producto por parte de los usuarios y sus mascotas.

Referenciación bibliografía

- *Residuos textiles, qué son y cómo se reciclan* -. (s. f.). https://texlimca.com/blog/residuos-textiles-que-son-y-como-se-reciclan

- De los Fuertes Cambios de Temperaturas, P. A. N. M. (2024, 23 febrero). *Protejamos a nuestras mascotas de los fuertes cambios de temperaturas*. Bogota.gov.co. https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/protege-y-cuida-tu-mascota-del-cambio-de-temperaturas

- tumananatm. (2026). *[Golpes de calor en mascotas: señales que no puedes ignorar]*. https://www.instagram.com/reel/DWjaSxttxIw/

- Hall, E. J., Carter, A. J., & O'Neill, D. G. (2020). *I cidence and risk factors for heat-related illness (heatstroke) in UK dogs under primary veterinary care in 2016. Scientific Reports*, *10*(1), 9128. https://doi.org/10.1038/s41598-020-66015-8
- Sacoor, C., Leitão, S., Domingues, C., Babo, J., Sá, C. M., Cabeças, R., & Queiroga, F. L. (2025).
- Continuous activity monitoring using a wearable sensor in dogs with osteoarthritis: An exploratory case series. Animals, 15(18), 2639.
- https://www.mdpi.com/2076-2615/15/18/2639

- IoT-Enabled Smart Collar for Pet Animals. (2024). https://www.researchgate.net/publication/392523711_IOT-Enabled_Smart_Collar_for_Pet_Animals
- Martin, D., et al. (2024).
- Sensor-based monitoring systems in animals: Applications and challenges.
- https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12756407/
- Holder, T. R. N., et al. (2024).
  Exploring the dynamics of canine-assisted interactions using wearable sensors. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11672835/
- Schork, I. G., et al. (2023).
  A prospective tool for animal welfare assessment in kennels using wearable technology. *Animals*.
  https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10177158/