



Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

Trabajo fin de estudio presentado por:	José Concepción, Leonardo Urriola
Tipo de trabajo:	Trabajo fin de Máster
Director/a:	Fabricio Echeverría
Fecha:	Marzo, 2026

Índice

1 Resumen	3
2 Abstract	3
3 Introducción	5
3.1 Objetivo General	5
3.2 Objetivos Específicos	5
3.3 Metodología	5
3.3.1 Identificación y Análisis del Problema	6
3.3.2 Planificación de la Solución	6
4 Identificación y descripción un problema al interior de la organización	7
4.1 Descripción de la empresa a intervenir	8
4.1.1 Misión	8
4.1.2 Visión	8
4.1.3 Mapa de procesos	9
4.1.4 Descripción del proceso a intervenir	10
4.1.5 Descripción del problema que presenta el proceso	11
5 Establecimiento de planes de acción para la solución del problema	12
5.1 Establecimiento de objetivos	12
5.2 Descripción de la solución	12
5.3 Secuencia de actividades para ejecución de la solución	13
5.4 Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución	14
Recursos Humanos:	14
Recursos Tecnológicos:	14
Recursos Materiales:	14
Recursos Financieros:	15
6 Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.	15
6.1 Alcance final de la solución	15
6.2 Identificación de responsables de las actividades para ejecución	16
6.3 Cronograma de ejecución	17
Corto Plazo (0 - 3 meses)	17
Mediano Plazo (4 – 8 meses)	17

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

Largo Plazo (9 – 18 meses)	18
6.4 Presupuesto	20
7 Referencias bibliográficas	22

1 Resumen

El presente proyecto tiene como finalidad diseñar un sistema inteligente de predicción de demanda para optimizar la gestión del inventario de vacunas en la Veterinaria "Huella Viva", ubicada en Villa Esperanza. La investigación surge ante la necesidad de resolver la variabilidad no anticipada en la demanda de servicios de vacunación, la cual provoca desabastecimiento en temporadas de alta afluencia y sobreabastecimiento con pérdidas por vencimiento en periodos de baja demanda.

La propuesta se desarrolla bajo la metodología de investigación-acción, permitiendo analizar la realidad de la organización, identificar las causas del problema y plantear una solución basada en datos históricos. Para ello, se emplean técnicas de análisis exploratorio, series temporales y modelos predictivos que faciliten estimar la demanda mensual de vacunas con mayor precisión. De esta manera, la clínica podrá planificar mejor sus compras, reducir costos operativos, disminuir pérdidas por caducidad y fortalecer la toma de decisiones estratégicas orientadas a una gestión más eficiente y sostenible.

Palabras clave: Predicción de demanda, gestión de inventario, vacunas veterinarias, investigación-acción, series temporales, análisis de datos.

2 Abstract

This project aims to design an intelligent demand forecasting system to optimize vaccine inventory management at the veterinary clinic "Huella Viva," located in Villa Esperanza. The research arises from the need to address unanticipated variability in vaccination service demand, which leads to stock shortages during peak periods and overstock with expiration losses during low-demand months.

The proposal is developed under the action-research methodology, allowing the organization's reality to be analyzed, the causes of the problem to be identified, and a data-driven solution to be designed based on historical records. For this purpose, exploratory analysis techniques, time series methods, and predictive models are used to estimate monthly vaccine demand more accurately. In this way, the clinic will be able to improve purchasing planning, reduce operating costs, minimize expiration losses, and strengthen strategic decision-making toward a more efficient and sustainable management approach.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

.Keywords: Demand forecasting, inventory management, veterinary vaccines, action research, time series, data analysis.

Instituto Europeo de Posgrado ©

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

3 Introducción

Este proyecto de aplicación en investigación-acción se centró en la identificación y resolución de la deficiente gestión de la demanda y el control de inventarios de vacunas en la veterinaria "Huella Viva", permitiendo integrar teoría y práctica en un entorno real. Mediante un enfoque de investigación-acción, se desarrollaron habilidades de diagnóstico, análisis y planificación orientadas a mejorar la eficiencia y efectividad de un proceso crítico en la organización. La estructura del proyecto incluyó una revisión exhaustiva del contexto organizacional y la implementación de una solución factible que responde a las necesidades de la organización y optimiza su desempeño.

3.1 Objetivo General

El objetivo principal del proyecto fue desarrollar una solución operativa al problema de la variabilidad no anticipada de la demanda de vacunas, que genera desabasto en temporadas altas y sobreabastecimiento con vencimiento en temporadas bajas, en el proceso de gestión de inventario de vacunas de la veterinaria "Huella Viva". La intervención se orientó no solo a corregir el problema identificado, sino también a proporcionar una propuesta sostenible que pudiera integrarse a la estructura de la organización, elevando los niveles de eficiencia y alcanzando los estándares de desempeño requeridos en el proceso intervenido.

3.2 Objetivos Específicos

Para cumplir con el objetivo general, se establecieron tres objetivos específicos:

1. Realizar una identificación detallada del problema en su contexto organizacional, determinando causas raíz y evaluando su impacto en el desempeño general del proceso.
2. Diseñar un plan de acción estructurado con objetivos claros, actividades específicas y recursos definidos para la ejecución de la solución.
3. Establecer el alcance de la intervención, definiendo responsables, cronograma y presupuesto, para asegurar que la implementación sea organizada y efectiva.

3.3 Metodología

El proyecto se desarrolló mediante la metodología de investigación-acción, la cual facilitó la colaboración continua entre el equipo de estudiantes y docente asesor. Esta metodología permitió un enfoque sistemático para identificar problemas, formular hipótesis y aplicar soluciones en un contexto real, ajustando las estrategias conforme se avanzaba en el proyecto. La investigación-acción proporcionó un marco flexible y participativo para ejecutar el proyecto de manera estructurada, generando una intervención bien fundamentada y con alto potencial de impacto.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

El desarrollo del proyecto se estructuró en tres etapas secuenciales, cada una de las cuales abordó un aspecto específico de la intervención. En la primera etapa, se identificó y analizó el problema organizacional, incluyendo una descripción detallada de la organización, su misión, visión y el proceso específico afectado. La segunda etapa se centró en la planificación de la solución, estableciendo objetivos y actividades concretas para abordar el problema. En la tercera fase, se definieron aspectos operativos como el cronograma, el presupuesto y la asignación de roles.

3.3.1 Identificación y Análisis del Problema

En la primera etapa, se realizó un análisis exhaustivo de la organización y del contexto en el cual se desarrolla el proceso afectado. Se documentó el problema identificando sus causas raíz, efectos y puntos críticos que afectan el desempeño del proceso. Este diagnóstico inicial fue esencial para estructurar la solución y asegurar que la intervención respondiera de manera precisa a las necesidades de la organización.

El diagnóstico se realizó mediante un enfoque mixto, combinando análisis cuantitativo y cualitativo dentro de la fase inicial de la metodología de investigación-acción. En el componente cuantitativo, se analizaron los registros históricos de los últimos 24 meses de la Veterinaria "Huella Viva", incluyendo número mensual de pacientes, consumo de vacunas, pedidos realizados y casos de vencimiento o desabastecimiento. A partir de estos datos se aplicó estadística descriptiva básica y se construyeron series temporales mensuales para identificar patrones de comportamiento y variaciones estacionales en la demanda.

En el componente cualitativo, se realizaron entrevistas al personal administrativo y veterinario para comprender cómo se toman actualmente las decisiones de compra. Este análisis permitió identificar que la planificación del inventario se basa en estimaciones subjetivas y no en datos históricos estructurados, confirmando que la causa principal del problema es la ausencia de un sistema predictivo que permita anticipar la demanda y ajustar oportunamente los niveles de inventario.

3.3.2 Planificación de la Solución

En la segunda etapa, se desarrolló un plan de acción detallado que incluyó la definición de objetivos específicos y una secuencia de actividades que permitiría mitigar o resolver el problema identificado. Esta fase incluyó el diseño de una estrategia de ejecución organizada y estructurada que facilitara el logro de los objetivos propuestos y maximizará la eficiencia del proceso intervenido. La planificación detallada de actividades y recursos fue clave para asegurar una implementación precisa y efectiva.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

3.3.2.1 Definición de Alcance y Recursos

La tercera etapa se enfocó en delimitar el alcance de la intervención y los recursos necesarios. Se establecieron responsables para cada actividad, y se elaboró un cronograma de ejecución para controlar el avance de la implementación. Asimismo, se desarrolló un presupuesto que detalla los costos asociados a cada fase, permitiendo optimizar la asignación de recursos. Esta fase aseguró que todas las variables críticas estuvieran alineadas para una ejecución sin interrupciones.

Instituto Europeo de Posgrado ©

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

4 Identificación y descripción un problema al interior de la organización

La Veterinaria "Huella Viva", ubicada en Villa Esperanza, ofrece servicios médicos y preventivos para mascotas. Dentro de su estructura organizacional, la problemática se identifica en el proceso de Gestión de Demanda e Inventario de Vacunas, el cual forma parte del área administrativa y operativa.

La clínica experimenta una variabilidad significativa en la cantidad de pacientes atendidos cada mes. En temporadas específicas, como vacaciones escolares o campañas de vacunación, la demanda aumenta considerablemente; mientras que en otros meses disminuye de forma notable. Sin embargo, la planificación del inventario de vacunas no se basa en un análisis formal de datos históricos, sino en estimaciones subjetivas del personal.

El problema específico radica en la inadecuada planificación y reposición del inventario de vacunas. Esta situación genera dos efectos principales: desabastecimiento en meses de alta demanda y sobreabastecimiento en meses de baja demanda, lo que ocasiona vencimiento de insumos, pérdidas económicas y compras urgentes a mayor costo.

Los registros internos muestran fluctuaciones importantes entre meses de alta y baja demanda, evidenciando la ausencia de un sistema que permita anticipar estas variaciones. Como consecuencia, se afecta la eficiencia operativa, la rentabilidad del negocio y la capacidad estratégica de la clínica para consolidarse como líder regional.

En síntesis, el problema no es únicamente la variabilidad de la demanda, sino la falta de una herramienta predictiva que permita planificar adecuadamente el inventario y tomar decisiones basadas en datos.

4.1 Descripción de la empresa a intervenir

4.1.1 Misión

Brindar atención integral y de calidad a las mascotas, garantizando su bienestar físico y emocional, mediante servicios médicos, preventivos y educativos para sus dueños.

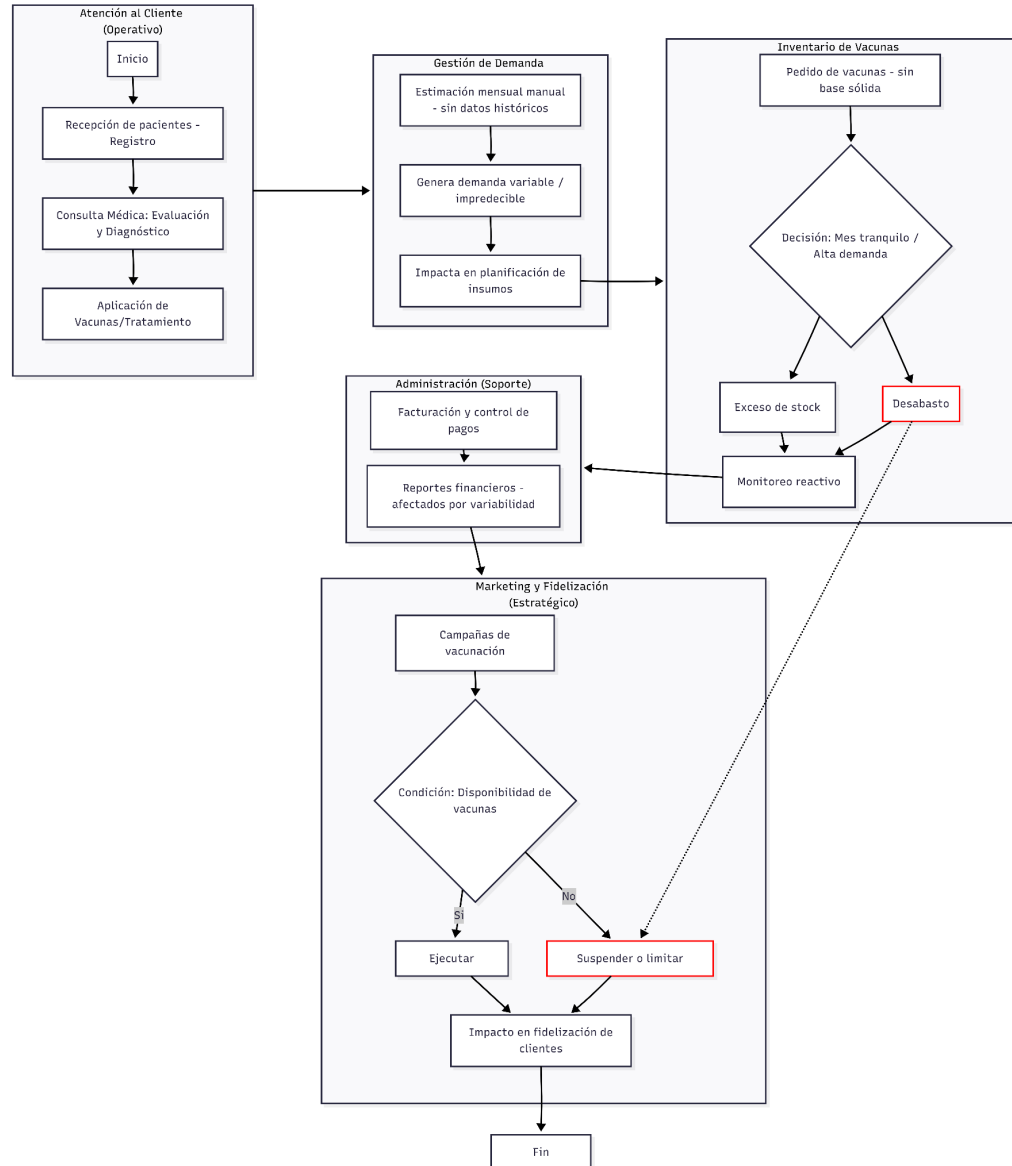
4.1.2 Visión

Convertirse en la clínica veterinaria líder de la región, reconocida por su innovación en el manejo de la salud animal, la gestión eficiente de recursos y la cercanía con la comunidad.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

4.1.3 Mapa de procesos

Figura 1. Mapa de procesos.



1. Atención al Cliente

- Recepción de pacientes: Se inicia el contacto con el cliente y se registra la mascota.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

- Consulta Médica: Incluye evaluación clínica, diagnóstico y tratamiento, que puede incluir aplicación de vacunas.
- 2. Gestión de Demanda
 - Solo se realiza una estimación mensual de visitas, sin herramientas ni datos históricos.
 - Esto genera una demanda variable e impredecible, afectando la planificación de insumos.
- 3. Inventario de Insumos (Vacunas)
 - El pedido de vacunas se realiza sin una base sólida de demanda.
 - Esto provoca exceso de stock en meses tranquilos y desabasto en meses de alta demanda.
 - El monitoreo y ajuste de pedidos se hace de forma reactiva, no preventiva.
- 4. Administración
 - Incluye facturación, control de pagos y reportes financieros.
 - Estos procesos se ven afectados por la variabilidad en la atención y el uso de insumos.
- 5. Marketing y Comunidad
 - Las campañas de vacunación y promoción dependen de la disponibilidad de vacunas.
 - Cuando hay escasez, se deben suspender o limitar, afectando la fidelización de clientes.

4.1.4 Descripción del proceso a intervenir

La veterinaria "Huella Viva" cuenta con diversos procesos que sostienen su operación diaria. Entre ellos, se han identificado dos áreas específicas que requieren atención especial y presentan oportunidades de mejora. Estos procesos son:

Gestión de Demanda

Este proceso se encarga de anticipar la cantidad de pacientes que podrían visitar la clínica en un periodo determinado.

1. Se comienza con una estimación mensual de visitas, la cual se realiza tomando en cuenta observaciones generales del comportamiento de los clientes.
2. Luego, con base en esa estimación, se busca prever la carga de trabajo del personal médico y administrativo, además de preparar los recursos necesarios para garantizar una atención adecuada.
3. A continuación, se lleva un registro de tendencias, donde se anotan factores como patrones estacionales, campañas de vacunación, feriados o eventos comunitarios que puedan influir en la afluencia de clientes.
4. Finalmente, esta información se utiliza como base para la toma de decisiones operativas, tales como la asignación de horarios, la disponibilidad de personal y la planificación de insumos médicos.

Inventario de Insumos (Vacunas)

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

Este proceso gestiona los recursos físicos necesarios para la atención médica, especialmente las vacunas.

1. Comienza con el control de stock, donde se revisa la cantidad de insumos disponibles en almacén.
2. Luego se realiza el pedido a proveedores, solicitando las vacunas y otros materiales necesarios para el funcionamiento de la clínica.
3. Una vez recibidos, se procede a la recepción y almacenamiento, asegurando que los productos se mantengan en condiciones óptimas.
4. En el subproceso, se lleva a cabo el monitoreo de vacunas, registrando su uso, vencimiento y disponibilidad.
5. Finalmente, se realiza el ajuste de pedidos según demanda actual, modificando las cantidades solicitadas en función del consumo reciente y las proyecciones internas.

4.1.5 Descripción del problema que presenta el proceso

El proceso de Gestión de Demanda e Inventario de Insumos (Vacunas) en la veterinaria "Huella Viva" presenta una deficiencia estructural derivada de la falta de un sistema formal de análisis y predicción de la demanda. Actualmente, la estimación mensual de pacientes se realiza con base en observaciones generales y experiencia previa del personal, sin utilizar datos históricos consolidados ni herramientas estadísticas que permitan anticipar variaciones estacionales.

Como consecuencia, el subproceso de inventario de vacunas se ve directamente afectado. En meses de alta demanda, como temporadas vacacionales o campañas de vacunación, el stock disponible resulta insuficiente, generando desabastecimiento, retrasos en la atención y pérdida de clientes. En contraste, durante meses de baja afluencia, se adquieren cantidades superiores a las necesarias, lo que provoca acumulación de inventario, riesgo de caducidad y pérdidas económicas.

El problema central no radica únicamente en la variabilidad natural de la demanda, sino en la ausencia de un mecanismo predictivo que permita vincular de manera técnica el análisis de tendencias con la planificación de pedidos. Esta desconexión entre la gestión de demanda y el control de inventario afecta la eficiencia operativa, incrementa costos y limita la capacidad estratégica de la clínica para planificar campañas preventivas y consolidar su posicionamiento regional.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

5 Establecimiento de planes de acción para la solución del problema

Con base en el diagnóstico realizado en la Veterinaria "Huella Viva", se establece un plan de acción orientado a mejorar el proceso de gestión de demanda e inventario de vacunas mediante la implementación de un sistema de predicción basado en análisis de datos históricos. Este plan busca corregir las deficiencias identificadas en la planificación de insumos, permitiendo una toma de decisiones más precisa y eficiente en relación con la compra y manejo de vacunas.

5.1 Establecimiento de objetivos

Para abordar el problema identificado en el proceso de gestión de demanda e inventario de vacunas, se establecen los siguientes objetivos del plan de acción:

1. Implementar un sistema de análisis de datos históricos que permita identificar patrones y tendencias en la demanda de servicios de vacunación.
2. Desarrollar un modelo de predicción de demanda mensual que facilite la planificación adecuada del inventario de vacunas.
3. Optimizar el proceso de control y reposición de inventario mediante la utilización de proyecciones de consumo que permitan reducir el desabastecimiento y el vencimiento de insumos.

5.2 Descripción de la solución

La solución propuesta consiste en el diseño e implementación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones basado en el análisis de datos históricos y técnicas de predicción de demanda. Este sistema permitirá analizar la cantidad de pacientes atendidos y el consumo de vacunas en periodos anteriores, con el fin de identificar patrones de comportamiento y posibles variaciones estacionales.

A partir de este análisis, se desarrollará un modelo de predicción que permitirá estimar la demanda futura de vacunas de manera mensual. Con esta información, la clínica podrá planificar con mayor precisión los pedidos a proveedores y mantener niveles de inventario más adecuados.

La implementación de esta solución permitirá mejorar la relación entre la gestión de demanda y el control de inventarios, reduciendo pérdidas por caducidad, evitando desabastecimientos y fortaleciendo la toma de decisiones basada en datos.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

5.3 Secuencia de actividades para ejecución de la solución

La secuencia de actividades que se presenta a continuación describe, de forma estructurada y progresiva, cómo pasar de la recopilación de información a la integración de un modelo predictivo dentro de la operación diaria de la clínica. Cada etapa está pensada para fortalecer la toma de decisiones, optimizar recursos y garantizar la disponibilidad de vacunas, contribuyendo así a una atención más eficiente y a la fidelización de los clientes.

1. Recolección y consolidación de datos históricos

En esta primera etapa se recopila toda la información disponible sobre la cantidad de pacientes atendidos, los servicios prestados y el consumo de vacunas en periodos anteriores. Los datos se extraen de registros clínicos, facturación y reportes administrativos, y se organizan en una base estructurada que permita su análisis. Es fundamental depurar la información para eliminar inconsistencias y asegurar que los registros reflejen con precisión la realidad operativa de la clínica.

2. Análisis exploratorio de datos

Una vez consolidada la información, se realiza un análisis exploratorio para identificar patrones de comportamiento en la afluencia de pacientes y el uso de vacunas. Este análisis busca detectar variaciones estacionales, picos de demanda asociados a campañas de vacunación o periodos vacacionales, así como factores externos que puedan influir en la atención. El objetivo es comprender cómo se comporta la demanda en diferentes contextos y establecer una base sólida para el modelo predictivo. Cabe destacar que se utilizará

3. Diseño del modelo de predicción de demanda

Con los patrones identificados, se procede a diseñar un modelo de predicción que utiliza técnicas estadísticas y de machine learning. El modelo se entrena con los datos históricos para generar estimaciones mensuales de la demanda de vacunas. Se seleccionan las variables más relevantes, como estacionalidad, tendencias históricas y eventos especiales, para que el sistema pueda anticipar con mayor precisión las necesidades futuras de la clínica.

4. Validación del modelo predictivo

El modelo desarrollado se somete a pruebas de validación, comparando las proyecciones con datos reales de periodos recientes. Este proceso permite medir la precisión de las estimaciones y ajustar los parámetros del modelo para mejorar su desempeño. La validación es clave para garantizar que el sistema sea confiable y pueda ser utilizado como herramienta de apoyo en la toma de decisiones.

5. Integración con el sistema de inventario

Una vez validado, el modelo se conecta con el sistema de gestión de inventario de la clínica. Las proyecciones de demanda se vinculan directamente con los pedidos de vacunas, estableciendo reglas automáticas que ajusten las cantidades solicitadas a proveedores según las estimaciones mensuales. Esto asegura que el inventario se mantenga en niveles adecuados, evitando tanto el desabasto como el exceso de stock.

6. Implementación operativa y capacitación

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

El sistema se pone en marcha dentro de la clínica, y se capacita al personal administrativo y clínico en su uso. Se definen protocolos para el registro de datos en tiempo real, de manera que el modelo se mantenga actualizado y pueda mejorar continuamente. La capacitación incluye tanto el manejo técnico del sistema como la interpretación de los reportes generados para la toma de decisiones.

7. Monitoreo y retroalimentación continua

Finalmente, se establece un proceso de monitoreo constante para evaluar el desempeño del sistema mediante indicadores de eficiencia, como la reducción de desabasto, la disminución de pérdidas por caducidad y la mejora en la atención al cliente. La retroalimentación obtenida se utiliza para ajustar el modelo predictivo y perfeccionar su funcionamiento, asegurando que la clínica evolucione hacia un esquema de gestión más estratégico y sostenible.

5.4 Descripción de recursos necesarios para la ejecución de la solución

Recursos Humanos:

- **Equipo de análisis de datos:** Profesionales especializados en estadística y ciencia de datos para diseñar y mantener el modelo predictivo.
- **Personal administrativo:** Encargados de registrar información de pacientes, coordinar pedidos y alimentar el sistema con datos operativos.
- **Veterinarios y asistentes clínicos:** Proveen información sobre la demanda real de servicios y vacunas, además de validar la utilidad del sistema en la práctica.
- **Equipo de soporte técnico:** Personal de TI para garantizar la correcta implementación, mantenimiento y seguridad del sistema.

Recursos Tecnológicos:

- **Software de análisis predictivo:** Herramientas de inteligencia artificial y machine learning para procesar datos históricos y generar proyecciones.
- **Sistema de gestión de inventario digital:** Plataforma integrada que vincule las predicciones con los pedidos de vacunas.
- **Infraestructura de almacenamiento de datos:** Servidores locales o en la nube para consolidar información histórica y operativa.
- **Dispositivos de acceso:** Computadoras y tablets para el personal administrativo y clínico, con conexión segura a la plataforma.

Recursos Materiales:

- **Vacunas e insumos médicos:** Stock inicial y continuo de vacunas, jeringas, refrigeradores y equipos de conservación.
- **Espacios físicos adecuados:** Áreas de almacenamiento con condiciones de temperatura controlada para garantizar la calidad de las vacunas.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

- **Material de registro y control:** Etiquetas, códigos de barras y dispositivos de escaneo para el seguimiento de inventario.

Recursos Financieros:

- **Inversión inicial:** Presupuesto destinado al desarrollo del sistema predictivo, adquisición de software y capacitación del personal.
- **Costos operativos:** Gastos recurrentes en mantenimiento tecnológico, actualización de licencias y soporte técnico.
- **Presupuesto para inventario:** Fondos destinados a la compra regular de vacunas e insumos médicos, ajustados según las proyecciones del sistema.
- **Recursos para marketing y fidelización:** Inversión en campañas de vacunación, comunicación digital y actividades comunitarias que se apoyen en la disponibilidad de insumos.

6 Definición del alcance de la solución, partes interesadas, cronograma y presupuestos.

En esta sección, se define el alcance de la solución propuesta para la clínica veterinaria "Huella Viva", especificando los límites, objetivos específicos y resultados esperados de la intervención. A continuación, se identifican a las partes interesadas clave y a los responsables de cada actividad dentro del plan de acción, asegurando que los roles y las responsabilidades estén claramente asignados para una ejecución coordinada. Se elabora un cronograma detallado que muestra la secuencia temporal de cada actividad, indicando fechas de inicio y fin, así como los hitos clave que permitirán evaluar el progreso de la implementación. Finalmente, se desarrolla un presupuesto que desglosa los recursos financieros necesarios para cada fase del proyecto, justificando cada costo de manera que se optimice el uso de los recursos y se garantice la viabilidad de la solución. Esta planificación promueve una implementación eficiente y permite una evaluación continua de los resultados.

6.1 Alcance final de la solución

El alcance de la solución propuesta se centra en el diseño e implementación de un sistema de apoyo a la toma de decisiones orientado a mejorar la gestión de la demanda y el control del inventario de vacunas en la veterinaria "Huella Viva".

La intervención abarca específicamente los procesos de análisis de datos históricos, predicción de la demanda mensual de vacunas y planificación de pedidos a proveedores. El sistema permitirá generar proyecciones basadas en patrones de consumo y

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

comportamiento de los pacientes, facilitando una gestión más eficiente de los insumos médicos.

Dentro del alcance se incluyen: la recolección y depuración de datos, el desarrollo y validación del modelo predictivo, su integración con el sistema de inventario y la capacitación del personal en el uso de la herramienta. Sin embargo, quedan fuera del alcance aspectos como la automatización completa de otros procesos administrativos o clínicos no relacionados con el manejo de vacunas. Dejando abierto el abanico de propuestas de proyecto para futuras nuevas implementaciones.

Como resultado esperado, se busca reducir el desabastecimiento y el exceso de inventario, optimizar los costos operativos y mejorar la calidad del servicio ofrecido a los clientes.

6.2 Identificación de responsables de las actividades para ejecución

Para garantizar una ejecución coordinada y efectiva del proyecto, se han definido los siguientes roles y responsabilidades, involucrando tanto al equipo del proyecto como al personal clave de la Veterinaria "Huella Viva":

- **Administrador / Gerente de la clínica:**
Responsable de la supervisión general del proyecto, la toma de decisiones estratégicas y la aprobación de los recursos necesarios. Aprueba el inicio y la continuidad del proyecto, evalúa el impacto financiero y estratégico de la solución y toma la decisión final sobre la adopción permanente del sistema.
- **Encargado administrativo:**
Responsable de la recolección, registro y organización de los datos históricos de pacientes y consumo de vacunas, así como de la gestión de pedidos a proveedores.
- **Equipo de análisis de datos (o responsable del proyecto):**
Encargado del análisis exploratorio, diseño, desarrollo y validación del modelo predictivo de demanda. Realiza la recolección, depuración y análisis de datos históricos; implementa y valida los modelos predictivos especializados en la identificación de patrones estacionales mediante técnicas de análisis estadísticos como series temporales y machine learning. Desarrolla el dashboard, configura alertas y elabora informes de avance y final.
- **Personal médico veterinario:**
Responsable de validar la información relacionada con el consumo de vacunas y aportar criterios técnicos sobre la demanda real de servicios. Valida los supuestos sobre estacionalidad (por ejemplo, brotes típicos, campañas municipales), asegura que las recomendaciones de inventario no comprometan la capacidad de

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

atención clínica, participa en la capacitación y proporciona retroalimentación desde la perspectiva médica.

- **Soporte técnico (TI):**
Responsable de la implementación tecnológica, integración del modelo con el sistema de inventario y mantenimiento del sistema.
- **Personal de Apoyo (Clínica) Recepcionistas y auxiliares:**
Responsables de ingresar correctamente los datos de pacientes y vacunas aplicadas en los formatos establecidos, y de participar en las capacitaciones programadas.

Cada uno de estos actores cumple un rol específico dentro del proyecto, permitiendo una ejecución coordinada y alineada con los objetivos establecidos.

6.3 Cronograma de ejecución

El cronograma que se presenta organiza las actividades en fases de corto, mediano y largo plazo, estableciendo fechas de inicio y fin para cada tarea, así como hitos clave que permiten evaluar el progreso de manera objetiva.

Corto Plazo (0 - 3 meses)

- Recolección y consolidación de datos históricos (Abril 2026): Se inicia con la recopilación de registros de pacientes atendidos, servicios prestados y consumo de vacunas en los últimos años. La meta es depurar la información y organizarla en una base estructurada que sirva como insumo confiable para el análisis.
- Análisis exploratorio de datos (Mayo 2026): Con la base consolidada, se analizan tendencias y patrones estacionales, como picos en campañas de vacunación o temporadas vacacionales. Este análisis permite identificar factores externos que influyen en la demanda.
- Capacitación inicial del personal administrativo (Mayo - Junio 2026): Se entrena al equipo en protocolos de registro y captura de datos, asegurando que la información futura se ingrese de manera uniforme y precisa.

Mediano Plazo (4 – 8 meses)

- Diseño y desarrollo del modelo predictivo (Junio - Agosto 2026): Se construye el modelo utilizando técnicas estadísticas y de machine learning, y se entrena con los datos históricos.
- Validación del modelo (Septiembre 2026): Se comparan las predicciones con datos reales recientes para medir precisión y realizar ajustes.
- Integración con el sistema de inventario (Octubre - Noviembre 2026): El modelo se conecta con el sistema de stock, estableciendo reglas automáticas para pedidos a proveedores según las proyecciones.

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

- Capacitación avanzada del personal clínico y administrativo (Noviembre - Diciembre 2026): Se entrena al equipo en el uso del sistema predictivo, interpretación de reportes y toma de decisiones basadas en datos.

Largo Plazo (9 – 18 meses)

- Implementación operativa completa (Enero - Marzo 2027): El sistema se utiliza de manera integral en la gestión diaria de inventario y planificación de campañas de vacunación.
- Monitoreo y retroalimentación continua (Abril - Junio 2027): Se evalúa el desempeño mediante indicadores como reducción de desabasto, disminución de pérdidas por caducidad y mejora en la atención.
- Optimización y escalabilidad del modelo (Julio - Septiembre 2027): Se incorporan nuevas fuentes de datos y se perfecciona el modelo para ampliar su alcance, incluso hacia la planificación de personal.
- Consolidación estratégica (Octubre - Diciembre 2027): Se aprovechan los resultados para fortalecer campañas preventivas y posicionar la clínica como referente regional en gestión eficiente de recursos.

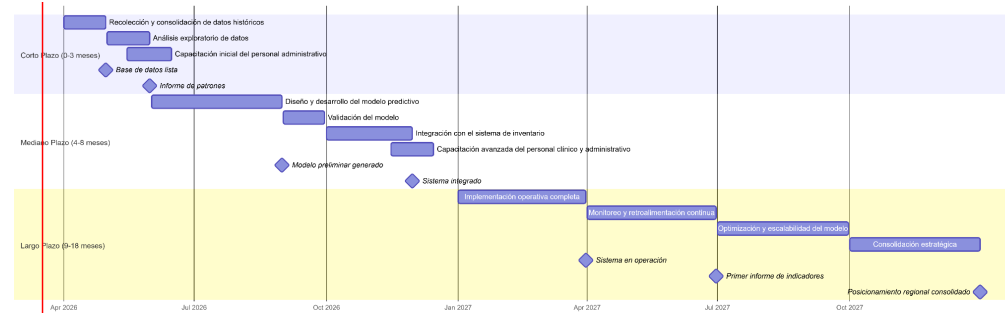
Tabla 1. Cronograma de actividades.

Fase	Actividad	Inicio	Fin	Hito Clave
Corto Plazo	Recolección y consolidación de datos históricos	01/04/2026	30/04/2026	Base de datos depurada y lista para análisis
	Análisis exploratorio de datos	01/05/2026	31/05/2026	Informe de patrones estacionales y factores externos
	Capacitación inicial del personal administrativo	15/05/2026	15/06/2026	Personal entrenado en protocolos de registro y captura de datos
Mediano Plazo	Diseño y desarrollo del modelo predictivo	01/06/2026	31/08/2026	Modelo preliminar de predicción generado
	Validación del modelo con datos recientes	01/09/2026	30/09/2026	Reporte de precisión y ajustes del modelo

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

	Integración con el sistema de inventario	01/10/2026	30/11/2026	Sistema conectado y reglas automáticas de pedidos configuradas
	Capacitación avanzada del personal clínico y administrativo	15/11/2026	15/12/2026	Personal capacitado en uso del sistema y análisis de reportes
Largo Plazo	Implementación operativa completa	01/01/2027	31/03/2027	Sistema funcionando en la gestión diaria de inventario
	Monitoreo y retroalimentación continua	01/04/2027	30/06/2027	Primer informe de indicadores de eficiencia
	Optimización y escalabilidad del modelo	01/07/2027	30/09/2027	Versión mejorada del modelo con nuevas fuentes de datos
	Consolidación estratégica	01/10/2027	31/12/2027	Posicionamiento regional reforzado y campañas preventivas optimizadas

Figura 2. Cronograma de Implementación - Sistema Predictivo de Demanda.



■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

6.4 Presupuesto

Este presupuesto se enfoca en aprovechar herramientas gratuitas o de bajo costo, capacitar al personal con talleres prácticos y mantener un inventario inicial reducido para no comprometer demasiado capital. Además, se incluye un fondo de contingencia que brinda seguridad frente a imprevistos, sin elevar demasiado el gasto total.

En conjunto, la propuesta representa una inversión estratégica que permitirá a la clínica dar un paso hacia la modernización de sus procesos, con un impacto positivo en la eficiencia operativa y en la satisfacción de sus clientes, pero manteniendo siempre la sostenibilidad financiera propia de una empresa pequeña.

Instituto Europeo de Posgrado

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

Tabla 2. Presupuesto.

Categoría	Concepto	Detalle	Costo aproximado (USD)
Recursos Humanos	Equipo de análisis de datos	1 analista de datos y 1 científico de machine learning (contrato parcial por 6 meses)	\$1,000
	Personal administrativo	Capacitación en registro y uso del sistema (10 personas)	\$800
	Soporte técnico	1 especialista en TI para instalación y mantenimiento (contrato parcial por 12 meses)	\$500
Recursos Tecnológicos	Software de análisis predictivo	Licencias de herramientas estadísticas/IA (ej. Python, R, Power BI, o plataforma SaaS)	\$1,300
	Sistema de gestión de inventario	Desarrollo o adquisición de módulo digital integrado	\$800
	Infraestructura de almacenamiento	Servidor en la nube (12 meses)	\$300
	Dispositivos de acceso	3 computadoras y 2 tablets para personal	\$900
Recursos Materiales	Equipos de conservación	Refrigeradores especializados para vacunas	\$700
	Material de registro	Etiquetas, códigos de barras, escáneres	\$500
Recursos Financieros	Inventario inicial	Compra de vacunas e insumos médicos para 3 meses	\$1,000
	Campañas de comunicación	Marketing y fidelización de clientes	\$500
Contingencias	Fondo de imprevistos	10% del presupuesto total	\$830
Total			\$9,130

■ Sistema Inteligente de Predicción de Demanda para la Optimización de Inventario de Vacunas en Clínicas Veterinarias

7 Referencias bibliográficas

- Ander-Egg, E., & Aguilar, M. J. (1989). Cómo elaborar un proyecto: guía para diseñar proyectos sociales y culturales. El proyecto de desarrollo local. Fondo y forma.
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). Time series analysis: forecasting and control (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2017). Administración de operaciones. Pearson.
- Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). Forecasting: Principles and practice (2nd ed.). OTexts. <https://otexts.com/fpp2/>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). Sistemas de información gerencial. Pearson.
- Pérez Olvera, E. (2025). Mejores prácticas para el desarrollo de cronogramas de proyectos.
- Restrepo, E. (2000). Elaboración de un proyecto de investigación. Instituto de Estudios Sociales y Culturales, Pensar. Universidad Javeriana. Bogotá DC.
- Silver, E. A., Pyke, D. F., & Peterson, R. (1998). Inventory management and production planning and scheduling (3rd ed.). John Wiley & Sons.